

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
NAXÇIVAN DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**



FİZİKA VƏ ASTRONOMİYANIN MÜASİR PROBLEMLƏRİ

**RESPUBLİKA
ELMİ KONFRANSININ
MATERİALLARI**

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
NAXÇIVAN DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

**“FİZİKANIN VƏ
ASTRONOMİYANIN
MÜASİR PROBLEMLƏRİ”**

*MÖVZUSUNDA RESPUBLİKA
ELMİ KONFRANSININ
MATERİALLARI*

NAXÇIVAN-2021

*Naxçıvan Dövlət Universitetinin
Elmi Şurasının 30 dekabr 2021-ci il tarixli
6 sayılı qərarı ilə nəşr edilib.*

KONFRANSIN TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ

Elbrus İsayev *Naxçıvan Dövlət Universitetinin rektoru,
tarix üzrə fəlsəfə doktoru, dosent – sədr*

Üzvlər:

Qulu Həziyev	<i>fizika-riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent</i>
Xanəli Həsənov	<i>fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent</i>
Nailə Qardaşbəyova	<i>fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent</i>
Aygün Sultanova	<i>fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent</i>
Billurə Hacıyeva	<i>fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent</i>
Nuridə Əkbərova	<i>fizika üzrə fəlsəfə doktoru</i>

BURAXILIŞA MƏSUL: **Rza Məmmədov**
*Elm və innovasiyalar bölməsinin müdiri,
iqtisad üzrə fəlsəfə doktoru*

REDAKTOR: **Samir Tarverdiyev**
*Naxçıvan Dövlət Universiteti “Qeyrət” nəşriyyatının
direktoru*

*Naxçıvan Dövlət Universiteti. “Fizika və astronomiyanın müasir problemləri”
mövzusunda respublika elmi konfransının materialları,
Naxçıvan, “Qeyrət” nəşriyyatı, 2021, 122 səh.*

ASTRONOMİYANIN MÜASİR PROBLEMLƏRİ

FUAD HACIZADƏ

fuad77amaka@mail.ru

FUAD ƏLİYEV

fuad_al@yahoo.com

AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu

AEROKOSMİK ÜSULLARIN ƏTRAF MÜHİTİN VƏ ZƏLZƏLƏLƏRİN ÖYRƏNİLMƏSİNDƏ İSTİFADƏ EDİLMƏSİ

Məqalədə ətraf mühitin və təbii fəlakətlərin öyrənilməsində aerokosmik üsulların tətbiqi haqqında məlumat verilir. Respublikamızda bu sahədə fəaliyyət göstərən elm və tədris müəssisələri, milli peyklər haqqında məlumat verilir. Bu sahədə dünya təcrübəsindən, aparılış tədqiqatların nəticələri nümunələr göstərilir. Beynəlxalq aerokosmik müşahidələr üzrə proqramlar araşdırılır, o cümlədən çoxpeykli sistemlər əsasında təbii fəlakətlərin beynəlxalq kosmik monitoring sistemlərinin yaradılması haqqında məlumat verilir və bununla bağlı təklif irəli sürülür.

Açar sözlər: aerokosmik üsullar, zəlzələ, süni peyk, katastrof, fəvqəladə hadisələr.

Giriş

Yer kürəsində son zamanlar baş verən təbii və texnogen fəlakətli hadisələr tam aydınlıqla göstərir ki, bu hadisələrin yaranması və inkişafının proqnozunu vermək problemi olduqca aktualdır. Dünyada ən təhlükəli və çox yayılan təbii fəlakətlərdən zəlzələlər, sunamilər, vulkan püskürmələri, torpaq sürüşmələri və subasmalarıdır. Hər il katastrofik zəlzələlər nəticəsində Yer üzərində 30 min insan tələf olur. Ayrı-ayrı hallarda ölkənin sərvətinin 40%-ni təşkil edir. Bundan başqa, dünyanın hər yerində yüz minlərlə təhlükəli sənaye və digər obyektlər fəaliyyətdədir (kimya, radiasiya, yanğın, partlayış təhlükəli obyektlər, hidrotexniki qurğular). Bu ərazilərdə yüz milyonlarla insan yaşayır.

Hesablamalara görə son zamanlar hər il bütün növ texnogen və təbii fəvqəladə hadisələrdən dəyən ziyan bir trillion amerika dollarından çox olur. Bu rəqəm onların əmələ gəlməsinin qısamüddətli proqnozunu təmin edə biləcək aerokosmik monitoring sisteminin yaradılmasına qoyula bilən vəsaitdən, azı yüz dəfə yüksəkdir. Bu sistem vasitəsi ilə texnogen və təbii fəvqəladə hadisələrin və onların xəbəredicilərinin monitoringi əsasında xəbərdar edilməsi fəvqəladə hadisələrin nəticələrinin aradan qaldırılmasından iqtisadi cəhətdən daha əlverişlidir. Belə ki, baş tutacaq texnogen və təbii hadisələr haqqında məlumat onlara qabaqcadan hazırlıq tədbirlərini həyata keçirməyə, dəyən ziyanın qabağını almağa və yaxud onun azaldılması imkanlarını verir (1) (Ф.М.Гаджицаде. 2013 г., с.130-131).

Azərbaycan Respublikasında təbii və texnogen fəlakətli hadisələrin öyrənilməsi və tədqiqatın aparılması. Azərbaycan üçün daha çox zəlzələlər, torpaq sürüşmələri, subasmaları, quraqlıqlar, dəniz səviyyəsinin qalxması, meşə yanğınları mühüm əhəmiyyət kəsb edən təbii fəvqəladə hadisələr sayılır. Digər tərəfdən, respublika ərazisində yüzlərlə təhlükə potensialı sənaye və kənd təsərrüfatı obyektləri, strateji əhəmiyyətli nef-qaz kəmərləri, nəqliyyat infrastrukturu, su ambarları və digər mühüm iqtisadi obyektlər yerləşir. Bunlar isə potensial texnogen fəlakətli hadisələrin mənbəyidir.

Azərbaycan Respublikasında təbii və texnogen fəlakətli hadisələrin öyrənilməsi və tədqiqatın aparılması sahəsində AMEA (Geologiya və Geofizika İnstitutu, Akademik Həsən Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu, Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu, Radiasiya Problemləri İnstitutu), ali təhsil məktəbləri (Bakı Dövlət Universiteti, Azərbaycan Neft Akademiyası, Aviasiya Akademiyası, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti) və sahə elmi-tədqiqat institutları (Milli Aerokosmik Agentliyi, ETSN-nin Hidrometeorologiya İnstitutu) fəaliyyət göstərir.

Subasmaların, torpaq sürüşmələrinin, sel hadisələrinin, palçıq vulkanlarının öyrənilməsində

son əlli ildə respublikada böyük təcrübə toplanılmış, önəmli nəticələr alınmışdır. Bunların bir qismi aerokosmik üsullardan istifadə etməklə əldə edilmiş və bu istiqamətdə elmi-tədqiqat işləri davam etməkdədir. Azərbaycan 2013-cü ildə geostasionar orbitə öz birinci milli rabitə peykini, iki ildən sonra isə “AzerSky” aşağı orbitli peykini buraxmışdır. Peyklərin idarə olunması “Azərkosmos” ASC tərəfindən həyata keçirilir, onlardan alınan məlumatlar elmin və iqtisadiyyatın inkişafına, müdafiə məsələlərin həllinə xidmət edir.

Tədqiqat obyektləri olan təbii fəlakətlər sırasında respublikanın alimlərinin diqqət mərkəzində zəlzələlərin öyrənməsi üstünlük təşkil edir. Alimlərimizin bu istiqamətdə apardığı tədqiqatlar artıq ölkəmizin hüdudlarından kənar da tanınır və alınan nəticələr xarici alim və mütəxəssislər tərəfindən yüksək qiymətləndirilir.

Respublikamızda ətraf mühitin, təbii və texnogen fəvqəladə hadisələrin öyrənilməsində, elmi-tədqiqat işlərinin aparılmasında, iqtisadiyyatın və hərbi müdafiə məsələlərin həll edilməsində aerokosmik tədqiqatla bağlı bir sıra böyük təcrübə ilə yanaşı, texniki imkanlarda yaranmışdır. Bu isə aparıcı ölkələrin elmi mərkəzləri ilə təbii və texnogen hadisələrin öyrənilməsində və monitorinqində birgə iştirak etmək imkanlarına zəmin yaradır.

Zəlzələlərinin proqnozu haqqında. Dünyanın elmi mərkəzlərində Yer üzərində baş tuta bilən texnogen və təbii hadisələrin uzun (bir neçə il qabaqcadan), orta (bir neçə ay qabaqcadan) və qısamüddətli proqnozlarının (bir neçə gün və saat) hazırlanması üzərində tədqiqatlar aparılır. Qeyd etmək lazımdır ki, qısamüddətli effektiv proqnozu (günlər və saatlar) insan və maddi itkilərin sayını, ən azı 20% qədər azalda bilər və bununla müasir zamanda bu məsələ böyük aktuallıq kəsb edir (2) (Hacıadə F.M., 2014.,s.43-45).

Zəlzələlərin proqnozu olduqca mürəkkəb məsələdir və indiyədək onun mükəmməl metodikası mövcud deyil. Hal-hazırda mövcud qurğu və metodikalar zəlzələni onun baş verməsindən bir neçə saniyə öncə məlumat verməyə imkan verir. Müasir seysmologiya zəlzələlərin və onların yerlərini göstərməklə etibarlı proqnozunu bir neçə il qabaqcadan verə bilər – uzun müddətli proqnozlar. Lakin bu proqnozlar zəlzələnin dəqiq vaxtını deyər bilmir. Zəlzələlərin orta müddətli proqnoz metodlarının düzgünlüyü daha da aşağıdır. Qısamüddətli proqnoz metodları indiyədək inkişaf etməmişdir. Hər üç növ proqnoz vacibdir.

Ümumiyyətlə, hər baş verə biləcək təbii dağıdıcı hadisəni qabaqcadan bilmək, onun nəticəsində baş verə bilən fəlakətə hazır olmaq, onun qarşısını almaq, nəticələrini yumşaltmaq, digər profilaktik tədbirlər həyata keçirmək və ən nəhayət, insanların həyatını təhlükədən qorumaq deməkdir. Bu baxımdan qısamüddətli proqnozların olmaması çoxlu sayda xoşagəlməz hadisələrə gətirib çıxarır. Belələrindən bir neçəsi İtaliyada 2009-cu ildə, Yaponiyada 2011-cu ildə, İranda 2012-2013-cü illərdə 2013-cü il Çilidə və Meksikada baş vermiş zəlzələlərinin nəticələridir.

İtaliyada Akvilla şəhərində 2009-cu ilin aprel ayında baş vermiş zəlzələ nəticəsində böyük dağıntılar baş vermiş, 287 insan zəlzələnin qurbanı olmuşdur, Yaponiyada Xonsü adasının şərq sahilində 11 mart 2011-ci ildə maqnitudası 9 bala bərabər olan zəlzələ və onun ardınca əmələ gəlmiş sunami nəticəsində 19 minə yaxın insan həlak olmuş və itkin düşmüşdür.”Fukusima-1” Atom stansiyası və onun 20 kilometrlik radiuslu ətrafı görünməmiş fəlakət zonasına çevrilmişdir. Hesablamalara əsasən bu dəhşətli qəzanın nəticələrinin tam aradan qaldırılmasına 35-40 il lazımdır. Həmin hesablamalara görə vurulan iqtisadi ziyan 210 milyard amerika dolları civarındadır.

Bununla yanaşı, zəlzələlərin proqnozunun dəqiqliyinin və etibarlılığının yüksəldilməsi istiqamətində axtarışlar, araşdırmalar və tədqiqatlar dayanmadan davam etməkdədir. Potensial seysmik mənbələr ətrafında anomal vəziyyətlər (bunlar zəlzələlərin xəbəredici əlamətləri kimi iştirak edir) haqqında müfəssəl məlumatlar toplanır, statistik məlumatlar araşdırılır, yeni yanaşmalar, yeni metodlar yaradılır və s. Proqnozun dəqiqliyi bu alman məlumatların keyfiyyəti və həcmi ilə bağlıdır. Bu anomaliyaların isə, yeraltı suların səviyyəsinin dəyişməsindən, müxtəlif qazların və aerozolların emanasiyasından, elektromaqnit şüalanmanın intensivliyindən, istilik, maqnit və qravitasiya sahələrinin, elektromaqnit şüalanmanın intensivliyindən, digər xüsusi metodlarla və qurğularla ölçülən çoxlu sayda parametrlərdən asılılığı aşkar edilib və bu istiqamətdə tədqiqatlar aparılır.

Təbiətdə bu anomaliyalar (geoloji, geofiziki, hidroloji, meteoroloji, bioloji və s.) zəlzələlərin proqnozunda istifadə edilməkdədir.

Proqnozların dəqiqliyinin və etibarlılığın yüksəldilməsinə yönəldilmiş tədqiqatlarda, ələxüsus maqnitudası 5-dən yüksək olan zəlzələlərin proqnozunda hadisədən 1-7 gün öncə özünü biruzə verən zəlzələ əlamətlərinin aşkar edilməsinə diqqət yetirilməlidir. Bu məsələdə, yəni seysmik cəhətdən təhlükəli ərazilərin monitorinqi zamanı zəlzələlərin xəbəredicilərinin qeyd edilməsində, müasir kosmik metod və texnologiyalar mühüm rol oynayır.

Kosmik metodların zəlzələlərin proqnozunda istifadə edilməsi ilə dünyanın aparıcı ölkələrinin alimləri məşğul olur. Rusiyanın "Roskosmos" şirkətinin mütəxəssislərinin tədqiqatları diqqətə layiqdir.

Bu şirkət tərəfindən seysmik cəhətdən təhlükəli ərazilərin monitorinqi üçün istifadə olunan kosmosdan onlarla parametrlərinin aşkar olunması istiqamətində tədqiqatlar həyata keçirilmiş, bir sıra nəticələr alınmışdır. Lakin hal-hazırda bir sıra texniki və ya iqtisadi səbəblərdən bütün bu parametrləri birgə istifadə etmək olmaz. İlk növbədə, hər bir qeydə alınmış parametrlərin praktiki istifadəyə yararlı olması, onların etibarlılığı, zəlzələlərin xəbəredici kimi qəbul olunması təyin olunmalıdır. Bunun üçün geniş miqyaslı tədqiqatlar aparılmalıdır. Eyni zamanda tətbiq olunan parametrləri ölçmək üçün xüsusi, yeni, keyfiyyətli metodlar işlənilməli, xüsusi ölçmə vasitələri hazırlanmalıdır. Bu isə öz növbəsində yüksəkixtisaslı mütəxəssislərin və maliyyə vəsaitin cəlb olunmasını tələb edir.

Artıq bu şirkət seysmoloji cəhətdən təhlükəli əraziləri xarakterizə edən kosmosdan bir sıra parametrlərini qeydə alan müvafiq yeni metod və texnologiyalar hazırlamışdır. Tədqiqatlar bu şirkətə məxsus mövcud cihazlarla (çoxkanallı optik, istilik, spektrometrik, radiolokasiya, maqnit və qravitasiya çəkilişləri və s.) və müasir peyk naviqasiya sisteminin vasitələri ilə aparılmışdır. Həmin vasitələrin köməyi ilə artıq beş tipli müxtəlif mühüm xəbəredici hadisələri (maqnitudası 5-dən çox) qeydə almaq mümkün olmuşdur. Bu da seysmik cəhətdən təhlükəli ərazilərin monitorinqinin praktiki istifadəsinin növbəti mərhələsinə keçməyə imkan yaradır.

Şirkətin mütəxəssisləri tərəfindən seysmik cəhətdən təhlükəli ərazilərdə fiziki sahələrin müxtəlif dəyişikliklərinin (variasiyalarının) təyin edilməsi üçün güclü zəlzələlərin xəbəredicisi olan xüsusi metod, məsafədən zondlama və böyük həcmli verilənlərin operativ emalı texnologiyaları işlənilmişdir. Tətbiq olunan yanaşmanın əsas xüsusiyyəti – kosmik monitorinq prosesində qeydə alınmış müxtəlif geofiziki parametrlərin anomaliyalarının kompleks analizidir. Həmin geofiziki parametrlərin anomaliyaları seysmik aktivliyi xarakterizə edir:

- müxtəlif zamanlara aid olan kosmik şəkillərdə lineament sistemlərinin müqaisəsi nəticəsində aşkarlanması;

- zəlzələ gözlənilən ərazilər üzərində Yer ionosferası xarakteristikalarının dəyişilməsi;

- yer səthinin və yerüstü hava layının temperaturunun və spektrin infraqırmızı diapazonunda yüksələn elektromaqnit şüalanmanın anomal variasiyalarının müşahidə olunması və s.

Bu yanaşma artıq yer kürəsinin müxtəlif rayonlarında son on il ərzində güclü zəlzələ təhlükəsi olan ərazilərin üzərində monitorinq zamanı sınaqdan keçirilmişdir. Bu amillərin öyrənilməsi və aparılan tədqiqatlar nəticəsində alınan ilkin ümüdverici nəticələr kosmosdan zəlzələlərin proqnozu probleminin həlli yollarında yeni perspektivlər açır və bu baxımdan Yerin aerokosmik monitorinq sisteminin yaradılması və inkişafı_ölduqca mühüm bir problemin - təbii və texnogen fəvqəladə halların xəbərdar edilməsi və proqnozunu həll etmək imkanını yaradır.

Müasir kosmik müşahidə sistemləri Yer üzərində böyük ərazilərin, atmosferin və kosmos ətrafının qlobal monitorinq imkanlarını əldə edərək, son nəticədə bir sıra fəvqəladə halların və digər geofiziki hadisələrin xəbəredicilərinin qısamüddətli aşkar edilməsini təmin etmək imkanlarına malikdirlər. Eyni zamanda alınan məlumatlar operativ surətdə yer kürəsinin istənilən nöqtəsinə ötürülə bilər (3) (Ф.М. Гаджи-заде, Ф.О.Миргуламлы. 2014 г.,с.17-20).

Rusiyanın Kosmik sistemlər ETİ-da adçəkilən problemlərin həlli istiqamətində on ildən artıqdır ki, tədqiqatlar aparılır, təbii və texnogen fəvqəladə halların monitorinq sistemləri işlənilmiş

və yaradılmışdır, mühüm nəticələr əldə edilmişdir. Bu işlərlə bağlı müvafiq qurumlar tərəfindən patent verilmişdir – “Təbii və texnogen katastrofların proqnozu və qlobal geofiziki hadisələrin monitorinqinin beynəlxalq aerokosmik sistemi” (MAKCM). MAKCM layihəsi dəfələrlə xaricdə və BMT institutları səviyyəsində nümayiş etdirilmiş, dünyada böyük marağa səbəb olmuşdur. BMT-nin kosmos üzrə Elmi-texniki alt komitəsinin 49-cu sessiyasında, tam bu layihə ilə bağlı işçi sənəd paylanmışdır.

Bu sahədə Rusiya alimləri ionosferin bir sıra xarakteristikalarının yer təkinin tektonik vəziyyətindən asılılığını aşkarlamışlar. Yerin Avropa məsafədən zondlama sisteminin peyklərindən alınan məlumatları əsasında və Cənubi Kaliforniya Vahid Qlobal məsafədən pozisiyalaşma sisteminin şəbəkəsindən (SCIGN) alınan məlumatlar əsasında yer təkinin qırılmalarının fizikasının öyrənilməsində, qırılmalar sisteminin hərəkətlərinin tədqiqində mühüm uğurlar əldə edilmişdir.

Son zamanlar çoxpeykli sistemlər əsasında təbii fəlakətlərin beynəlxalq kosmik monitorinq sistemlərinin yaradılmasına böyük diqqət verilməkdədir. Belə layihələr ABŞ, Avropa, Asiyada müxtəlif işlənmə mərhələlərindədir:

- “Yerin müşahidə sisteminin Qlobal sistemi (GEOSS)”;
- “Ətraf mühit və təhlükəsizlik məsələləri üzrə qlobal monitorinq sistemi (GMES)”;
- “Katastrofların və təbii fəlakətlərin xəbərdarlıq sistemi Sentinel Asia”;
- “Kosmos və iri katastroflar” Beynəlxalq Xartiya”;
- “Təbii fəlakətlərin Beynəlxalq monitorinq sistemi (DMC)”.

Layihələrin araşdırması göstərmişdir ki, bunların əsas fəaliyyətində təbii fəlakətlərin və texnogen katastrofların nəticələrinin aradan qaldırılması məsələlərinin həllinə proqnoz məsələlərindən daha çox yer ayrılır.

Təbii fəlakətlərin və texnogen katastrofların o cümlədən, zəlzələlərin qısamüddətli proqnozu məsələlərinin həll edilməsi üçün Yerin litosferinin, atmosferinin və ionosferinin parametrlərinin dəyişmə dinamikası haqqında xüsusi operativ qlobal məlumatların alınması, bu məlumatların xüsusi emalı və qərar qəbul edici müvafiq nəzarət və idarəetmə orqanlarına ötürülməsi vacibdir. Bunları təmin etmək üçün orbital kosmik sistem müvafiq yüksək keyfiyyətli cihaz və qurğularla təchiz olunmalı, aero- və yerüstü müşahidə və ölçə sistemləri mütəmadi olaraq sinxron surətdə fəaliyyət göstərməlidir. Eyni zamanda bütün bu məlumatların alınma prosesini müşayiət edən, onların emalını aparan effektiv yerüstü infrastruktur yaradılmalıdır. Bu baxımdan yuxarıda göstərilən sistemlərin heç biri bütövlükdə həmin tələbləri ödəyə bilmir.

DMC təbii fəlakətlərin Beynəlxalq monitorinq sistemi məlumatları yalnız görünən diapazonda aldığından, təbii fəlakətlərin və texnogen katastrofların proqnozu məsələsinin həll etmir.

GEOSS Yer in müşahidə sisteminin Qlobal sistemi çərçivəsində təbii fəlakətlərin və texnogen katastrofların proqnozu üçün istifadə edilən xüsusi kosmik aparatlar bu sistemə mühüm dərəcədə xidmət edə bilər. Lakin, hal-hazırda bu sistemin özünə məxsus orbital vasitələrinin kosmosa buraxılması nəzərdə tutulmur. Eyni zamanda GEOSS sistemi çərçivəsində hazırda yaradılan yerüstü infrastruktur təbii fəlakətlərin və texnogen katastrofların proqnoz sistemi üçün fayda ilə istifadə oluna bilər.

GEOSS Yer in müşahidə sisteminin Qlobal sistemi, Katastrofların və təbii fəlakətlərin xəbərdarlıq sistemi Sentinel Asia və “Kosmos və iri katastroflar” Beynəlxalq Xartiya” layihəsi istifadə edilən cihazların məhtudiyyətindən həll etdiyi məsələlərin tərkibinə zəlzələ xəbəredicilərin kompleks şəkildə təyin olunması məsələsini daxil etməmişlər.

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, təbii fəlakətlərin və texnogen katastrofların proqnozu üçün qlobal hadisələrin Beynəlxalq aerokosmik monitorinq sisteminin (MAKCM) yaradılması mühüm və aktual məsələdir. Bu problem isə, güclü raket-kosmik texnikaya, aviasiyaya və müasir texnologiyalar potensialına malik olan ölkələrin imkanlarının və fəaliyyətinin birləşdirilməsi sayəsində həll etmək mümkün olacaqdır.

MAKCM-n yaradılmasının əsas məqsədi aerokosmik potensialın, monitorinqin qabaqcıl texnologiyaların və emal üsulların təbii fəlakətlərin və texnogen katastrofların qlobal operativ və

qısa- müddətli proqnozunun təmin olunmasıdır.

MAKCM-n təyinatı – yer səthinin, atmosferin və yerətrafi fəzanın qlobal aerokosmik monitorinqi, müşahidə məlumatlarının operativ surətdə və real vaxt miqyasında təbii fəlakətlərin və texnogen kataströflərin xəbərdar edilməsi məqsədi ilə böhran vəziyyətlərdə yerüstü qəbuledici və idarəedici məntəqələrə ötürülməsidir. Bundan əlavə, bu sistem müəyyən obyektlərin yerləşməsinin yüksək dəqiqliklə koordinatlarını təyin edəcək, bir sıra iqtisadi əhəmiyyət daşıyan məsələlərin həllinə köməklik göstərəcəkdir.

Orbital qruplaşmaya daxil olan peykləri geostasionar və günəş-sinxron orbitlərdə yerləşdirilməsi nəzərdə tutulur. MAKCM-n məqsədlərini təmin etmək üçün onun tərkibinə kosmik, hava və yerüstü seqmentlər daxil olmalıdır. Əsasən, qısamüddətli xəbəredici amillərin aşkarlanmasına istiqamətlənmiş birgə kosmik və aviasiya monitorinqin fəaliyyəti nəticədə zəlzələlərin proqnozunun etibarlılığını və zəruri effektivliyini təmin edə bilər.

Nəticə və təklif. Belə mürəkkəb təşkilati-texniki qlobal əhatəli sistemin yaradılması dünya ölkələrinin, o cümlədən MDB ölkələrinin mövcud və proqnoz üçün yaradılacaq monitorinq vasitələrinin imkanlarından kompleks istifadəsini nəzərdə tutur. Bu sistemin müəlliflərinin fikrincə, MAKCM-ın tərkibinə Rusiya Federasiyası, ABŞ, Kanada, bir sıra Avropa ölkələri, Yaponiya, Çin, Hindistan, Avstraliya, bir sıra Afrika ölkələri, Cənubi və Mərkəzi Amerika ölkələri daxil edilə bilər.

Azərbaycan Respublikası kosmik ölkəyə çevrilməsi (iki geostasionar rabitə və bir aşağı orbitli peykləri fəaliyyətdədir) və coğrafi mövqeyinin əlverişli olması, yuxarıda göstərilədiyi kimi, sözügedən sahədə elmi, texniki və kadr potensialının mövcudluğu, eləcə də “Təbii və texnogen kataströflərin proqnozu və qlobal geofiziki hadisələrin monitorinqinin beynəlxalq aerokosmik sistemi”ndə bir sıra iqtisadi və siyasi şərtlərin ödənilməsi uğur və böyük səmərə ilə iştirak etmək imkanları yaradacaqdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Ф.М.Гаджизаде. Возможности использования аэрокосмической информации для мониторинга чрезвычайных ситуаций в Азербайджане. Тезисы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы технических и социально-гуманитарных наук в обеспечении деятельности службы гражданской защиты». Академия пожарной безопасности им. Героев Чернобыля МЧС Украины. г. Черкасы, Украина. 4-5 апреля, 2013 г., часть 1-я, с.130-131.
2. Hacızadə F.M., Fövqəladə halların miqyaslarının qiymətləndirilməsi və proqnozu üzrə aşağı orbitli peyklərdən və aerofotoçəkiliş təyyarələrindən alınan aerokosmik məlumatların istifadə edilməsi. “Fövqəladə hallar, onların inkişaf dinamikası və idarə olunmasının elmi-praktik aspektləri” mövzusunda 26 noyabr 2014-ci il tarixində keçirilmiş elmi-praktik konfransı. Bakı: 2014, s.43-45.
3. Ф.М. Гаджизаде, Ф.О.Миргуламлы Использование данных космических съёмок в ходе ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Материалы VIII-й научно-практической конференции молодых ученых. МЧС Республики Беларусь. 2014 г., г.Гомель.с.17-20)

ABSTRACT

**Fuad Hajzade
Fuad Aliyev**

**APPLICATION OF AEROCOSMIC METHODS IN STUDYING THE ENVIRONMENT
AND EARTHQUAKES**

The article provides information on the application of aerospace methods in the study of the environment and natural disasters. Information is provided on scientific and educational institutions and national satellites operating in this field in our country. Examples from world experience in this field, the results of research are shown. Programs on international aerospace observations are being studied, including information on the establishment of international space monitoring systems for natural disasters based on multi-satellite systems, and a proposal is being made in this regard.

Key words: *aerospace methods, earthquake, satellite, catastrophe, emergency situations.*

РЕЗЮМЕ

**Фуад Гаджизаде
Фуад Алиев**

**ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

В статье представлена информация о применении аэрокосмических методов при изучении окружающей среды и стихийных бедствий. Предоставляется информация о научных и образовательных учреждениях и национальных спутниках, работающих в этой области в нашей стране. Приведены примеры из мирового опыта в этой области, результаты исследований. Изучаются программы международных аэрокосмических наблюдений, включая информацию о создании международных систем космического мониторинга стихийных бедствий на основе многоспутниковых систем, и в этом отношении вносится предложение.

Ключевые слова: *аэрокосмические методы, землетрясение, спутник, катастрофа, чрезвычайные ситуации.*

DAŞIYICI RAKETLƏRİN HƏRƏKƏTİ

Məqalə daşıyıcı raketlərin hərəkətinin spesifik xüsusiyyətlərinin təhlili ilə başlayır. Belə ki, əvvəla, onlar Yer in cazibə sahəsində olurlar, lakin trayektoriyalarının bir hissəsi atmosferdə, hətta atmosferdən kənarda (boşluqda) olduğundan, onlara irəliləmə hərəkətini verən səbəb fərqlənir. İkinci bir tərəfdən daşıyıcı raket start götürəndən qısa bir müddət sonra böyük sürət əldə etdiyindən, atmosferin qalın qatlarında havanın güclü müqaviməti ilə rastlaşdığından, onda kəskin qızma yaranır. Həmçinin kosmosa aparılan müxtəlif canlılar, insan və dəqiq aparatlar ağırlaşmaya (əlavə yüklənməyə) məruz qalır.

Məqalənin birinci yarısı qarşıya çıxan bu maneələrin həll edilməsinə həsr edilib. Daha sonra raket yanacağı haqqında məlumat və reaktiv hərəkətin fiziki izahı verilib. Ardı ilə raket mühərriklərinin növləri və iş prinsipləri göstərib.

Dinamikadakı dəyişən kütləli cismin hərəkət tənliyi – Meşers tənliyinin daşıyıcı raketə tətbiqi fiziki olaraq əsaslandırılıb. Belə ki, raket start götürəndə o şaquli istiqamətdə yuxarı, soplodan böyük təzyiqlə çıxan qaz isə aşağı yönəlir. Ümumi hava qaz axının nisbi sürəti zamana görə dəyişir. Lakin baxılan işdə onu sabit qəbul etməklə diferensial tənlik inteqrallanıb.

Alınmış diferensial tənlik həll edilərək raketin sürətinin onun kütləsindən asılılığı tapılmışdır. Raketin soplosundan çıxan qaz axınının sürətinə əsasən yanacaq sərfi cədvəl şəklində verilmişdir.

İşdə maraq doğuran nəticələr alınmışdır:

1. Daşıyıcı raketdə futlyar hissənin hava ilə sürtünmədə qızmanın azalmasının yolları;

2. Raketin hərəkəti üçün yanacaq ehtiyatının və sərfinin hesablanması.

Açar sözlər: raket, kosmos, yanacaq, qaz axını, reaktiv hərəkət, dəyişən kütlə.

Daşıyıcı raketlərin vəzifəsi Yer in süni peyki, planetlərarası avtomatik stansiyayı və digər kosmik aparatları onları növiyündən, icra edəcəyi işlərdən asılı olmayaraq orbitə çıxarmaqdır. Yəni qeyd edilən sistemləri Yer in cazibə sahəsindən ya qismən, ya da tamamilə çıxarmaqdır.

Daşıyıcı raketlər üçün də dinamikanın qanunları ödənilir. Onların hərəkəti Yer in səthindən kənarda – atmosferdə olduğundan bir qədər fərqlidir. Məsələn, insan yer üzərində ayağı ilə Yerə, avtomobil təkərləri ilə asfalta, elektrovoz relslərə, gəmi pərləri ilə suya, uçan təyyarə qanadları ilə havaya təkən verməklə hərəkət edir. Burada Nyutonun üçüncü qanunu özünü biruzə verir: Təsir əks təsirə bərabər olur.

Məlumdur ki, raketlərin trayektoriyasının böyük bir hissəsi havasız mühitdə (boşluqda) olur. Onda sual olunur: Dinamikanın bu qanunu necə işləyir? Sualı cavblandırmaqdan əvvəl raketin xarici görünüşünü yada salaq. Raket sivri başlıqlı silindirik formanı xatırladır. Trayektoriyanın birinci hissəsində (yerdən start götürəndən sonra) atmosferin sıx qatı tropesfera və stratosferanı yarıb keçməsində havanın müqavimətini və sürtünməsini minimuma endirmək üçün. Əgər qanadlı daşıyıcı raketdən söhbət gedirsə, onun qanadlarının konstruksiyası təyyarəninkindən fərqlidir. Qanadlar silindirik gövdəyə paralel olaraq elə quraşdırılır ki, raketin xarici səthinin sahəsi az olsun. Yəni hava ilə təması böyük olmasın.

Raketin yanacaq doldurulmuş hissəsində kamerada yanacaq yanarkən ondan ayrılan qazlar kameranın hər tərəfinə təzyiqlə göstərir. Yan divarlara düşən təzyiqlə qüvvələri bir-birini qarşılıqlı olaraq kompensasiya edir, şaquli istiqamətdə təsir edən qüvvə isə əks istiqamətlə dəf edilmir. Çünki raketin aşağı hissəsi (soplosu) açıq, həm də dar olduğundan sürətlə kənara atılan qaz onu irəliyə doğru itələyir (xarici mühitlə hec bir əlaqə olmadan).

Qeyd edək ki, raket qurğusundan başqa, hansı cismə $\approx 8\text{km/san}$ sürəti verilsə, o havanın

müqavimətini qırıb süni peykə çevrilə bilər. Məsələn, təyyarə nə qədər güclü mühərrikə malik olsa belə, Yer səthindən 50 kilometrədən artıq hündürlüyə qalxa bilməz. Yaxud artilleriya topu lüləsindən atılan mərmə kosmosa qalxa bilməyəcək. Çünki üfüqi və ya yer səthi ilə bucaq əmələ gətirən istiqamətdə atılmış mərmə atmosferin qalın qatlarında güclü sürtünmə qüvvəsinə məruz qalaraq öz sürətini az bir zamanda itirəcəkdir. Əgər mərmiyə uçuş müddətində mütəmadi olaraq qüvvə impulsu verə bilsək, o süni peykə çevrilə bilər. Bu isə mümkün deyildir.

Yeganə yol daşıyıcı raketdir. Çünki raketlər həm atmosferdə, həm də ondan kənarında ixtiyari anda istiqamətini və sürətini dəyişmək imkanına malikdirlər. Digər tərəfdən raketlər atılmış mərmədən fərqli olaraq, öz sürətlərini tədricən artırır. Bu isə kosmosa kosmik aparat vasitəsi ilə qalxan insanı, müxtəlif canlıları və hətta belə, dəqiq aparatları ağırlaşma (əlavə yükləmə) təsirindən xilas edir. Yaxud tədricən ağırlaşmaya vadar edir. Digər tərəfdən raket hərəkət təcilini buraxılan andan başlayaraq tədricən artırdığından yer atmosferinin qalın qatlarında ona təsir edən sürtünmə qüvvəsinin təsirini azaldır. Başqa sözlə desək, sürtünmə qüvvəsinə dəf etmək üçün əlavə yanacaq sərf etmək lazım gəlmir, hətta belə, raketin futulyar hissəsi kifayət qədər qızanadək, artıq o atmosferin qalın qatlarını tərk edir.

Raketə süni peyki dairəvi, yaxud elliptik orbitə çıxarmaq üçün istənilən sürəti vermək mümkündür. Həmçinin o, özü də süni peyk kimi Yer ətrafındakı orbitdə qala bilər. Bir dəfəlik daşıyıcı raketlərdə bu nəzərə alınmır.

Raket mühərrikləri kimyəvi reaksiya nəticəsində alınan məhlulun yanması nəticəsində hasil olan qazı özündən kənara atmaqla əks təsir yaradan prinsip əsasında işləyir.

Yanacağın növündən asılı olaraq, mühərriklər iki qrupa bölünür: a) barıtlı işləyən, b) maye yanacaq işləyən. Barıtlı işləyən mühərriklərdən raket texnikasından istifadənin ilk illərində istifadə edilib. Onlarda partlayışlar və yanğınlar tez-tez olduğundan istismardan tez çıxarıldı. İndi maye yanacaq mühərriklərdən istifadə edilir.

Daşıyıcı raketin hərəkət tənliyi dinamikadakı dəyişən kütləli cismin tənliyi kimidir. Raketin hərəkət müddətində yanacağın yanmasından alınan qazların xaricə çıxması nəticəsində onun kütləsi azalır.

Hərəkət tənliyini fiziki mühakimələr əsasında çıxaraq. Raket soplodan kənara atdığı qaza böyük qüvvə verir. Atılan qaz da öz növbəsində əks istiqamətdə Nyutonun 3-cü qanununda raketə təsir edərək ona təcil verir. Xarici qüvvələr yoxdursa, raketə atılan qazla birlikdə qapalı sistem kimi baxmaq olar. Bu sistemin impulsu zamana görə dəyişmir. Raketin hərəkəti nəzəriyyəsi həmin fakta əsaslanır. Raketə xarici qüvvələrin təsirini nəzərə alaraq məsələn ümumiləşdirmək daha məqsədəuyğundur. Xarici qüvvələr, yerin ağırlıq qüvvəsi, Günəşin və planetlərin qravitasiya qüvvələri, həmçinin havanın müqavimət qüvvəsi də ola bilər.

Tutaq ki, zamanın ixtiyari t anında raketin kütləsi $m(t)$, sürəti $v(t)$ -dir. Bu an onun hərəkət miqdarı $m\vec{v}$ olar. dt müddətdən sonra raketin kütləsi və sürəti dm və dv qədər artacaq (dm mənfidir, yəni azalacaq). İndi onun hərəkət miqdarı $(m + dm)(\vec{v} + d\vec{v})$ olacaq. Daha dəqiqi buna dt müddətində yaranan qazın hərəkət miqdarı $dm_{qaz} \cdot v_{qaz} - m\vec{v}$ da əlavə etməliyik. Dinamikanın məşhur teoreminə görə sistemin hərəkət miqdarının dəyişməsi qüvvə impulsuna bərabər olduğundan

$$(m + dm)(\vec{v} + d\vec{v}) + dm_{qaz} v_{qaz} - m\vec{v} = \vec{F} dt$$

Burada \vec{F} -raketə təsir edən bütün xarici qüvvələrin həndəsi cəmidir. Bu ifadədə mətərizəni açsaq, dt , dm və $d\vec{v}$ -nin sıfıra yaxınlaşmasını nəzərə alsaq, (bizi limit halı maraqlandırdığından).

$$dm + dm_{qaz} = 0, \quad dm \cdot d\vec{v} = 0 \text{ nəzərə alsaq,}$$

$$m d\vec{v} = \vec{v}_{nis} \cdot dm + \vec{F} dt$$

alırıq. Burada $\vec{v}_{nis} = \vec{v}_{qaz} - \vec{v}$ -qaz axınının raketə nisbətən sürətidir. Ona qaz şırnağının sürəti də deyirlər. Hər tərəfi dt -yə bölsək

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{v}_{nis} \cdot \frac{dm}{dt} + \vec{F} \quad (1)$$

alınar. Bu tənlik onu ilk dəfə alan rus mexanikinin adına Meşerski tənliyi adlanır. Formasına görə Nyutonun ikinci qanununa oxşayır. Fərq odur ki, Meşerski tənliyində kütlə sabit qalmır, maddənin

itmə səbəbindən zamana görə dəyişir. Sağ tərəfdə xarici qüvvələrin əvəzləyicisinə edilən $\vec{v}_{nis.} \frac{dm}{dt}$ reaktiv qüvvə adlanır. Meşşerski tənliyinə dəyişən kütləli cismin hərəkət tənliyi də deyilir.

Meşşerski tənliyini xarici qüvvələr təsir etməyən ($\vec{F}=0$) raketin hərəkətinə tətbiq edək. Bu halda (1) tənliyi

$$m d\vec{v} = -\vec{v}_{nis.} \cdot dm$$

şəklinə düşür. Tutaq ki, raketin hərəkəti düz xətdir və qaz şırnağının hərəkətinin əksinə yönəlib. Uçuşun istiqaməti müsbət qəbul edilibsə $\vec{v}_{nis.}$ vektorun proeksiyası mənfi olacaq. Ona görə də tənlik skalyar şəkildə

$$dv = -\vec{v}_{nis.} \frac{dm}{m}$$

kimi olur.

Qaz şırnağının sürəti $\vec{v}_{nis.}$ uçuş müddəti dəyişə bilər. Onun sabit qaldığı hal sadə və mühüm olan haldır. Bu zaman sonuncu ifadədən

$$\vec{v} = -\vec{v}_{nis.} \int \frac{dm}{m} = -\vec{v}_{nis.} \ln m + C$$

alınır. İntegrallanma sabiti C- nin qiyməti başlanğıc şərtlərdən tapılır. Tutaq ki, zamanın başlanğıcında raketin sürəti sıfır, kütləsi m_0 –dir. Onda $C = \vec{v}_{nis.} \ln m_0$ və nəticədə

$$v = \vec{v}_{nis.} \ln \frac{m_0}{m}$$

və ya

$$\frac{m_0}{m} = e^{\frac{v}{v_{nis.}}} \quad (2)$$

Bu tənlik qeyri-relyativistik Siolovski tənliyi adlanır. Relyativistik hal üçün ($v \leq c$) – də bu tənlik vardır. Siolovski tənliyi raketə müəyyən v sürəti vermək üçün yanacaq ehtiyatını hesablamağa imkan verir.

Aşağıdakı cədvəldə (2) düsturuna əsasən raketin başlanğıc kütləsi m_0 –in onun son kütləsi m –ə nisbətinin $v/v_{nis.}$ –in müxtəlif qiymətlərində qiymətləri verilmişdir.

$v/v_{nis.}$	m_0/m
1	$\frac{m_0}{m} = e^1 = 2,72$
2	$\frac{m_0}{m} = e^2 = 7,39$
3	$\frac{m_0}{m} = e^3 = 20,1$
4	$\frac{m_0}{m} = e^4 = 54,6$
5	$\frac{m_0}{m} = e^5 = 148$
6	$\frac{m_0}{m} = e^6 = 403$
7	$\frac{m_0}{m} = e^7 = 1100$
8	$\frac{m_0}{m} = e^8 = 2980$
9	$\frac{m_0}{m} = e^9 = 8100$
10	$\frac{m_0}{m} = e^{10} = 22000$
11	$\frac{m_0}{m} = e^{11} = 59900$
12	$\frac{m_0}{m} = e^{12} = 163000$

Tutaq ki, raketə birinci kosmik sürəti, yəni onun Yer ətrafında dairəvi orbit üzrə hərəkət sürəti vermək lazımdır. Bu sürət təqribən $v \approx 8$ km/san –dir. Raketdən çıxan qaz şırnağının sürəti $\vec{v}_{nis.} = 1$ km/san olduqda cədvəldən görünür ki, $m_0/m = 2980$. Belə olduqda praktiki olaraq raketin bütün kütləsini yanacaq təşkil etməlidir. Doğrudan da, $\frac{m_0}{m} = 2980 = \frac{m_0}{m_0 - m_q} = \frac{1}{1 - \frac{m_q}{m_0}}$

$$\begin{aligned} \text{və ya} \quad & 2980 \left(1 - \frac{mq}{m_0}\right) = 1 \\ & 2980 \frac{mq}{m_0} = 2979 ; \quad mq \approx m_0 \end{aligned}$$

$v_{nis.} = 2$ km/san olduqda yenə də cədvəldən görünür ki, $m_0/m = 54,6$, $v_{nis.} = 4$ km/san- də $m_0/m = 7,39$ və s.

Beləliklə, raketin nisbi faydalı kütləsi qaz şırnağının sürətinin artması ilə sürətlə artır. Raketdən çıxan qazlar mümkün qədər yüksək temperatura və kiçik molyar kütləyə malik olmalıdırlar. Çünki, $v_{nis.} \sim \sqrt{T/\mu}$ –dir.

Müasir raketlərdə $v_{nis.} = 4$ km/san olur. (2) Siolkovski düsturunu elliptik orbitlərdə hərəkət edən raketlərdə (bunlar Aya və planetlərə uçanlardır $v \geq 11,2$ km/san), parabolik orbitdə hərəkət edən raketlərə (bunlar Günəş sistemini tərk edib ulduzlara gedənlərdir $v \geq 16,7$ km/san) də tətbiq etmək olar.

Nəticələr. 1. Daşıyıcı raketin futluyar hissəsinin hava ilə sürtünmədə kəskin qızmasını azaltmağın yolu göstərilib. 2. Raketin hərəkətini davam etdirməsi üçün yanacaq ehtiyatının hesablanması qaydası alınmışdır. 3. Raketin soplosundan çıxan qaz axımının sürətinə əsasən yanacaq sərfi cədvəl şəklində verilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. D.Сивухин. Общий курс физики том. Механика М. Наука, 1984, 520 с.
2. R.Ə.Hüseynov. Astronomiya Bakı: Maarif, 1997, 467 s.
3. М.М.Дагаев. Астрономия Москва Просвещение, 1983, 377 с.

SUMMARY

**Hanali Hasanov
Gunay Khalilzade**

MOVEMENT OF CARRIER ROCKETS

The paper begins with an analysis of the specific features of the movement of launch vehicles. So, at first, they are in the gravitational field of the Earth. Since part of their trajectories passes in the atmosphere or even outside the atmosphere (in emptiness), the reason for their moving is different. On the other hand, shortly after launch, the launch vehicle picks up high speed and encounters strong air resistance in the dense layers of the atmosphere, which causes it to overheat. Also, various living beings, people, and high-precision devices transported into space are subject to overloads.

The first half of the paper is devoted to overcoming these obstacles. It provides information about the propellant and a physical explanation for the movement of the jet. The types of rocket engines and operating principles are also considered.

The equation of motion of a body of variable mass in dynamics, i.e. the application of the Meshchersky equation to a launch vehicle, is physically substantiated.

Thus, when launched, the rocket goes up vertically, and the gas exiting the nozzle under high pressure goes down. Typically, the relative velocity of the gas flow varies over time. However, in this work, the differential equation is integrated, taking it as a constant.

The resulting differential equation is solved, and the dependence of the rocket speed on its mass is found. The fuel consumption is given in the table form, based on the gas flow rate from the rocket nozzle.

In this work, we obtained interesting results.

1. Methods for reducing the heating of a part of the rocket body during friction against air.
2. Calculation of reserves and fuel consumption for the movement of a rocket.

Key words: rocket, space, fuel, gas flow, jet engine, variable mass.

РЕЗЮМЕ

Ханали Гасанов
Гюнай Халилзаде

ДВИЖЕНИЕ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

Статья начинается с анализа специфических особенностей движения ракет-носителей. Так, сначала они находятся в гравитационном поле Земли, но поскольку часть траектории проходит в атмосфере или даже за пределами атмосферы (в пустоте), причина, по которой они движутся, другая. С другой стороны, вскоре после запуска ракета-носитель набирает большую скорость и встречает сильное сопротивление воздуха в плотных слоях атмосферы, что вызывает ее перегрев. Также перегрузкам подвержены различные живые существа, люди и высокоточные устройства, переносимые в космос.

Первая половина статьи посвящена преодолению этих препятствий. Затем дается информация о ракетном топливе и физическое объяснение движения реактивной струи. Также показаны типы ракетных двигателей и принципы работы. Уравнение движения тела переменной массы в динамике – применение уравнения Мещерского к ракете-носителю – физически обосновано.

Таким образом, при запуске ракета идет вверх в вертикальном направлении, а газ, выходящий из сопла под высоким давлением, идет вниз. Обычно относительная скорость газового потока меняется со временем. Однако в данной работе дифференциальное уравнение интегрируется, принимая ее за постоянную.

Полученное дифференциальное уравнение решено и найдена зависимость скорости ракеты от ее массы. Расход топлива приведен в виде таблицы, исходя из скорости потока газа из сопла ракеты.

В работе получены интересные результаты.

1. Способы уменьшения нагрева части корпуса ракеты-носителя при трении о воздух.
2. Расчет запасов и расхода топлива для движения ракеты.

Ключевые слова: ракета, космос, топливо, газовый поток, реактивный двигатель, переменная масса.

QULU HƏZİYEV
atcc55@mail.ru
AMEA Naxçıvan Bölməsi

ASTEROİD-KOMET TƏHLÜKƏSİ PROBLEMI

Son onilliklərdəki elmi araşdırmaların nəticələri göstərir ki, nisbətən böyük təbii obyektlərin Yerlə toqquşma ehtimalı bəşəriyyəti təhdid edən obyektiv bir reallıqdır və bəzi hallarda onun gələcək mövcudluğunun perspektivlərini şübhə altına alır. Bu cür təbii obyektlər Günəş sisteminin kiçik cisimləri - asteroidlər və kometlər, habelə onların təhlükəli məsafələrdə Yerə yaxınlaşan olduqca böyük parçalarıdır. Yer üçün potensial təhlükə yaradan bu təbii obyektlərə təhlükəli göy cisimləri deyilir. Kiçik cisimlərin Yerlə toqquşması yerli, regional və qlobal xarakterli fəlakətlərə səbəb ola bilər. Ölçüləri bir neçə yüz metrə qədər cisimlər yerli fəlakətlərə, bir neçə yüz metr olanlar regional fəlakətlərə və təxminən bir kilometr və ya daha çox olanlar isə qlobal fəlakətlərə səbəb olar.

Açar sözlər: asteroid, komet, zərbə kraterləri, qravitasiya qoşqusu.

Giriş

Günəş sistemini təşkil edən səma cisimlərinin bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olması Günəş sisteminin mövcudluğunu şərtləndirən amillərdən biridir. Qarşılıqlı təsirin əsasında bütün Kainatda, o cümlədən Günəş sisteminə də qravitasiya və ya cazibə təsiri durur. Qravitasiya təsiri bəzən səma cisimlərinin adi toqquşmasına səbəb olur. Günəş sistemi təşəkkül tapmağa başladığı andan bu günə qədər belə toqquşmalar davam etməkdədir. Günəş sisteminin həm təşəkkül tapmasında və sonrakı təkamülündə bu prosesin həlledici rolu olmuşdur.

Yer kürəsinin Günəş sisteminin kiçik cisimləri ilə toqquşmaları həmişə olmuşdur və bu gün də davam etməkdədir. Yerlə toqquşan cisimlərin ölçüləri bir neçə mikrometrdən başlamış yüzlərlə kilometr ola bilər. Başqa sözlə desək, bu cisimlər toz dənəciyindən tutmuş asteroidlərə qədər geniş bir əhatəyə malikdirlər.

Yer kürəsinin ölçüləri bir neçə metri aşmayan kiçik cisimlərlə toqquşması meteor hadisəsi kimi müşahidə olunur. Daha iri obyektlər isə Yerə səthinə düşərək meteoritlərə çevrilirlər. “Səma daşı” adlandırılan meteoritlər lap qədim zamanlardan insanlara məlum idi. Ancaq digər təbiət hadisələri kimi “səma daşlarının” mahiyyəti və mənşəyi haqqında insanlara çox az şey məlum idi. XIX əsrin ikinci yarısından başlayaraq Yerlə toqquşan kiçik cisimlərin təbiəti yavaş-yavaş aydınlaşmağa başladı. Məlum oldu ki, bu cisimlər asteroid və komet mənşəli olmaqla ya çox kiçik asteroidlərdir ya da parçalanmış komet nüvəsinin qəlpələridir.

Problemin astronomik və fiziki aspektləri

XX əsrin ikinci yarısından başlayaraq Yerə sünə peyklərinin və planetlərarası kosmik aparatların vasitəsi ilə yerətrafi fəzanın öyrənilməsi və Yer səthinin kosmosdan tədqiqi nəticəsində Yer kürəsinin digər səma cisimləri ilə toqquşmasının bir çox gözlənilməz aspektləri ortalığa çıxdı. Məlum oldu ki, orbiti Yer orbiti ilə kəsişən və ya yaxınlaşan kifayət qədər asteroid vardır. Yerə sünə peyklərindən alınan görüntülər Yer səthində zərbə xarakterli və diametri kilometrə qədər ölçülən çoxlu sayda krater adlandırılan çuxurların olduğunu göstərdi. Düzdür, kosmik mənşəli belə kraterlərin bəziləri çoxdan məlum olsa da, onların mənşəyi barədə biliklər çox səthi və reallıqdan uzaq idi. Bu iki faktın ortaya çıxması ilə Yer kürəsində biosferanın necə böyük bir təhlükə qarşısında olduğu aşkara çıxdı: məlum oldu ki, diametri bir neçə kilometr olan asteroidin Yerlə toqquşması canlı aləmin tamamilə məhv olmasına səbəb ola bilər və orbiti Yerə orbitinə yaxın olan və nəhəng planetlərin təsirinə məruz qalan ixtiyari asteroid və ya komet Yer kürəsi üçün potensial toqquşma təhlükəsi mənbəyidir. Bundan sonra həm yerüstü vasitələrlə, həm də kosmik aparatların köməklili ilə bu obyektlərin hərtərəfli tədqiqinin və monitorinqinin həyata keçirilməsi başlandı. XX əsrin axırlarından etibarən “Asteroid-komet təhlükəsi” problemi daha da aktualaşdı. Buna səbəb o idi ki, müəyyən şərtlər daxilində texnoloji vasitələrlə mümkün toqquşmanın qarşısını almaq və ya toqquşmanın

nəticələrinin minimuma endirmək imkanı əldə edilmişdir.

Tədqiqatlar göstərir ki, Yer kürəsinin bir planet kimi formalaşdığı dövrdən indiyə qədər iri və çox iri (diametri 1 km-dən böyük) səma cisimləri ilə çoxlu sayda toqquşmalar baş vermişdir. Belə toqquşmalar vaxtı küllü miqdarda enerji ayrılır və nəticədə planetin sərhəndə diametri düşən cismin ölçülərindən 15-20 dəfə artıq olan kraterlər əmələ gəlir. Yer üzərində həm quruda, həm də okeanın dibində 200-dən artıq belə krater aşkar edilmişdir. Bunların içərisində diametri 200 km-dən artıq olan bir neçə krater vardır [1].

Yer kürəsinin səma cisimləri ilə toqquşmasından biosfera üçün yaranan təhlükəni qiymətləndirmək üçün belə hadisələrin dağıdıcı effektini və tezliyini müəyyən etmək lazımdır. Toqquşmanın dağıdıcı effekti müxtəlif faktorlardan – toqquşma cismini ölçülərindən, Yerə nisbətən sürətindən, düşmə bucağından, toqquşma cisminin mineral tərkibindən, düşmə regionundan (oken, quru) və s. asılıdır. Diametri on metrə qədər ölçülən nisbətən kiçik cisimlər əksər halda Yer atmosferində partlayaraq tamamilə və ya qismən parçalanıb dağılırlar. Partlayış vaxtı yaranan zərbə dalğası Yer üzərində lokal dağıntılara səbəb ola bilər. Bu dağıntıların miqyası güclü termonüvə bombasının yaratdığı dağıntılarla müqayisə edilə bilər. Bu cisimlərin Yer səthinə düşən hissəsi diametri yüz metrə qədər, bəzən isə kilometrə qədər olan kraterlərin yaranmasına səbəb olur. Diametri yüz metrə qədər ölçülən cismin Yer səthinə düşməsi onlarla və yüzlərlə min kvadrat kilometr sahəni əhatə edən regional fəlakətə səbəb olar.

Toqquşma cisminin diametri bir neçə kilometrə qədər olarsa, toqquşmanın nəticəsi qlobal fəlakət həddinə çata bilər. Bu halda toqquşmanın Yer kürəsinin hansı regionunda olmasının heç bir əhəmiyyəti yoxdur. Toqquşmanın təsiri ilə bütün Yer kürəsində tufanlar, yanğınlar, zəlzələlər, güclü sunamilər, palçıq və turşu yağışları, atmosferin çox yüksək dərəcədə qızması (yüzlərlə dərəcə) və s. kimi müxtəlif fəlakətlər baş verə bilər.

Bəs baş verə biləcək toqquşmalar haqqında bu gün bizim kifayət qədər məlumatımız varmı? Bu suala cavab vermək üçün bəzi anlayışları izah etmək lazımdır. Periheli məsafəsi 1,3 a. v. və ya 195 milyon kilometr olan asteroid və kometlər Yerlə yaxınlaşan obyektlər hesab olunurlar. Onlardan orbitləri Yerin orbitinə 0,05 a. v.-dən (7,5 milyon kilometr) çox olmayaraq minimum məsafəyə qədər yaxınlaşanları potensial təhlükəli obyektlər sırasına daxil edilir.

Yer kürəsinə yaxınlaşan və potensial təhlükəli obyektlərin aşkar edilməsi çox yüksək tempə artır. Bu onunla əlaqədardır ki, son 20 ildə belə cisimlərin aşkar edilməsində kosmik vasitələrin tətbiqi çox sürətlə həyata keçirilir. Bu müddət ərzində Yerə yaxınlaşan və diametri 1 km-dən artıq olan asteroidlərin 90%-dən çoxu aşkar edilmişdir [2].

Cədvəl 1-də Yerə yaxınlaşan və potensial təhlükəli obyektlərin tipi və miqdarı haqqında 2009-cu ilin sonuna olan məlumatlar öz əksini tapmışdır. Cədvəldən də göründüyü kimi, Yerə yaxınlaşan cisimlər içərisində kometlər sayca azlıq təşkil edir. Ancaq nəzərə almaq lazımdır ki, kometlərin hərəkətini əvvəlcədən proqnozlaşdırmaq çox çətinidir. Dolanma dövrü 200 ildən az olan qısa periodlu kometlərin hərəkətlərinin proqnozlaşdırılması qeyri-qravitasiya effektləri nəticəsində xeyli çətinləşir. Uzun dövrlü kometlər isə ən yaxşı halda Günəşə yaxınlaşmasına bir neçə ay qalmış aşkar edilir.

Bu gün potensial təhlükəli obyektlər haqqında bildiklərimiz təminat vermir ki, sabah, bir ildən sonra, on ildən sonra, yüz ildən sonra, ümumiyyətlə nə vaxtsa Yerlə toqquşma ehtimalı olan daha təhlükəli səma cisimləri aşkar edilməyəcəkdir. Müasir yerüstü müşahidə vasitələrinin imkanlarının müəyyən mənada məhdud olması səbəbindən potensial təhlükəli obyektlərin bəziləri tamamilə təsadüfən aşkar edilmişdir.

Cədvəl 1

S	Obyektin tipi	Obyektin sayı
1	Yerlə yaxınlaşan obyektlər	6500
	<i>kometlər</i>	84
	<i>kilometrlik asteroidlər</i>	795
	<i>hektometrlik asteroidlər</i>	5705
2	Potensial təhlükəli obyektlər	1070
	<i>kometlər</i>	yox
	<i>kilometrlik asteroidlər</i>	146
	<i>hektometrlik asteroidlər</i>	924
3	Şərti təhlükəli obyektlər	75
4	Real təhlükə törədə biləcək obyektlər	1 - Apofis

Promlemin həlli yolları

Problemin uğurlu həll yollarının tapılması üçün ilk növbədə onun müxtəlif aspektlərdən – astrofiziki, geofiziki, kimyəvi, energetik, bioloji, iqtisadi, sosial və s. nöqtəyi-nəzərdən qiymətləndirilməsi vacib şərtlərdən biridir. Bu məqsəd üçün müxtəlif kriteriyalardan istifadə edilir. Bu kriteriyaların işlənilib hazırlanmasında istifadə olunan kəmiyyət və parametrlər arasında toqquma cisminin hərəkət xüsusiyyətləri, ölçüləri, kütləsi və toqquşma ehtimalı əsas yerləri tutur. Baş verə biləcək toqquşmanın mümkün nəticələrinin qiymətləndirilməsi üçün Turin və Palermo şkalaları kriteriyaları tətbiq edilir [3].

Asteroid-komet təhlükəsi probleminin həllinin ikinci mərhələsi müəyyən şərtlər daxilində toqquşmanın baş verməsinin qarşısının alınması və ya toqquşmanın təsirinin minimuma endirilməsi üçün müəyyən elmi-texniki metod və vasitələrin işlənilib hazırlanmasıdır. Metod və vasitələrin seçilməsi təhlükəli obyektin ölçülərindən və qabaqlama vaxtından asılıdır. Qabaqlama vaxtı toqquşmaya qədər qalan vaxt hesab olunur. Əgər qabaqlama vaxtı kifayət qədər çoxdursa (bir neçə onilliklər), onda müasir baxışlara görə toqquşmanın qarşısının alınmasının ən məqsədəuyğun yolu təhlükəli obyektin toqquşma orbitindən uzaqlaşdırılmasıdır. Obyektin orbitinin təhlükəsiz hala gətirilməsi dövrümüzdə aşağıdakı 4 üsuldən biri ilə həyata keçirilə bilər [2]: kosmosa çıxarılan ağır kütləli cismin obyektə toqquşdurulması nəticəsində yaranan kinetik zərbə effekti; qravitasiya təsiri (qravitasiya qoşqusu); obyektin səthində və ya yaxınlığında termonüvə partlayışı vasitəsi ilə itələyici impulsun yaradılması; kiçik reaktiv qoşqulardan, məsələn, elektoreaktiv mühərrikli qurğulardan istifadə etməklə.

Yer kürəsi üçün təhlükə törədən səma cisminin ölçüləri kiçikdirsə və ya kütləsi azdırsa və qabaqlama vaxtı məhduddursa, onda asteroid-komet təhlükəsi probleminin həlli çətinləşir. Əgər obyektin kütləsi kifayət qədər kiçikdirsə, onda sadə mexaniki vasitələrlə – məsələn, kiçik bir kosmik qurğu ilə toqquşdurmaqla, onu elə parçalamaq olar ki, əmələ gəlmiş fraqmentlərin heç biri ayrılıqda ciddi təhlükə mənbəyi olmasın. Mexaniki vasitələrlə parçalanması mümkün olmayan nisbətən daha kütləli obyektlərin fraqmentlərə ayrılması üçün nüvə bombalarından istifadə edilməlidir.

Yerətrafi fəzada mövcud olan potensial təhlükəli səma cisimlərinin Yerlə toqquşmasının qarşısının alınması üçün göstərilən üsullardan hər hansı birinin tətbiq edilməsi əvvəlcədən çox ciddi elmi və texniki hazırlıq işləri görülməlidir. Obyektin və tətbiq ediləcək mümkün üsulların bütün cəhətləri nəzərə alınmalıdır. Elə vəziyyət yarana bilər ki, toqquşmanın qarşısının alınması üçün bu və ya digər səbəbdən heç bir tədbir görülməz. Məsələn, qabaqlama vaxtının az olması səbəbindən təhlükəyə qarşı yönəlmiş heç bir kosmik missiyanı həyata keçirmək mümkün olmaz. Belə vəziyyət baş verərsə, onda toqquşma nəticəsində yarana biləcək dağıntıların və insan itkisinin minimum olması üçün qabaqlayıcı tədbirlər görülməlidir.

Nəticə

XXI əsrin əvvəllərindən etibarən “Asteroid-komet təhlükəsi” problemi çox sürətlə aktuallaşaraq artıq cəmiyyətin əsas problemlərindən birinə çevrilməkdədir. Həm potensial təhlükəli səma cisimləri haqqında əvvəllər əlçatmaz hesab edilən hərtərəfli informasiyaların əldə edilməsi, həm də əksər hallarda toqquşmanın qarşısının alınması və ya dəyəcək ziyanın minimuma endirilməsi üçün müasir elmi və texnoloji bazanın mövcudluğu problemin həlli üçün real imkanlar yaratmışdır. Sadəcə olaraq dünyanın aparıcı dövlətlərinin elmi və texnoloji potensialının imkanlarından istifadə edilməsinin yolları axtarılmalıdır.

Yer kürəsində bəşəriyyəti narahat edən istənilən sayda ekoloji, bioloji, iqtisadi, hərbi və digər problemlər vardır. Asteroid-komet təhlükəsi probleminin digərlərindən fərqli spesifik cəhəti ondan ibarətdir ki, bu problemin həlli üçün Yer üzərində məskunlaşmış sivilizasiyanın ümumi elmi, texniki, maddi və mənəvi potensialından istifadə olunmalıdır. Bu gün bəşəriyyətin qarşısında duran bu ciddi problemə hərtərəfli və geniş diqqət göstərilməsi tendensiyası ümid etməyə imkan verir ki, çox da uzaq olmayan gələcəkdə asteroid-komet təhlükəsi problemi artıq tarixə çevriləcəkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Светцов В.В. Тунгусская катастрофа 30 июня 1908 / Катастрофические воздействия космических тел, Москва: ИКЦ "Академкнига", 2005, с. 167.
2. У.Ф. Хюбнер, Л.Н. Джонсон, Д.С. Бойс и др. Широкомасштабная программа защиты от потенциально опасных объектов // Астрономический вестник, 2009, т. 43, №4, с. 348-356.
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Палермская_шкала

SUMMARY

Gulu Gaziev

PROBLEMS OF ASTEROID-COMET HAZARD

The results of scientific research of recent decades show that the probability of a collision of relatively large natural objects with the Earth is an objective reality that threatens humanity, and in some cases casts doubt on the prospects for its further existence. Such natural objects are small bodies of the solar system - asteroids and comets, as well as rather large fragments of them, which approach the Earth at dangerous distances. These natural objects that pose a potential threat to the Earth are called dangerous celestial bodies. The impact of small bodies on the Earth can lead to disasters of a local, regional and global nature.

Key words: *asteroid, comets, impact craters, gravitational tractor.*

РЕЗЮМЕ

Гулу Газиев

ПРОБЛЕМЫ АСТЕРОИДНО-КОМЕТНОЙ ОПАСНОСТИ

Результаты научных исследований последних десятилетий показывают, что вероятность столкновения относительно крупных природных объектов с Землей – это объективная реальность, угрожающая человечеству, а в ряде случаев ставящая под сомнение и перспективы его дальнейшего существования. Такими природными объектами являются малые тела Солнечной системы – астероиды и кометы, а также достаточно крупные их фрагменты, которые приближаются к Земле на опасные расстояния. Эти природные объекты, представляющие потенциальную угрозу Земле, именуются опасными небесными телами. Удары малых тел о Землю могут привести к катастрофам локального, регионального и глобального характера.

Ключевые слова: *астероид, комет, ударные кратеры, гравитационный тягач.*

**АДЕЛЯ ГУЛИЕВА
НАИЛЯ ГАРДАШБЕКОВА**
Нахичеванский Государственный Университет
АЙГЮН СУЛТАНОВА
Нахичеванский Институт Учителей

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Одной из характерных особенностей современного этапа развития человечества является быстрый рост энергопотребления.

В последние десятилетия мировая солнечная энергетика развивается высокими темпами, солнечные электростанции становятся частью энергетической инфраструктуры многих стран. Развитие солнечных технологий оказывает существенное влияние на экономику. Можно ожидать, что в ближайшие десятилетия солнечная энергетика станет стимулом для экономического развития.

Солнечное излучение представляет собой практически неисчерпаемый источник энергии. Оно поступает во все уголки земли и находится «под рукой» у любого потребителя. Солнечное излучение является экологически чистым, доступным источником энергии, обладающим высоким энергетическим потенциалом. [1]

Метод преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью полупроводниковых солнечных элементов является в настоящее время наиболее разработанным в научном и практическом плане. Он широко используется в системах энергоснабжения космических аппаратов и получает все большее применение в наземных условиях для обеспечения электроэнергией автономных потребителей.

Ключевые слова: *солнечная батарея, максимальная эффективность, полупроводники, коэффициент полезного действия, запрещенная зона, проводимость*

Использование солнечной энергии.

Свет, который излучает солнце на земле, при помощи пассивных, а также активных систем превращается в тепловую энергию. К пассивным системам относятся здания, при строительстве которых применяют такие стройматериалы, которые наиболее эффективно поглощают энергию солнечной радиации. В активную систему входят аккумуляторы, коллекторы, солнечные батареи. [2]

В наше время правильно использовать возсоздаваемые источники тепла в личных целях становится все популярнее. Здесь больше всего отмечается активная система.

В нашей статье мы рассмотрим подробно один из элементов активной системы (солнечную батарею).

Солнечная батарея – это устройство для выработки электричества, работающее только от солнечной энергии. Конструктивно она представляет собой несколько соединенных между собой определенным образом фотоэлектрических элементов, помещенных в защитный корпус со стеклянной передней панелью. Каждая из них сделана из полупроводникового материала, например, кремния, который чаще всего используется в солнечных батареях. Разумеется, несомненными преимуществами кремния являются его высокая распространенность в природе, нетоксичность и относительная дешевизна. [2]

Когда лучи падают на полупроводник, тот нагревается, частично поглощая их энергию. Приток энергии высвобождает электроны внутри полупроводника. К фотоэлементу прилагается электрическое поле, которое направляет свободные электроны, заставляя их двигаться в определенном направлении. Этот поток электронов и образует электрический ток.

Если приложить металлические контакты к верху и к низу фотоэлемента, можно направить полученный ток по проводам и использовать его для работы различных устройств.

Сила тока вместе с напряжением ячейки определяют мощность электроэнергии, производимой фотоэлементом.

Для всех современных солнечных батарей максимальная эффективность преобразования энергии падающего на них света в электрический ток имеет теоретический предел. Например, КПД любых однослойных солнечных элементов, состоящих из одного р-п-перехода, ограничивается пределом Шокли — Квайссера, который определяется долей солнечного света, поглощаемого фотоэлементом, и составляет около 34 процентов. Чтобы преодолеть этот предел, ученые предлагают различные способы, например, используют для проводимости так называемые горячие носители заряда, которые появляются в полупроводнике при поглощении света с энергией больше ширины запрещенной зоны.

Виды солнечных батарей

1. Тонкопленочные.
2. Монокристаллические.
1. Поликристаллические.

Тонкопленочные солнечные батареи

Тонкопленочные батареи состоят из натянутых пленок, которые легко можно установить в любое удобное место. Не боятся пыли и могут работать даже в неблагоприятных условиях. В облачную погоду их эффективность снижается на 20%. Недорогие, но требуют большой площади для установки.

Монокристаллические батареи

Данный вид батарей изготавливается из большого количества индивидуальных ячеек, которые заливаются силиконом. Монокристаллические батареи имеют относительно небольшую массу, компактны в размерах. Их отличает гибкость, малый вес, компактность, надежность и долговечность. Просты в монтаже и зависят от прямых солнечных лучей. При этом даже легкая облачность может привести к прекращению выработки энергии.

Поликристаллические солнечные батареи

Эти батареи от монокристаллических отличаются тем, что в ячейках находятся кристаллы, направленные в разные стороны. Это позволяет улавливать рассеянный свет и меньше зависеть от прямого освещения. Они выпускаются в виде панелей благородного синего цвета. При этом они несколько дешевле, чем монокристаллические модели. Их успешно используют для освещения домов, административных зданий и даже улиц.

СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Физики предложили способ повышения эффективности современных солнечных батарей за счет локального сдавливания полупроводниковых кристаллов при облучении их светом. Сдавливание материала приводит к возникновению в нем градиента механического напряжения и становится причиной впервые обнаруженного флексо-фотовольтаического эффекта, который наблюдается во всех известных полупроводниках, включая кремний.

В материалах, у кристаллической структуры которых отсутствует центральная симметрия, преобразовать дополнительную энергию света в электрический ток также удавалось за счет аномального фотовольтаического эффекта, при котором фотовозбужденные электроны в материале имеют разную подвижность в разных направлениях. Из-за этого при поглощении света электрон смещается вдоль одной из осей кристалла, после чего в результате безызлучательного перехода спускается на соседний валентный уровень и становится способен вновь поглощать свет, смещаясь дальше. В результате возбуждения такого «тока смещения» материал может поглощать свет с энергией, во много раз превосходящую ширину запрещенной зоны. [3]

Большинство солнечных панелей способны работать по 25 лет и более. Однако, первоначальные характеристики со временем ухудшаются, происходит падение производительности и, как следствие, уменьшение КПД. Факторы, влияющие на длительность эксплуатации фотоэлементов: тип конструкции. Чем выше изначальная производительность,

тем более высокие результаты панель будет показывать после многолетней службы условия эксплуатации. В регионах с сильными среднесуточными и среднегодовыми перепадами температур ресурс панелей быстро уменьшается.

LİTERATURA

1. Кашкаров А. Солнечные батареи и модули как источники питания // Современная электроника. 2015.
2. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. «Солнечная энергетика» МЭИ, 2008 год.
3. Алексеев В. В.; Чекарев К. В. Солнечная энергетика. — М.: Знание, 1991.

XÜLASƏ

**Adilə Quliyeva
Nailə Qardaşbəyova
Aygün Sultanova**

GÜNƏŞ ENERJISİNİN İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ

Cəmiyyətin müasir inkişaf mərhələsinin xarakterik cəhətlərindən biri də enerji istehlakının sürətlə artmasıdır.

Son onilliklərdə günəş energetikası yüksək sürətlə inkişaf edir, günəş elektrik stansiyaları bir çox ölkənin enerji infrastrukturunun bir hissəsinə çevrilir. Günəş texnologiyasının inkişafı iqtisadiyyata əhəmiyyətli təsir göstərir.

Yarımqeçirici günəş elementlərindən istifadə edərək günəş enerjisini elektrik enerjisinə çevirmək üsulu hazırda elmi və praktiki olaraq ən inkişaf etmiş metoddur.

Məqələmizdə, aktiv sistemin elementlərindən birini (günəş batareyasını) ətraflı şəkildə nəzərdən keçirəcəyik.

Günəş batareyası, elektrik enerjisi istehsal edən bir cihazdır. Struktur olaraq, müəyyən bir şəkildə bir-birinə bağlı, ön paneli şüşə olan qoruyucu qutuya yerləşdirilmiş bir neçə fotoseldən ibarətdir. Panellərin hər biri yarımqeçirici materialdan hazırlanmışdır.

Açar sözlər: *günəş batareyası, maksimum effektivlik, yarımqeçiricilər, faydalı iş əmsali, qadağan olunmuş zona, keçiricilik.*

SUMMARY

**Adila Quliyeva
Naila Gardashbeyova
Aygün Sultanova**

DEVELOPMENTAL PERSPECTIVES OF SOLAR ENERGY

One of the characteristic features of the modern society development is the rapid increase in energy consumption. In recent decades, solar energy has been developing rapidly, and solar electric stations are becoming a part of the energy infrastructure of many countries. The development of solar technology has a significant impact on the economy. Converting solar energy into electrical energy by using semiconductor solar cells is currently the most scientifically and practically developed method. The article deals with one of the element of active system (solar battery) thoroughly. A solar battery is a device that transmits electric energy. Structurally, it consists of several photocells placed in a protective box with glass. Each panel is made of semiconductor material.

Key words: *solar battery, maximum effectiveness, semiconductor, efficiency factor, restricted area, conductivity*

УЛЬВИ ВЕЛИЕВ

Батабатская Астрофизическая
Обсерватория Нахичеванского
Отделения НАНА

НАРИМАН ИСМАИЛОВ

ismailovns hao@gmail.com
Шамахинская Астрофизическая
Обсерватория им. Н.Туси НАНА,

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ В СПЕКТРАХ ЗВЕЗД

В работе изложен применяемый метод построения распределения энергии в спектрах звезд по данным широкополосных фотометрических величин в спектральном диапазоне 0.36-100 мкм. Для этого были использованы результаты многоцветных фотометрических наблюдений в системе UBVRJHK, а также данные каталогов WISE и IRAS. Данные разных каталогов трансформированы в потоки в единой системе единиц. Данная методика была применена для пробных стандартных звезд, а также для звезд, которые обладают газовым или газопылевым диском. Предполагается, что наблюдаемый избыток излучения формируется в околозвездном диске, который формируется, после диссипации протопланетного диска.

Ключевые слова: звезды, околозвездные диски, кривые распределение энергии

Введение. В практической астрофизике представляет интерес изучение распределения энергии в спектрах (РЭС) исследуемых космических объектов. Известно, что, например, звезды, обладающие околозвездным газопылевым диском, имеют значительное инфракрасное (ИК) излучение в ближней и дальней ИК области спектра. К таким объектам можно отнести звезд типа Т Тельца, Ae/Be Хербига, Be звезды, разные типы пекулярных галактик с активными ядрами, и т.д. Характер излучения околозвездного диска в ИК части спектра может дать исчерпывающую информацию о физике и строении околозвездных дисков у названных объектов. В настоящей работе приводится метод построения кривых РЭС который в дальнейшем будет применен для изучения спектров небесных тел.

Метод. Одним из методов построения РЭС основан на данных наблюдений многоцветной фотометрии. В настоящей работе мы будем подробно излагать метод построения РЭС у молодых звезд на основании данных международной широкополосной UBVRJHKLM фотометрии. Кроме того, для более широкого ИК диапазона можно использовать данные каталогов Wide-field Infrared Survey Explorer (WISE) [1] и Infrared Astronomical Satellite (IRAS) [2], о которых мы будем написать ниже.

Многоцветная фотометрическая система UBVRJHKLM формировалась на базе классической системы UBV Джонсона [3], и далее, с развитием технологии производства светоприемников в ИК части спектра, была дополнена разными фильтрами, которые позволяют охватывать диапазон длин волн $\lambda \sim 0.36-34$ мкм. Принцип построения РЭС у разных объектов на основании звездных величин, полученных в разных полосах широкополосной фотометрии, состоит в переводе имеющиеся звездные величины m_λ в абсолютные потоки F_λ по известному выражению

$$F_\lambda = F_0 \cdot 10^{-0.4(m_\lambda - m_0)} \quad (1)$$

Здесь F_0 –адаптированный поток излучения для нуля-пункта системы, когда m_0 принимается равным нулю. Привязка обычно выполняется к адаптированному абсолютному потоку излучения стандартной звезды A0V нулевой величины во всех полосах излучения [4]. Таким стандартом с определенным приближением может быть и звезда Вега.

Но прежде чем, выполнять эту работу, необходимо знать коэффициент межзвездного покраснения для каждой звезды и полученные звездные величины для каждой фотометрической полосы нужно очищать от межзвездного покраснения. В каталогах часто можно найти коэффициент покраснения в V-полосе A_V , или так называемый, избыточный показатель цвета, или колор-эксцесс $E(B-V)$. Колор-эксцесс $E(B-V)$ определяется соотношением

$$E(B-V) = B-V - (B-V)_0 \quad (2)$$

Величина межзвездного поглощения A_V определяется выражением

$$A_V = R \cdot E(B-V) \quad (3)$$

Для нормального закона межзвездного поглощения коэффициент $R \sim 3.1$. В пределах длины волны меньше 3.5 мкм закон межзвездного покраснения имеет в основном одинаковый характер [5]. Для определения величины межзвездного поглощения для любой другой длины волны A_λ можно применить формулу

$$A_\lambda / E(B-V) = E(\lambda-V) / E(B-V) + R \quad (4)$$

Данные каталога WISE

Для калибровки нуль-пункта этой системы по абсолютному потоку в веб сайте миссии (https://wise2.ipac.caltech.edu/docs/release/allsky/expsup/sec4_4h.html#WISEZMA) приводятся следующие коэффициенты для полос 3.4, 4.6, 12 и 22 мкм: $8.178 \cdot 10^{-15} \text{ W cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$, $2.415 \cdot 10^{-15} \text{ W cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$, $6.515 \cdot 10^{-17} \text{ W cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ и $5.09 \cdot 10^{-18} \text{ W cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$, соответственно. Эти потоки легко выразить в ангстремах, и тогда получим нужные нам коэффициенты нуль-пункта для перехода в абсолютные потоки:

$$\begin{aligned} (F_{W1})_0 &= 8.178 \cdot 10^{-12} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1}, \\ (F_{W2})_0 &= 2.415 \cdot 10^{-12} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1}, \\ (F_{W3})_0 &= 6.515 \cdot 10^{-14} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1}, \\ (F_{W4})_0 &= 5.09 \cdot 10^{-15} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1}. \end{aligned} \quad (4)$$

Данные каталога IRAS

Для дополнения кривых РЭС программных звезд в далекой ИК части спектра мы использовали фотометрические данные каталога миссии IRAS (США, Англия и Нидерланд), (<https://irsa.ipac.caltech.edu/IRASdocs/iras.html>) приведенные в следующих эффективных длинах волн: 12, 25, 60 и 100 мкм, соответственно. Плотности потока излучения в этих полосах приводятся во внесистемной единице Янских (Jy), поэтому приходится перевести их в более популярную и привычную единицу потока в $\text{erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1}$.

Поскольку единица Jy в системе СГС выражается частотой следующим соотношением, $1 \text{ Jy} = 10^{-23} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$, для перевода на длины волны в \AA , нужно вычислить поток, соответствующий к единице частоты. Из известного соотношения для элементарного участка длин волн $\delta\lambda$ и частоты $\delta\nu$ можно написать

$$\nu = \frac{c}{\lambda}, \quad \partial\nu = -\frac{c}{\lambda^2} \partial\lambda \Rightarrow \frac{\delta\lambda}{\delta\nu} = -\frac{\lambda^2}{c} \quad (5)$$

После вычисления из выражения (5) величину λ^2/c , приведенную плотность потока в Jy нужно поделить на эту величину. Для полосы $\lambda = 120000 \text{ \AA} = 12 \mu\text{m}$ получим

$$\left| \frac{\delta\lambda}{\delta\nu} \right| = \frac{(1.2 \cdot 10^5)^2}{3 \cdot 10^{18} \text{ \AA s}^{-1}} = \frac{1.44 \cdot 10^{10} \text{ \AA}^2}{3 \cdot 10^{18} \text{ \AA Hz}} = 0.48 \cdot 10^{18} \text{ \AA Hz}^{-1}$$

Тогда,

$$1 \text{ Jy} = 10^{-23} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ Hz}^{-1} / 0.48 \cdot 10^{18} \text{ \AA Hz}^{-1} = 2.08 \cdot 10^{-15} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1} \quad (6)$$

Сейчас на примере данных звезды **HD 33917**, мы вычислим потоки во всех полосах ИК области. Нужно просто значение, соответствующее 1 Jy из (6) умножить на величину плотности потока, приведенной в полосе 12 мкм. Из каталога находим, что $F_{12} = 0.252 \text{ Jy} = 5.24 \cdot 10^{-16} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1}$.

Аналогичные вычисления сделаем для остальных трех полос.

Для полосы $\lambda=25 \text{ \AA} = 250000 \text{ \AA}$

$$\delta\lambda\delta\nu = - (2.5 \cdot 10^5)^2 \text{ \AA}^2 3 \cdot 10^{18} \text{ \AA} \cdot \text{Hz} = - 6.25 \cdot 10^{10} \text{ \AA}^3 \cdot 10^{18} \text{ Hz} = -2.08 \cdot 10^{-8} \text{ \AA} \cdot \text{Hz}^{-1},$$

$$1 \text{ Jy} = 10^{-23} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ Hz}^{-1} / 2.08 \cdot 10^{-8} \text{ \AA} \cdot \text{Hz}^{-1} = 4.807 \cdot 10^{-16} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1} \quad (7)$$

для той же звезды из каталога берем

$$F_{25} = 0.25 \text{ Jy} = 1.2 \cdot 10^{-16} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1}.$$

Для двух остальных полос получаем, соответственно, $\lambda=60 \text{ \AA} = 6 \cdot 10^5 \text{ \AA}$

$$\frac{\delta\lambda}{\delta\nu} = - \frac{(6 \cdot 10^5 \text{ \AA})^2}{3 \cdot 10^{18} \text{ \AA} \cdot \text{Hz}} = - \frac{36 \cdot 10^{10} \text{ \AA}}{3 \cdot 10^{18} \text{ Hz}} = 12 \cdot 10^{-8} \text{ \AA} \cdot \text{Hz}^{-1} = 1.2 \cdot 10^{-7} \text{ \AA} \cdot \text{Hz}^{-1}$$

$$1 \text{ Jy} = 10^{-23} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ Hz}^{-1} / 1.2 \cdot 10^{-7} \text{ \AA} \cdot \text{Hz}^{-1} = 8 \cdot 10^{-17} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1} \quad (8)$$

$$F_{60} = 0.4 \text{ Jy} = 3.2 \cdot 10^{-17} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1}$$

И наконец, для $\lambda=100 \text{ \AA} = 10^6 \text{ \AA}$

$$\frac{\delta\lambda}{\delta\nu} = - \frac{(10^6 \text{ \AA})^2}{3 \cdot 10^{18} \text{ \AA} \cdot \text{Hz}} = \frac{10^{12} \text{ \AA}}{3 \cdot 10^{18} \text{ Hz}} = 3.33 \cdot 10^{-7} \text{ \AA} \cdot \text{Hz}^{-1}$$

$$1 \text{ Jy} = 10^{-23} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ Hz}^{-1} / 3.33 \cdot 10^{-7} \text{ \AA} \cdot \text{Hz}^{-1} = 3 \cdot 10^{-17} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1} \quad (9)$$

$$F_{100} = 5.623 \text{ Jy} = 1.68 \cdot 10^{-16} \text{ erg s}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ \AA}^{-1}$$

Существуют сайты, которые в онлайн режиме позволяют перевести потоки в желаемую форму единиц (см. например, <https://www.gemini.edu/sciops/instruments/mid-ir-resources/imaging-calibrations/flux-conversion-tool>, и еще <https://www.nebulousresearch.org/codes/fluxunits>). В последнем сайте можно проверить свои вычисления, чтобы убедиться о правильности перевода единиц.

Прежде чем построить кривые РЭС программных звезд, для проверки правильности применяемой методики и выполненных вычислений мы построили кривые РЭС для многих звезд стандартов и для звезд с разными околосредними характеристиками. В работе [6] показано, что звезда Вега имеет слабую оболочку, или кольцо из пыли, которое выявляется только при 60-100 мкм. Авторы объяснили такое излучение пылевыми частицами размером более миллиметра и температурой около 85 К.

Для проверки методики мы использовали звезд-стандартов, которые приведены в работах [6, 7], и построили для них кривые РЭС по нашей методике. На рис.1 приведены графики кривых РЭС, построенные по нашей методике. Каждый из рисунков состоит из двух панелей. В верхней панели показана экспериментальная кривая, которая в интервале 0.36-20 мкм была аппроксимирована моделью Куруча (сплошная кривая), а также планковской кривой (пунктирная линия в интервале 0.36-100 мкм. Как видно, обе кривые хорошо ложатся на наблюдательные данные по звездам. Во второй нижней панели приведена разность потоков

излучения звезды и модели в той же шкале абсцисса. Для нормальных звезд эта разность равна нулю. На рис.1 показан уровень разброса точек для стандартной звезды. У звезд с избыточным излучением, такая разность значительно отличается от нуля. Это позволяет учитывать вклад избыточного излучения на излучения от самой звезды.

На рис.2 показаны аналогичные кривые РЭС для звезды Ae Хербига HD 179219 и Т Тельца V410 Тау. Как видно, обе молодые звезды демонстрируют значительное ИК избыточное излучение, которое растет с длиной волны.

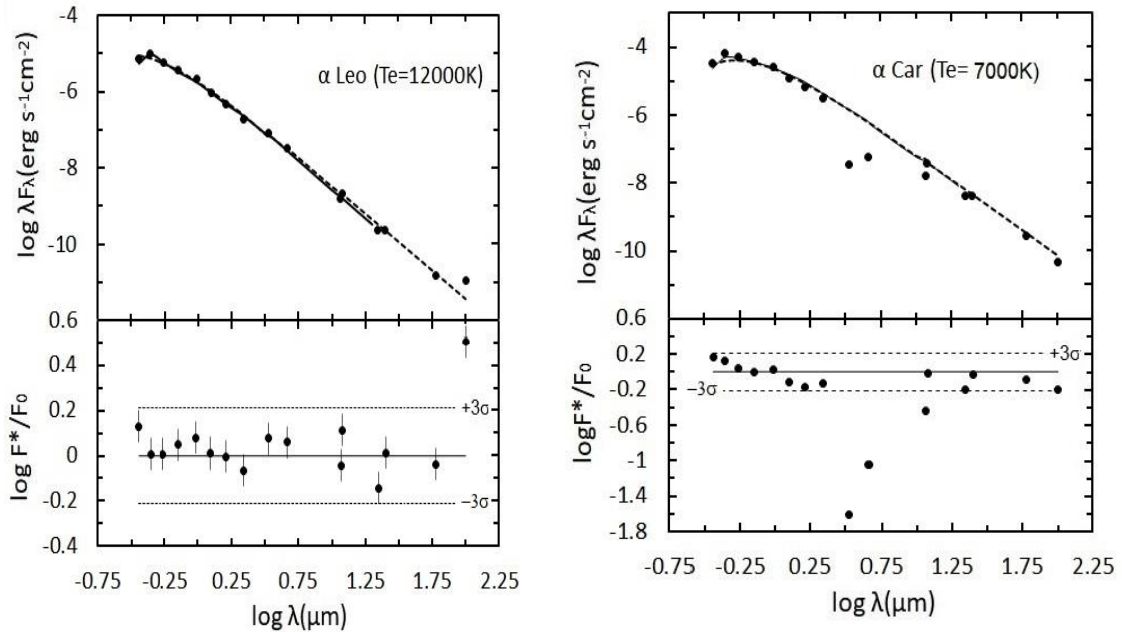
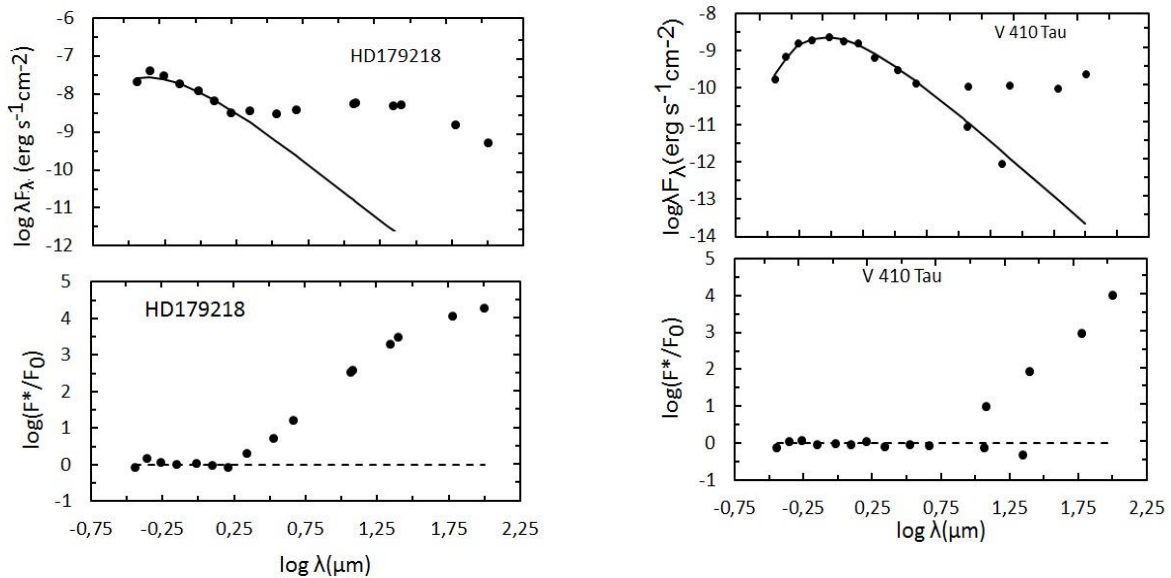


Рис.1. Кривые РЭС для стандартных звезд α Leo и α Car.



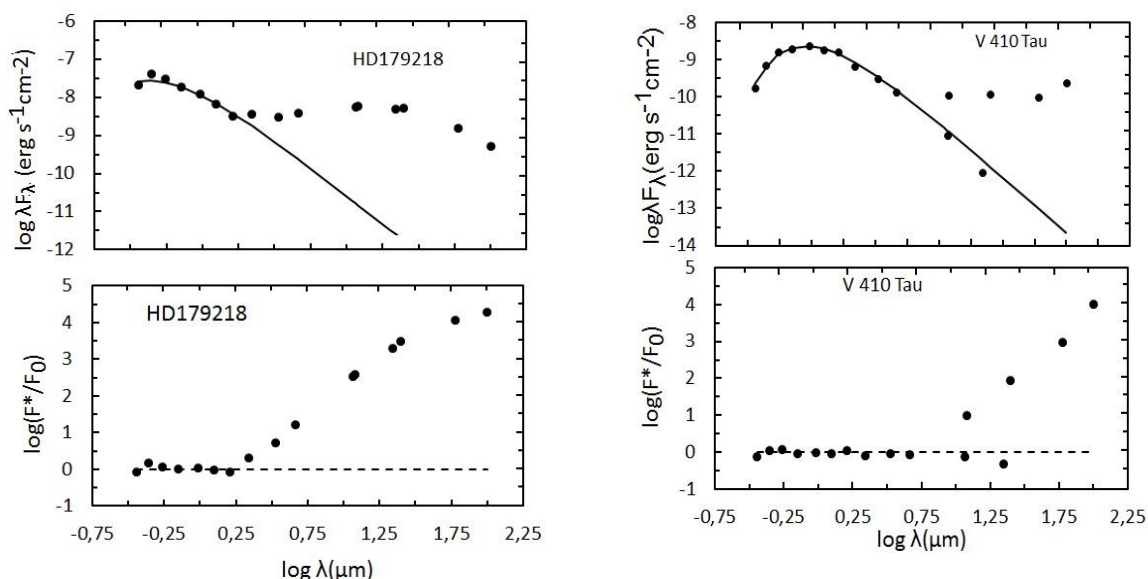


Рис.2. Кривые РЭС для звезды Ae Хербига 179218 (слева) и звезды типа Т Тельца V410 Tau (справа).

Заклучение

В работе была детально изложена методика построения кривых РЭС в спектральном диапазоне от 0.36 до 100 мкм. Полученные наблюдательные данные можно аппроксимировать с моделью Куруча, а также с помощью планковского излучения. Это позволит изучить распределение потока излучения различных космических объектов, звезд, галактик, и т.д.

Получено выражение меры избыточного ИК излучения, которая позволяет оценить долю газового излучения диска относительно излучения звезды. Этот параметр позволяет оценить эволюционный статус околозвездного диска.

Работа будет полезна всем научным работникам, которые интересуются диссипацией околозвездных дисков, вопросами образования планет, формированием солнечной системы и вопросами РЭС космических объектов.

Работа была выполнена при поддержке Фонда Развития Науки при Президенте АР (грант No EIF-BGM-4-RFTF- 1/2017-21/07/1).

ЛИТЕРАТУРА

1. SIMBAD-Vizer, 2012yCat.2311, 0C
2. <https://irsa.ipac.caltech.edu/IRASdocs/exp.sup/>
3. Johnson H.L., 1950, ApJ 112, 240.
4. Страйжис В.Л. Многоцветная фотометрия звезд. Моклас, Вильнюс, 1977, с.312
5. Savage, B. D., and Mathis, J. D. 1979, Ann. Rev. Astr. Ap., 17, 73.
6. Aumann et al., 1984, ApJ 278, L23-L27
7. Aumann H.H., PASP 1985, 97, 885

XÜLASƏ

**Ülvü Vəliyev
Nəriman İsmayılov**

ULDUZLAR SPEKTRADA ENERJİ PAYLAŞMASI

İşdə genişzolaqlı fotometrik müşahidələrin əsasında 0.36-100 mkm aralığında ulduzların spektral enerji paylanma əyrilərinin qurulması metodu şərh olunmuşdur. Bunun üçün UBVRİJHK çoxrəngli fotometrik sistemdə müşahidə nəticələri, habelə WISE və IRAS kataloqlarının nəticələri istifadə olunmuşdur. Müxtəlif kataloqların verilənləri eyni vahidlər sistemi ilə ifadə olunan sellə ifadə edilmişdir. Metod standart ulduzlar və qaz və toz diskinə malik ulduzlar üçün tətbiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, müşahidə olunan şüalanma artıqlığı planetlər yarandıqdan sonra qalıq diskdə formalaşır.

Açar sözlər: ulduzlar, ulduz ətrafı disklər, enerji paylanma əyriləri

SUMMARY

**Ulvi Valiyev
Nariman Ismailov**

ENERGY DISTRIBUTION IN THE SPECTRA OF STARS

The paper describes the applied method for carrying out the energy distribution in the spectra of stars on the data of broadband photometric values in the spectral range of 0.36-100 μm . For this, the results of multicolor photometric observations in the UBVRİJHK system, as well as data from the WISE and IRAS catalogs, were used. Data from different catalogs are transformed into fluxes in a same system of units. This technique was applied to test standard stars, as well as to stars that have a disk of gas and dust. It is assumed that the observed excess of radiation is formed in the circumstellar disk, which is formed after the dissipation of the protoplanetary disk.

Key words: stars, circumstellar disks, energy distribution curves

ASTRONOMİYADA ŞÜALANMA ENERJİSİNİ XARAKTERİZƏ EDƏN KƏMİYYƏTLƏR

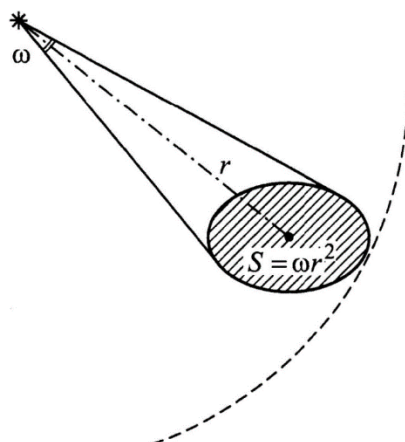
Məqalədə şüalanmanı xarakterizə edən energetik kəmiyyətlər haqqında məlumat verilir. Bunlardan şüalanma enerjisinin miqdarı, şüalanma seli, işığın gücü, energetik işıqlanma ilə bağlı qısaca bəhs olunur. İki nöqtəvi mənbə arasındakı ulduz ölçülərinin fərqi Poqson qanunu ilə ifadə olunmuşdur. Şüalanma qəbuledicilərinin bir çoxu selektiv xüsusiyyətinə malikdirlər, yəni tam enerjiyə yox elektromaqnit şüalanmasının müəyyən diapazonuna həssaslıq göstərirlər. Belə ki, müxtəlif dalğa uzunluqlarında düşən eyni şüa enerjisi miqdarına qəbuledici müxtəlif qiymətlər göstərəcəkdir.

Açar sözlər: şüalanma enerjisi, ulduz parlaqlığı, energetik kəmiyyətlər, şüalanma seli, Poqson qanunu.

Fərz edək ki, nöqtəvi şüalanma mənbəyinin ölçüləri ona qədər olan məsafədən nəzərə alınmayacaq qədər kiçikdir. Belə mənbə ulduz ola bilər (şəkil 1). Əgər bu nöqtəvi şüalanma mənbəyini hər tərəfdən radiusu r olan xəyali sfera ilə əhatə etmiş olsaq, onda sahəsi olan bu sferanın tam səthindən t zaman müddətində W elektromaqnit şüalanması keçmiş olacaqdır.

Vahid zamanda bu sferanın səthindən keçən şüalanma enerjisinin miqdarı

$$L = \frac{W}{t} \quad (1)$$



Şəkil 1. Əsas işıq kəmiyyətlərinin təyin olunması

olacaqdır. Mənbəyin elektromaqnit şüalanmasının gücünü tam xarakterizə edən bu kəmiyyət astronomiyada ulduz parlaqlığı adlanır. Qeyd edək ki, fizika və texnikada parlaqlıq dedikdə işıq saçan səthin vahid həcmindən bütün istiqamətlərdə yayılan tam şüalanma axını nəzərdə tutulur. Bir çox halda ulduzun parlaqlığı saniyədə erqlə və yaxud vattla deyil, başqa bir ulduzun, məsələn, Günəşin parlaqlığının hansı hissəsi qədər olması kimi dəyərləndirirlər. Qeyd edək ki, Günəşin parlaqlığı

$3.8 \cdot \frac{10^{33} \text{ erq}}{\text{s}} = 3.8 \cdot 10^{26} \text{ Vt}$ kimidir. Təsəvvür edək ki, nöqtəvi mənbədə konusun təpəsini yerləşdirmişik və ω cisim bucağına baxırıq [2].

İşığın düz xətt boyunca yayılması qanununa əsasən bu konusun hüdudunda mənbədən çıxan şüalanma hər zaman bu konusun daxilində qalacaqdır. Seçdiyimiz sferada konus sahəsi S olan bir hissə ayırmış olur. Bu aralıq ω bucağı ilə aşağıdakı şəkildə asılıdır.

$$S = \omega r^2$$

Verilmiş sahədən vahid zamanda keçən W_S – işıq enerjisi miqdarı şüalanma seli adlanır. Sel bir qayda olaraq, F ilə işarə olunur:

$$F = \frac{W_S}{t}$$

Astrofotometriyada hər zaman qəbuledicinin giriş deşiyindən keçən sel ölçülür: (teleskopun obyektivi, gözün bəbəyi və s.)

Əgər verilmiş istiqamətdə yayılan şüalanma selinin bir steradian üçün hesablasaq, yəni S sahəsindən keçən F selinin sferanın sahəsinə olan nisbətini $1/r^2$ cisim bucağının sahəsinə vursaq, bu zaman alınan güc

$$I = F \frac{r^2}{S} = \frac{F}{\omega} = \frac{L}{4\pi} \quad (2)$$

kimi olar. (2) ifadəsi işıq gücü adlanır.

Bu şüalanma enerjisinin verilmiş istiqamətdə yayılan, amma sanki izotrop olaraq bir steradian aralığı üçün hesablanmış gücünü göstərir.

Parıqlıq və işıq gücü mənbəyin xarakteristikalarıdır və qəbuledicidən asılı deyildir. Işıq selinin qiyməti isə həm mənbənin xarakteristikasıdır, həm də qəbuledicinin giriş yarığından asılıdır. Müxtəlif qəbuledicilərdə bu yarığın ölçüsü müxtəlif olduğundan (teleskopların güzgülərinin ölçüləri müxtəlifdir və s.) elə bir kəmiyyət lazımdır ki, müxtəlif sahəli səthlərdən keçən gücləri müqayisə etmək mümkün olsun. Bunun üçün bütün S sahəsinin vahid sahəsinə (sm^2 , m^2 və s.) uyğun şüalanma miqdarını hesablamaq lazımdır. Vahid zamanda vahid sahəyə düşən şüalanma miqdarına energetik işıqlanma deyilir [1].

$$E = \frac{F}{S} = \frac{I\omega}{S} = \frac{I}{r^2} \quad (3)$$

İşıqlanma $\text{erq}/\text{c sm}^2$ ölçü vahidi ilə təyin olunur (və ya BS vahidlərində Vt/m^2 ilə təyin olunur).

Fərz edək ki, iki nöqtəvi mənbə vardır və onlardan biri bizim gözümüzdə (və yaxud teleskopun obyektivində) E_1 işıqlanması, digəri isə E_2 işıqlanması yaradır. Aşağıdakı kəmiyyət 1 və 2 mənbələrinin ulduz ölçülərinin fərqi adlanır.

$$m_1 - m_2 = -2,5 \lg \frac{E_1}{E_2} \quad (4)$$

XIX əsrin ortalarında təklif olunan (4) düsturu Poqson qanununun ifadəsidir. Bu, iki enerjini və iki ulduz ölçülərini əlaqələndirən tamamilə doğru və dəqiq ifadədir.

Bəzən Poqson qanununun onluq deyil, natural loqarifma şəklində yazmaq daha mənasız olur. Bu halda düsturda $2,5/\ln 10$ əmsalı ortaya çıxır ki, bu da təxminən 1,086- ya bərabərdir.

$$m_1 - m_2 = -\frac{2,5}{\ln 10} \ln \frac{E_1}{E_2} \approx -1,086 \ln \frac{E_1}{E_2} \quad (5)$$

Poqson düsturu insan gözünün şüalanmanın yeganə qəbuledicisi olduğu zamanlar astrofotometriyada böyük rol oynamışdır. Lakin digər qəbuledicilər meydana gəldikcə aydın oldu ki, bu düstur çox az effekt verir. Mənbələrdən çıxan energetik dəstələr – bu heç də bizim konkret cihazlar (fotoplastinka, fotoelement və s.) tərəfindən qəbul edilən birşeylər deyil və müxtəlif qəbuledicilər tərəfindən müəyyən olunan ulduz ölçülərini bir-biri ilə müqayisə etmək olmaz. Şüalanma qəbuledicilərinin bir çoxu selektiv xüsusiyyətinə malikdirlər, yəni tam enerjiyə yox, elektromaqnit şüalanmasının müəyyən diapazonuna həssaslıq göstərilir. Belə ki, müxtəlif dalğa uzunluqlarında düşən eyni şüa enerjisi miqdarına qəbuledici müxtəlif qiymətlər göstərəcəkdir. Doğrudur, elə

qəbuledicilər var ki, məhz bütün enerjiyə həssaslıq göstərir və onlar bolometrlər adlanırlar. Onlar geniş dalğa uzunluğunda diapazonunda şüalanmanın bütün dalğauzunluqları üçün eyni həssaslıq göstərir. Müasir bolometrlər üçün əsas çatışmazlıq onların həssaslıqlarının kiçik olmalarındadır. Belə cihazları kifayət qədər güclü işıqseli ilə işıqlandırmaq lazımdır ki, astronomik obyektlər üçün bu heç də həmişə mümkün olmur [4].

Göz də daxil olmaqla bütün selektiv qəbuledicilər çox yüksək həssaslığa malik olurlar. İnsan gözü artıq bəbəyə bir neçə onlarla kvantın düşməsi ilə işığı hiss edə bilər. Empirik olaraq müəyyən edilmişdir ki, əgər insan gözü üçün xarakterik olan 0,1 san müddətindən bəbəyə bir neçə onlarla kvant düşərsə, bu zaman qaranlığa yaxşı adaptasiya olunmuş göz bu işıq selini görüntü olaraq hiss edəcəkdir. Eyni şeyi müasir fotoelektrik qəbuledicilər haqqında da demək olar. Həqiqətən (4) və (5) düsturlarındakı E_1 və E_2 energetik işıqlanmalar şüalanma enerjisinin mahiyətini ifadə etməklə geniş spektral diapazonu əhatə edə bilər. Əgər müəyyən tezlik və ya dalğa uzunluğu üçün kiçik bir dalğa uzunluğu intervalında şüalanma selinin bu intervala olan nisbətini götürsək, o zaman enerji selinin spektral sıxlığını almış olarıq. Analoji olaraq işığın gücünü və işıqlanmanın spektral sıxlığını almaq olar [3].

Spektral sıxlıq həm vahid tezliyə, həm də vahid dalğa uzunluğuna aid edilə bilər. Bəzən spektral sıxlıq termini yerinə xüsusi axın və ya xüsusi işıqlanma terminləri işlənir, lakin nəzərə almaq lazımdır ki, energetik işıqlanmanın spektral sıxlığı və energetik axını (selin) spektral sıxlığı terminləri də metrologiyada qəbul edilmişdir. Energetik işıqlanmanın spektral sıxlığı termini üçün qısaca EİSS yazılışı qəbul edilmişdir və BS-də bu kəmiyyət Vt/m^2 -dir. Bir çox ulduz spektrofotometrik kataloqlarda müxtəlif ulduzlar tərəfindən Yer atmosferinin yuxarı sərhədində yaradılan EİSS qiymətləri bu vahidlərdə verilmiş olur. Bir qayda olaraq, “energetik işıqlanmanın spektral sıxlığı” və ya “enerji selinin spektral sıxlığı” terminlərindən geniş istifadə olunmur. Ona görə ki, astronomiyada bütün bu funksiyaları spektrdə enerjinin paylanması $E(\lambda)$ adlandırmaq qəbul olunmuşdur. Ulduzun spektrindəki enerjinin məxsusi paylanması $E_0(\lambda)$ ilə ulduzun yer atmosferinin yuxarı sərhədindəki spektrindəki enerji paylanması $E(\lambda)$ –ni fərqləndirmək lazımdır. Günəş sistemi istiqamətində yayılarkən ulduzun işığı ulduzlararası mühitdə udulma və səpilmə nəticəsində zəifləyir. Bu halda aydındır ki,

$$E(\lambda) = E_0(\lambda) \cdot [E(\lambda)]^x \quad (6)$$

burada $E(\lambda)$ vahid ulduzlararası maddədə (mühitdə) işığın spektral zəifləməsi, X isə ulduzun işığın yolundakı ulduzlararası maddə vahidlərinin sayıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Альбицкий В.А., Вязаницын В.П. и др. Курс астрофизики и звёздной астрономии. Том I, Москва: Гостехиздат, 1951, 525 с.
2. Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. Москва: Наука, 1977, 543 с.
3. Мельников О.А., Михельсон Н.Н., Брейдо И.И. и др. Курс астрофизики и звёздной Том I, изд. 2-е, перераб. и дополн. Москва: Наука, 1973. 495 с.
4. Страйжис В.Л. Многоцветная фотометрия звезд. Вильнюс: Мокслас, 1977. 257 с.

SUMMARY

Turkan Mammadova

**CHARACTERIZING RADIATION ENERGY QUALITIES THAT CHARACTERIZED
RADIATION**

The article provides information on the energy quantities that characterized radiation. These are briefly discussed in terms of the amount of radiant energy, the radiation flux, the intensity of the light, and the energetic illumination. The difference in stellar size between two point sources is expressed by Pogson's law. Many radiation receivers are selective, that is they are sensitive not to full energy but to a certain range of electromagnetic radiation. Thus, the receiver will show different values for the same amount of radiant energy falling at different wavelengths.

Key words: radiation energy, star brightness, energy quantities, radiation flux, Pogson's law.

РЕЗЮМЕ

Туркан Маммедова

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КАЧЕСТВА, КОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИЗУЮТ
ИЗЛУЧЕНИЕ**

В статье представлена информация об энергетических величинах, характеризующих излучение. Они кратко обсуждаются с точки зрения количества лучистой энергии, потока излучения, интенсивности света и энергетического освещения. Разница в размерах звезд между двумя точечными источниками выражается законом Погсона. Многие приемники излучения являются селективными, то есть они чувствительны к определенному диапазону электромагнитного излучения, а не к полной энергии. Таким образом, приемник будет показывать разные значения для одного и того же количества лучистой энергии, падающей на разных длинах волн.

Ключевые слова: энергия излучения, яркость звезды, величины энергии, поток излучения, закон Погсона.

UZUNDÖVRLÜ KOMETLƏR

Məqalədə uzundövrüli kometlərin bəzi xarakterik xüsusiyyətlərindən bəhs olunur. Göstərilir ki, bu kometlər arasında orbital parametrləri bir-birinə çox yaxın olan obyektələr vardır. Tədqiqatçıların fikrincə, bu, uzundövrüli kometlər sistemində presessiyanın nəticəsidir. Bu baxımdan “Kreyts ailəsi” kometlərini xüsusi qeyd etmək lazımdır. Uzundövrüli kometlər üçün Tisseran sabitinin qiymətləri istənilən sistemdə geniş diapazona malikdir və heç bir qanunauyğunluq aşkar edilmir. Tanınmış kometoloqların fikrincə isə, bütün bu qanunauyğunluqların hamısı mübahisəsiz deyil və bəziləri kosmoqonik şərhə malik olmaya bilər. Bunlardan bəzilərinin seleksiya effektinin nəticəsi olması mümkündür.

Açar sözlər: komet, uzundövrüli komet, “Kreyts ailəsi”, ekliptik uzunluq, Tisseran sabiti

Günəş sistemindən çox uzaqda ikən, kiçik solğun dumanlığa bənzəyən kometlər, ulduzlara nisbətən sürətli yerdəyişmələri və xarici görünüşlərinin dəyişilməsi ilə diqqəti cəlb edirlər. Digər göy cisimlərindən fərqli olaraq, kometlər üçün həm düz, həm də tərs hərəkət xarakterikdir. Günəş ətrafında dolanma müddətinə görə qısdövrüli və uzundövrüli olaraq, əsasən, iki sinfə ayrılırlar. Qısdövrüli kometlər üçün yalnız düz hərəkət xarakterikdir. Uzundövrüli kometlərdən həm düz, həm də tərs hərəkət edənləri var. Əksər komet orbitləri böyük eksentrisitetə malik olub, Yer orbiti ilə müxtəlif meyl bucağı əmələ gətirirlər.

Hal-hazırda 1000-dən çox kometin orbiti təqribi hesablanmışdır. Bunlardan 190-a yaxını periodik orbitə malikdir. Kometlərin Günəş ətrafında fırlanma vaxtı 200 ildən az olduqda qısaperiodlu, 200 ildən çox olduqda isə uzunperiodlu kometlər olaraq adlandırılmışdır. Bilinən ən az perioda sahib kometin periodunun 3 il 4 ay olduğu müəyyən edilmişdir. Halley kometi 75,3 ildən bir müşahidə olunduğuna görə ortaperiodlu komet sayılır.

Müşahidə olunan kometlərin böyük əksəriyyəti Günəş sisteminin uzaq oblastlarından gəlir. Planetlərin hərəkət zonasında qısamüddətli bir zaman ərzində qalaraq dinamik və fiziki mənada cüzi də olsa, dəyişikliyə uğrayaraq yenə gəldikləri yerə qayıdırlar. Məlum olduğu kimi, bunlar, əsasən, uzundövrüli kometlərdir. Bu kometlər planet zonasında çox az bir zaman keçirdikləri üçün demək olar ki, ciddi təkamülə uğramadan qalmışlar və buna görə də uzaq kainatın sirlərini özündə mühafizə edən ilkin maddə daşıyıcıları sayılmaqdadırlar.

Uzundövrüli kometlərin xeyli mürəkkəb olan mənşəyi problemi 200 ildən artıq bir zaman ərzində alimlərin tədqiqat obyektinə olsa da, hələ ki, bu günə qədər öz həllini tam mənada tapa bilməyib. İş təkcə bunların çox xaotik bir struktura malik olmalarında deyil. Unutmaq lazım deyil ki, indiyədək uzundövrüli kometlərin çox cüzi bir hissəsi müşahidə olunmuşdur. Ola bilsin ki, bunların hələ müşahidə olunmamış çox nəhəng bir hissəsi tamamilə başqa xüsusiyyətlərə malikdir. Bundan başqa, onların əksəriyyətinin böyük yarımxoxlarının qiyməti ya, ümumiyyətlə, heç məlum deyil ($e=1$), ya da dəqiqliyi çox aşağıdır. Bu, əsasən, XIX əsrə qədər müşahidə olunmuş kometlərə aiddir. Problemi mürəkkəbləşdirən səbəblərdən biri də budur ki, insanlıq tarixində yalnız bir dəfə müşahidə olunan bu kometlərin orbit elementlərini və kosmoqoniyada çox mühüm olan fiziki parametrlərini kifayət qədər dəqiqləşdirmək mümkün deyil.

Uzundövrüli kometlərin ən xarakterik xüsusiyyətlərindən biri L (ekliptik uzunluq) parametrlərinin qiymətlərinin qeyri-bərabər paylanmasıdır, $L=90^\circ$ və $L=270^\circ$ qiymətlərinin yaxın ətrafında L_i parametrlərinin hiss ediləcək dərəcədə sıxlaşması müşahidə olunmaqdadır (uyğun olaraq, 90 və 150 ədəd). İkinci maksimum [1]-də geniş tədqiq olunmuşdur. Orada göstərmişlər ki, bu, kometlərin “ulduzlararası mənşəyi” hipotezi ilə əlaqədardır. Lakin belə halda birinci maksimumun səbəbi qeyri-müəyyən olaraq qalır.

Uzundövrüli kometlərin əksəriyyəti üçün tərs hərəkət xarakterikdir. Marsdenin kataloquna görə bu kometlərin 54%-dən çoxu üçün $i > 90^\circ$ -dir .

B (ekliptik enlik) parametrinin paylanması da müəyyən sıxlaşma hiss edilir. Düyün nöqtələrinin paylanmasında 86° və 266° uzunluqlar ətrafında maksimumlar mövcuddur [2].

Bir çox müəlliflər hesab edir ki, perihelilərin paylanması Günəş apeksi ($L=270^\circ$, $B=53.5^\circ$) yaxınlığında yüksək sıxlığa malikdir.

Bəzi komet orbitlərinin böyük planet orbitlərindən minimal məsafəsi onların təsir sferası radiusundan kiçikdir [3]. Uzundövrüli kometlərin əksəriyyəti üçün $q < 1$ a.v. ($n=421$). q və a parametrləri arasında tərs mütənəsibliyə bənzər bir statistik asılılıq var; periheli məsafələri artdıqca a -nın qiymətləri azalır. Bu asılılıq uzundövrüli kometlərin ilkin orbitlərini tədqiq edərkən aşkar olunmuşdur [4]. Bu kometlər yüksək parlaqlıqları ilə seçilir.

Bəzi orbit elementləri (məsələn Ω və i) arasında statistik əlaqə tapılmış, lakin kifayət qədər əsaslandırılmamışdır [5].

Uzundövrüli kometlər sistemində bəzi effektlər nəzərə çarpır ki, bu da bəzi tədqiqatçıların fikrincə, presessiyanın nəticəsidir. Bu kometlər arasında orbital parametrləri ilə biri-birinə çox yaxın olan obyektər vardır. Bu baxımdan “Kreyts ailəsi” kometlərini xüsusi qeyd etmək lazımdır. Uzundövrüli kometlər üçün, Tisseran sabitinin qiymətləri istənilən sistemdə geniş diapazona malikdir və heç bir qanunauyğunluq aşkar edilmir.

Tanınmış kometoloq Ə.Quliyevin fikrincə, yuxarıda göstərilən bütün bu qanunauyğunluqların hamısı mübahisəsiz deyil və bəziləri kosmoqonik şərhə malik olmaya bilər. Bunlardan bəzilərinin seleksiya effektinin nəticəsi olması mümkündür [6]. Bundan başqa, bu və ya digər xüsusiyyətin, dinamik proseslərin nəticəsi olub-olmadığını aydınlaşdırmaq lazımdır. Uzundövrüli komet sisteminin çox nizamsız olması onun mənşəyi məsələsini xeyli mürəkkəbləşdirir. Buna görə də bu sistemi daha çox və daha dərinləndirən analiz etməklə, əldə olunan nəticələri kənar effektlərin təsirindən təmizləmək lazımdır. Bütün bunlardan sonra müəyyən bir konsepsiya yaratmaq və ya artıq mövcud olan hipotezlərin doğruluğunu yoxlamaq olar.

ƏDƏBİYYAT

1. Радзиевский В.В., Томанов В. П. К вопросу о происхождении почти параболических комет // Астрон. журн., 1970, 47, с. 1094-1099.
2. Радзиевский В.В. Новые закономерности в распределении элементов орбит // Письма в АЖ., 1980, 5, 6., с. 309-313.
3. Коноплева В.П. О существовании семейств Юпитера и Сатурна среди неперидических комет // Комет. цирк. 1980, 252, с. 2-3.
4. Marsden B.G., Sekanina Z. And Everhart E. New osculating orbits for 110 comets and analysis of original orbits for 200 comets // AJ, 1978, 83, pp. 64-71.
5. Томанов В.П., Радзиевский В.В., О распределении узлов и полюсов орбит долгопериодических комет // Астрон. Вестник, 1975, 9, с. 35-39.
6. Гулиев А.С. О распределении афелийных расстояний долгопериодических комет // Комет. Цирк, 1984б, 318, с.3-4.

SUMMARY

Vefa Gafarova

SOME CHARACTERISTICS OF LONG-PERIOD COMETS

The article discusses some of the characteristics of long-period comets. It is shown that there are objects which are very close to each other with orbital parameters among these comets. According to the researches this is the result of precession on the system of long comets. In this regard, the “Kreits family” comets deserve special mention. The values of the Tisseranian constant for long-range comets have a wide range in any system, and no regularity is found. According to the well-known cometologists, not all of these regularities are indisputable, and some may not have a cosmological interpretation. Some of these may be the result of a selection effect.

Key words: long comets, “Kreits family”, ecliptic longitude, Tisseranian constant

РЕЗЮМЕ

Вафа Гафарова

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ

В статье рассматриваются некоторые характеристики долгопериодических комет. Здесь показана что среди этих комет есть объекты который очень близкие друг к другу по параметрам орбиты. По словам исследователи это являются результатом прецессии на систему длинных комет. В этой связи особого упоминания заслуживают комет “семейства Крейтс”. Значения констант Тиссерона для дальних комет имеют широкий диапазон в любой системе, и никакой закономерности не обнаружено. Известный кометолог А. По словам известные кометологи, не все эти закономерности бесспорны, а некоторые могут не иметь космологической интерпретации. Некоторые из них могут быть результатом эффекта выбора.

Ключевые слова: длинные кометы, “семейства Крейтс”, эклиптические долготы, констант Тиссерона

XIDIR MİKAYİLOV
mikailov.kh@gmail.com
Bakı Dövlət Universiteti

RUSLAN MƏMMƏDOV
ruslan_rtm@yahoo.com

AMEA Naxçıvan Bölməsi

XURAMAN MƏMMƏDOVA
memmedovaxuraman13@gmail.com
Naxçıvan Dövlət Universiteti

CH CYG SİMBİOTİK ULDUZUNUN 1998-2020-Cİ İL ÜÇÜN PARLAQLIQ ƏYRİSİNDƏ QISA PERİODLU (P=95^d) DƏYİŞMƏLƏRİN NÜMAYİŞİ

Məqalədə simbiotik ulduzlar, o cümlədən CH Cyg simbiotik ulduzu haqqında geniş məlumat verilir. Qeyd olunur ki, CH Cyg simbiotik ulduzunun AAVSO-nun apardığı fotometrik müşahidələrinin nəticələrinə baxılmış və AAVSO müşahidələri əsasında ulduzun V filtrində 1988-2021-ci illər dövrü üçün parlaqlıq əyrisi qurulmuşdur. CH Cyg simbiotik ulduzun periodikliyin araşdırılması üçün biz bütün müşahidə nəticələrinin parlaqlıq əyrisində Scargle metodundan istifadə etməklə statistik spektral furiye-analizini tətbiq etmişik. Nəticədə ulduzun parlaqlığında 95 günlük periodik dəyişmələr tapılmışdır. Alınan period əvvəlki tədqiqatçıların aldığı nəticələrlə üst-üstə düşür.

***Açar sözlər:** simbiotik ulduzlar, CH Cyg, fotometriya, period.*

Giriş

Simbiotik ulduzlar qarşılıqlı təsirdə olan örtüklə əhatə olunmuş qoşa sistemlərdir. Onlar inkişaf etmiş qırmızı nəhəng və isti komponentdən-ağ cırtından ibarətdir. Dumanlığın material mənbəyi öz maddəsini ulduz küləyi və ya pulsasiya vasitəsi ilə itirən qırmızı nəhəng, enerji mənbəyi isə isti ağ cırtından hesab olunur.

CH Cyg simbiotik ulduzu geniş spektral diapazonda ətraflı öyrənilmiş çox mürəkkəb və sirli dəyişəndir. CH Cyg Simbiotik ulduzu 19-cu əsrin 80-ci illərində tapılmışdır. Onun 130 ildən artıq bir dövr üçün fotometrik müşahidələri mövcuddur [1]. O, simbiotiklər içərisində ən parlağı və ən yaxındır.

CH Cyg ulduzu, 270.66 parsek məsafədə yerləşir [2] və ən parlaq simbiotik ulduzdur. Uzun illər o 100 günlük periodla pulsasiya edən adi qırmızı nəhəng hesab olunurdu. 1963-cü ilə qədər onun spektrində simbiotik sistemin xüsusiyyətlərini özündə göstərən əlamətlər – ultrabənövşəyi kontinum və hidrogenin emissiya xətləri müşahidə olunmamışdı. Onun vizual ulduz ölçüsü maksimumda $V=6.0^m$, minimumda $V=10.5^m$ və infraqırmızı şüalarda daha parlaqdır. CH Cyg simbiotik ulduzunun ilk faydalı spektrləri Joy tərəfindən 1924 və 1927 aralığında alınmışdır [3]. 100 günlük period üzrə yaxşı paylanmış 5 spektrə görə ulduzun spektral tipi M6, radial sürəti isə -52.5 km/s təyin edilmişdir. Emissiya xətlərinin mövcudluğu haqqında məlumat verilməmişdir. 1952-ci ildə Gaposchkin Harvard patrul müşahidə materiallarını analiz edərək CH Cyg-ni 1^m amplitudlu 90-100 sutkalıq periodla dəyişən M6-M7 spektral sinfi kimi klassifikasiya etmişdir [4]. Bu dəyişmələr spektrdə nəzərə çarpmadığına görə onu hətta standart kimi qəbul etmişlər. Bu klassifikasiya 1963-cü ilə qədər doğru hesab edilirdi. 1963-cü ilin sentyabrında Deutsch ilk dəfə ulduz spektrində güclü dəyişmə aşkar etdi [5].

CH Cyg şimal yarımkürəsində əlverişli yerdə ($+50^\circ$) yerləşdiyindən, onun müntəzəm spektral, fotometrik, infraqırmızı və radio müşahidələri aparılmışdır. Müşahidələr göstərdi ki, müxtəlif vaxtlarda ulduzda təkrarlanan aktiv proseslər baş verir. CH Cyg sisteminin tərkibi hələ müəyyən edilməmişdir: ikili və üçlü ulduz sistemlərinin modelləri təklif edilmişdir [6].

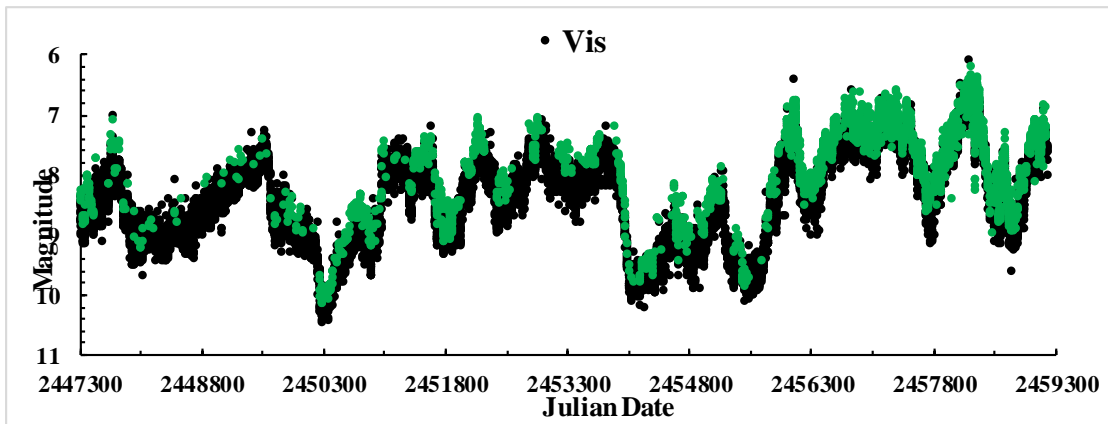
CH Cyg simbiotik ulduzun demək olar ki, keçən əsr boyu fotoqrafik və fotometrik

müşahidələri aparılmışdır. Bu müşahidələr vaxtı uzun periodlar aşkar edilməmişdir. Yalnız 90-100 günlük qısamüddətli periodik dəyişmələr aşkar edilmişdir. Sonralar bir çox tədqiqatçılar aparılmış fotometrik məlumatları toplayıb, analiz edərək parlaqlıq əyrisində bir neçə periodik dəyişmələr aşkar etmişdilər. Muzik və b. 1929-1977-ci il dövrü üçün parlaqlıq əyrisini qurmuşdular. Bu əyrini analiz edərək onlar sistemdə iki qısa 100 və 157 günlük period və 40-cı ildən sonra isə parlaqlıq əyrisindən bir uzun 780 günlük period aşkar etmişdilər. Onlar belə qənaətə gəlmişdilər ki, qısamüddətli periodik dəyişmələr qırmızı nəhəngin pulsasiyası ilə bağlıdır.

Mikayilov və b. 5650^d uzun period təklif etməklə [7] 1998-2001-ci illərdə, Iijima və b. 1995-2004-cü illərdə alınmış spektrlər əsasında qırmızı nəhəngin fotosfer xətlərinə görə şüa sürətlərində 756^d günlük periodun optik oblastda da mövcud olduğunu aşkar etdilər [8], alınan nəticələr CH Cyg simbiotik sistemin 3 ulduzdan ibarət olmasını dəstəklədi.

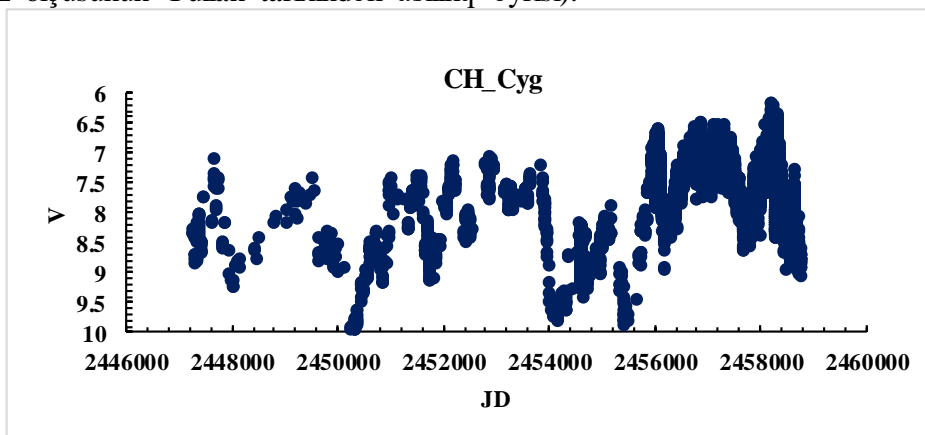
Bu işdə bizim məqsədimiz ilk əvvəl uzun bir dövr (33 il) 1988-2021- ci il üçün AAVSO (American Association of Variable Star Observers) fotometrik məlumat bazası əsasında CH Cyg simbiotik ulduzunun parlaqlıq əyrisini qurmaq və mümkün periodik dəyişmələri aşkar etməkdir.

Tədqiqat metodu. Şəkil 1-də AAVSO-nun [9] fotometrik müşahidələr bazasından istifadə etməklə CH Cyg simbiotik ulduzun 1988-2021-ci il dövrü üçün vizual və V filtrlərində qurulmuş parlaqlıq əyrisi verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, CH Cyg simbiotik ulduzu müxtəlif vaxtlarda müxtəlif xarakterli dəyişmələr göstərmişdir.



Şəkil 1. AAVSO-nun məlumatlarına əsasən 1988-2021-ci il dövr üçün parlaqlıq əyrisi

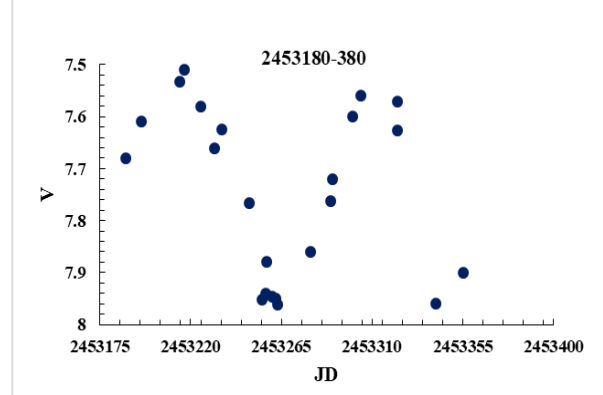
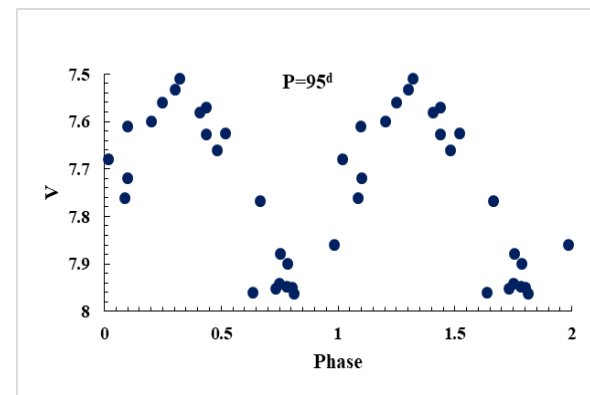
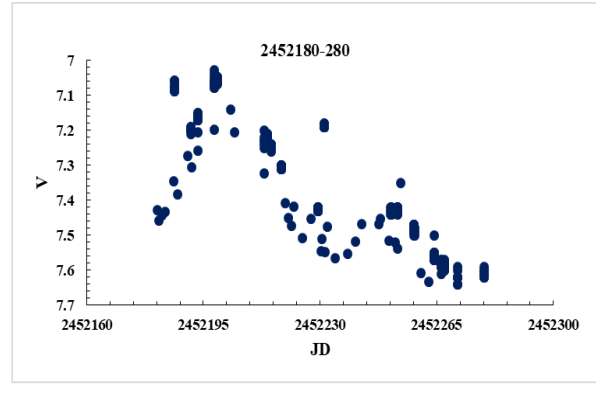
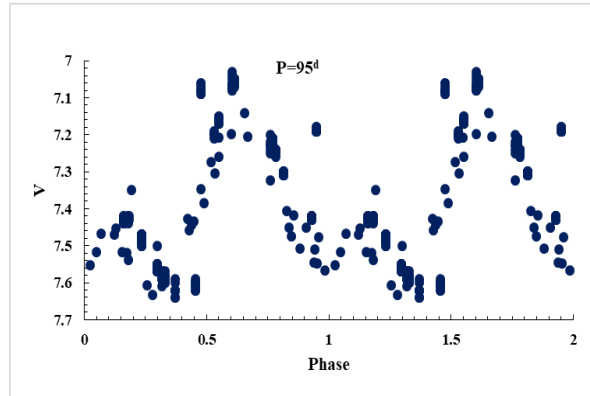
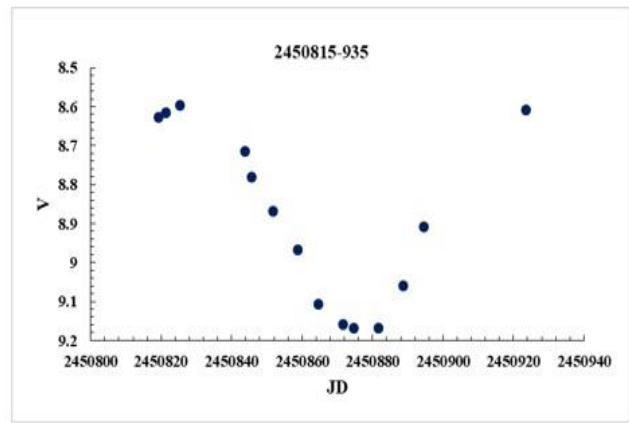
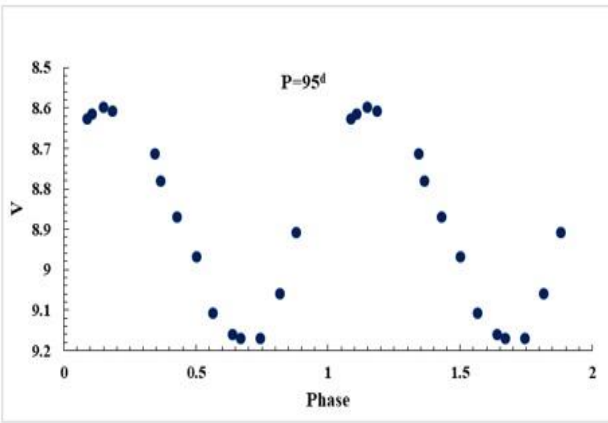
Şəkil 2-də AAVSO-nun apardığı fotometrik müşahidələrinin nəticələri əsasında ulduzun V filtrində 1988-2021-ci illər dövrü üçün parlaqlıq əyrisini qurmuşuq. Üfüqi ox (absis oxu) – julian gününü (zamani), şaquli ox (ordinat oxu) – V filtrin ulduz ölçüsünün dəyişməsi göstərilib (V filtrin ulduz ölçüsünün Yulian tarixindən asılılıq əyrisi).

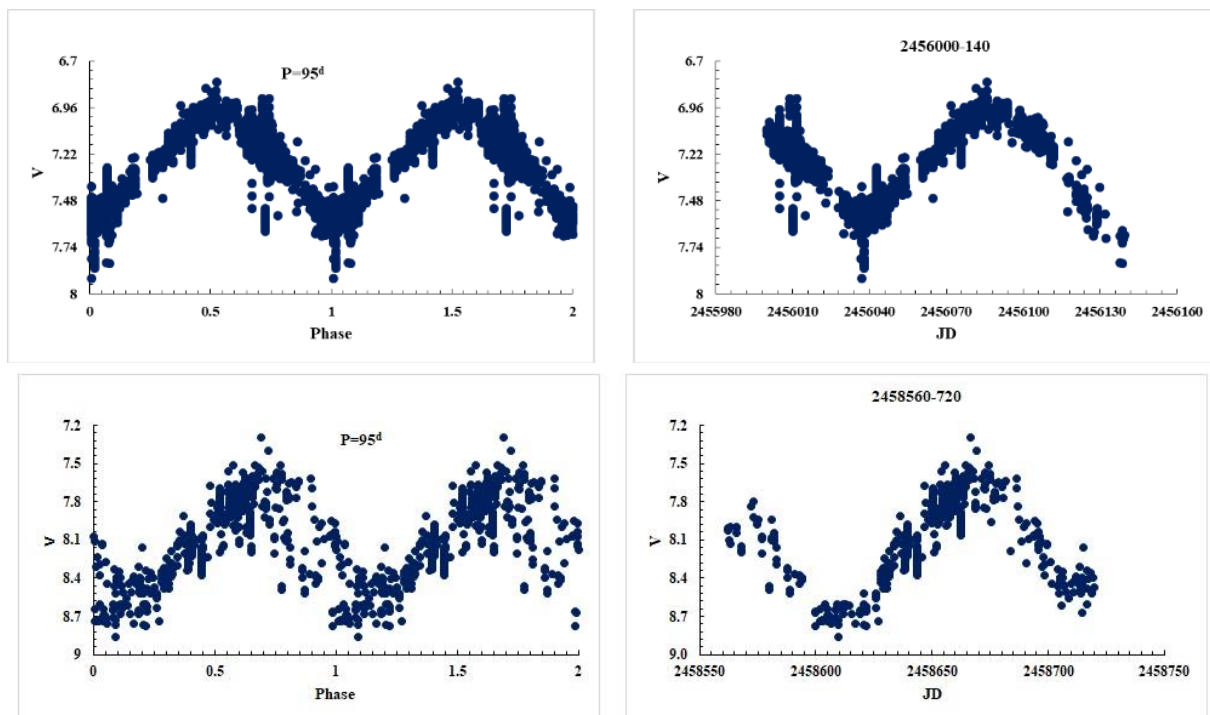


Şəkil 2. CH Cyg simbiotik ulduzunun 1988-2021-ci il dövrü üçün (AAVSO müşahidələri əsasında) V-filtrində parlaqlıq əyrisi.

AAVSO-nun 1997–2001-ci illərdə apardığı fotometrik müşahidələrdə də 90-100 günlük dəyişmələr aşkar şəkildə görsənir. Şəkildən də görüldüyü kimi, ulduz nisbətən sakitləşəndə bu dəyişmələr nəzərə çarpır. Ola bilsin ki, güclü aktivlik proseslərinin fonunda qısa kiçik amplitudlu dəyişmələr itir. Digər bir ehtimal da var ki, qısa pulsasiya xarakterli dəyişmələr zaman-zaman davamlı olur, sönmür və bir müddətdən sonra yenidən başlayır.

Periodikliyin araşdırılması üçün biz bütün müşahidə nəticələrinə Scargle metodundan istifadə etməklə statistik spektral furiye-analizini tətbiq etmişik. Ulduzun ~ 95 günlük qısa periodlu dəyişməsini tapmışıq. Şəkil 3-dən də periodik dəyişmələr aşkar şəkildə görsənir. Ulduzun V filtrində ulduz ölçüləri AAVSO-nun müşahidə bazasından götürülmüş və şərti olaraq faza 1998-ci il (JD tarixi ilə 2450815) müşahidə mövsümünün başlanğıcından hesablanmışdır. Şəkil 3-də sol tərəfdəki şəkillərdə V-filtrində parlaqlığın fazadan, sağ tərəfdəki şəkillərdə V-filtrində parlaqlığın zamandan asılılıq ayrılırları verilmişdir. Şəkillərdən də görüldüyü kimi, fotometrik dəyişmələr ~ 95 günlük period ayrısına çox gözəl oturur.





Şəkil 3. CH Cyg simbiotik ulduzun 1998-2020-ci il parlaqlıq əyrisində qısa periodlu ($P=95^d$) dəyişmələrin nümayişi.

Nəticə

CH Cyg simbiotik ulduzunun 33 illik bir dövr üçün parlaqlıq əyrisi qurulmuş və periodun qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılmışdır. Scargle metodundan istifadə etməklə CH Cyg simbiotik ulduzunun parlaqlığının dəyişməsində ~ 95 günlük periodun tərəfindən tapılan qiymətləri müxtəlif zamanlarda müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən tapılmış qiymətləri ilə çox uyğunluq təşkil edir. CH Cyg simbiotik ulduzunda baş vermiş qısamüddətli dəyişmələri isti cırtdan (White Dwarf) ulduz ətrafındakı akkresiya diskinin qeyri-stabilliyi ilə izah edilirdisə, bizim (eləcə də digər tədqiqatçılar tərəfindən tapılan) tapdığımız ~ 95 günlük periodik dəyişmələri isə simbiotik sistemin əsas ulduzu olan qırmızı nəhəngin (Red Giant) radial pulsasiyası ilə izah oluna bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Mikolajewski, M., Mikolajewska, J., Khudiakova, T. N., A long-period symbiotic binary CH Cygni. I - A hundred years' history of variability // Astronomy and Astrophysics , 1990, vol. 235, no. 1-2, p. 219-223.
2. Munari U., Renzini A., Bernacca B. L. Hipparcos–Venice '97 (ESA SP-402), 1997, p. 413.
3. Joy Alfred H., Survey of the Spectra and Radial Velocities of the Less Regular M-Type Variable Stars // ApJ, 1942, 96, p. 344.
4. Gaposchkin S. Variable stars in Milton field 8 // The Observatory, 1952, vol.118, p.155-163.
5. Deutsch A.J. The spectrum of CH Cyg in 1961 to 1963 // Ann. Rep. Mt. Wilson and Palomar Obs.1963-1964, 1964, p. 233.
6. Hinkle K.H., Fekel F.C., Johnson D.S., Scharlach W.W.G., The triple symbiotic system CH Cygni // AJ,1993, p. 1074-1086.
7. Mikailov, Kh. M.; Khalilov, V. M., Spectral investigations of the symbiotic star CH Cygni // Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel, 2005, vol. 21, no. 6, p. 452-460.
8. T. Iijima, H. Naito, and S. Narusawa, High-velocity equatorial mass ejections and some other spectroscopic phenomena of the symbiotic star CH Cygni in an active stage // Astronomy & Astrophysics, 2018, V.622, A45, p.2-15.
9. <https://www.aavso.org/LCGv2/>

SUMMARY

**Khidir Mikailov
Ruslan Mammadov
Khuraman Mammadova**

**DISPLAY OF SHORT-PERIODIC (P = 95d) CHANGES OF CH CYG SYMBIOTIC STAR
IN THE BRIGHT CURVE FOR 1998-2020**

The article provides detailed information on symbiotic stars, including the symbiotic star CH Cyg. It is noted that the results of AAVSO's photometric observations of the symbiotic star CH Cyg were considered, and on the basis of AAVSO's observations, a luminance curve was constructed in the star's V filter for the period 1988-2021. To investigate the periodicity of the CH Cyg symbiotic star, we applied statistical spectral fourier analysis using the Scargle method on the brightness curve of all observational results. As a result, the star's 95-day period was found. The period we have received also coincides with the results obtained by previous researchers.

Key words: symbiotic stars, CH Cyg, photometry, period.

РЕЗЮМЕ

**Хыдыр Микайлов
Руслан Мамедов
Хураман Мамедова**

**ДЕМОНСТРАЦИЯ КРАТКОВРЕМЕННЫХ (P = 95^d) ИЗМЕНЕНИЙ
КРИВОЙ БЛЕСКА СИМБИОТИЧЕСКОЙ ЗВЕЗДЫ CH CYG ЗА 1998-2020 ГГ.**

В статье представлена подробная информация о симбиотических звездах, в том числе о звезде CH Cyg. Было отмечено, что учтены результаты фотометрических наблюдений симбиотической звезды CH Cyg, проведенных AAVSO и на основе наблюдений AAVSO построена кривая яркости в фильтре V за период 1988-2021 гг. Для исследования периодичности симбиотической звезды CH Cyg мы применили статистический спектральный анализ Фурье методом Скаргла на кривой яркости всех результатов наблюдений. В результате была найдена 95 дневные периодические изменение в яркости звезда. Найденный период совпадает с результатами, полученными другими исследователями.

Ключевые слова: симбиотические звезды, CH Cyg, фотометрия, период.

HEMAYIL ADIGOZALZADE

hadigozalzade@gmail.com

N. Tusi Shamakhy Astrophysical
Observatory of Azerbaijan National
Academy of Sciences

VARIABILITY OF REEMISSION SPECTRAL LINES IN THE SPECTRUM

The results of spectral monitoring of the Herbig Ae/Be star MWC 614 (HD 179218) are presented. Two wave-like quasi-cyclic variations in parameters for the emission component of the H α line with the characteristic time ~ 40 days have been detected. The first of the wavelike variations is more profound; decrease and increase in spectral parameters of the line is more marked. Simultaneously with the first minimum, in the profiles of the line H α have exhibited unusual changes: the appearance and disappearance of additional blue and red emission components. The obtained results suggest duplicity of the star.

Key words: stars: variables: Herbig Ae/Be – stars: circumstellar matter – stars: individual – HD179218

The Herbig Ae/Be type stars (HAeBe) are pre-main sequence (PMS) objects of intermediate mass 2-10 M_{\odot} and are considered to be the progenitors of Vega type stars, which are surrounded with a residual protoplanetary disks. Spectral monitoring of individual objects has shown that in the spectra of these stars are observed variable emission and absorption lines (see, for example, Praderie et al. (1986), Pogodin (1994), Rodgers et al. (2002), Mora et al., (2004)). The same features are also characteristic of classical T Tauri stars (CTTS) (see, for example, Johns & Basri (1995), Schisano et al. (2009) and references therein). It is known that in young stars, emission lines, as well as some absorption lines, are formed in the circumstellar disks or in the envelopes of the stars. Such circumstellar matter can often participate in accretion, polar outflows, winds and other forms of disk interaction with the central star. Tracking the variation in the observed spectral lines makes it possible to perform diagnostics of the physical processes that are occurring in the stellar atmosphere and in the circumstellar environment. In young stars, in particularly, these processes can directly affect the formation of the planets and their evolution. Consequently, one of the important problems in the study of the early stage of evolution of stars is the study of the characteristics of the circumstellar structure and the processes of interaction of the central star with the surrounding matter.

HD 179218 (MWC 614, Sp B9-A2) is an isolated HAeBe type star. Despite the fact that the star is relatively bright comparatively to other HAe stars, it has been studied less. Only when the star was included in the catalog of The et al. (1994), it became the subject of active research. The circumstellar surroundings of the star were studied by IR photometry and speckle interferometry by Millan-Gabet et al. (2001), Prizkal et al. (1997), which did not reveal closely spaced components. Spectral studies of the star were performed by Miroshnichenko et al. (1998) and in more detail, Kozlova (2004), Kozlova and Alexeev (2017).

According to the classification of Meeus et al. (2001), the spectral energy distribution (SED) of the star belongs to group I, i.e. starting with the infrared band K and further there is an excess of radiation excited in the dust. On the Mendigutia et al. (2012) the profile of the line H α is consisting of a stable single-peak structure. Perhaps the star has a close companion, about 2.5 arcsec apart (Wheelwright et al., 2010). Fedele et al. (2008) showed that the star has two dust rings at distances of 1 AU and 20 AU, and the space between from 1 to 6 AU from the star filled with gas. The magnetic field of the star was measured by Hubrig et al. (2009) where on the data 2008 they have got about 51 ± 30 G.

The purpose of this paper is to carry out monitoring of the spectral variability of the star on spectral lines obtained in the visual range of spectrum.

Spectral observations of the star were performed at the Cassegrain focus of the 2 m Karl Zayss telescope of ShAO of Azerbaijan NAS by using an echelle spectrometer constructed on the base of the spectrograph UAGS (Ismailov et al., 2013). As a light detector we have used a CCD with 4000x4000 elements. Observations were performed in the range λ 3700-9000 Å. The spectral resolution is $R = 28000$. Reduction and calibration of the spectrograms is performed in the DECH programs (Galazutdinov, 1992). The method of observations and material processing is described in more detail in the work of Ismailov et al. (2013).

[Table 1] shows the log of observations, where in columns are respectively presented the names of the spectrum, the Gregorian and Julian dates, the signal accumulation time and the signal-to-noise ratio in the region of the line $H\alpha$. Observations were conducted for the season May-September 2017. In total, 13 pairs of spectrograms were obtained for 13 nights of observations. For to control of instrument stability and position measurements the spectra of standard stars HR 7300 and HR 7734 for each night were obtained. The equivalent widths EW, the bisector radial velocities V_{bis} , the radial velocities at the peak of the line V_p , the half-widths FWHM (full width at half maximum), the central depths $R\lambda$ (intensities) of lines HeI $\lambda 5876$ Å, D1, D2 NaI, SiII $\lambda 6347$, 6371 Å, [OI] $\lambda 6300$, 6363 Å were measured.

The average error in the intensity measurements as a function of the S/N level was up to 30% for [OI] $\lambda 6300$, 6363 Å lines. The average error in measuring the radial velocities for individual spectral lines in the spectra of standard stars does not exceed ± 1.5 - 2.0 km/s.

Table 1. The log of observations of the star HD 179218.

Spektr	Date	JD 2450000+	t (sec)	S N
KF 1296-97	06.07.2017	7940.5256	1800	94
KF 1443-44	21.07.2017	7954.5798	1800	89
KF 1471-72	29.07.2017	7963.3909	1800	103
KF 1483-1484	30.07.2017	7964.4166	2000	90
KF 1495-96	31.07.2017	7964.85	2000	93
KF 1538-39	02.08.2018	7966.5562	2400	89
KF 1554-55	03.08.2017	7967.5715	2400	99
KF 1565-66	05.08.2017	7970.4041	2000	91
KF 1762-63	14.08.2017	7979.3965	2400	97
KF 1859	27.08.2017	7992.402	1800	87
KF 1990-91	02.09.2017	7997.5645	2000	91
KF 2069	10.09.2017	8006.2347	1800	96
KF 2070-2071	13.09.2017	8009.3791	1800	98

Line HeI 5876

In the [Figure 1] have shown the spectral region containing the lines He I $\lambda 5876$ Å and the sodium doublet D1, D2 NaI. This section presents the results of the analysis for the helium line. As can be seen, this line has blue and red emission components separated by a central absorption. This is the line in which only a saddle-like two peak emission profile is observed. The average half-width of the absorption is 1.5 Å with a scatter of up to 1.0 Å. The total width of the line at the continuum level is more than 20 Å. As can be seen, the profile of the He I line $\lambda 5876$ Å stably keeps the structure from night to night, does not show any noticeable variations. In the [Figure 2] have shown the overlap and mean profile of 13 nights of lines He I, Na D2, NaD1 for the season May-September 2017.

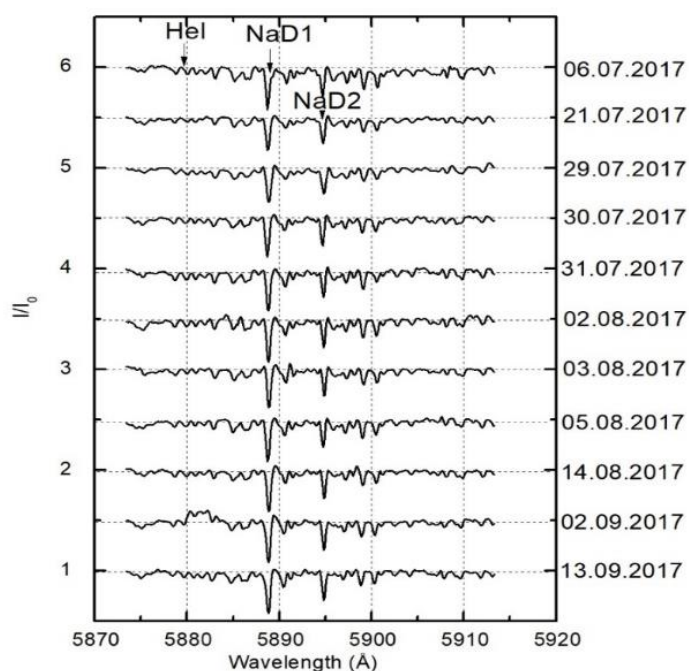


Fig.1. A spectral range of spectra is containing lines of HeI 5876 Å and doublet D1, D2 NaI. Individual sky (atmospheric) lines are indicated.

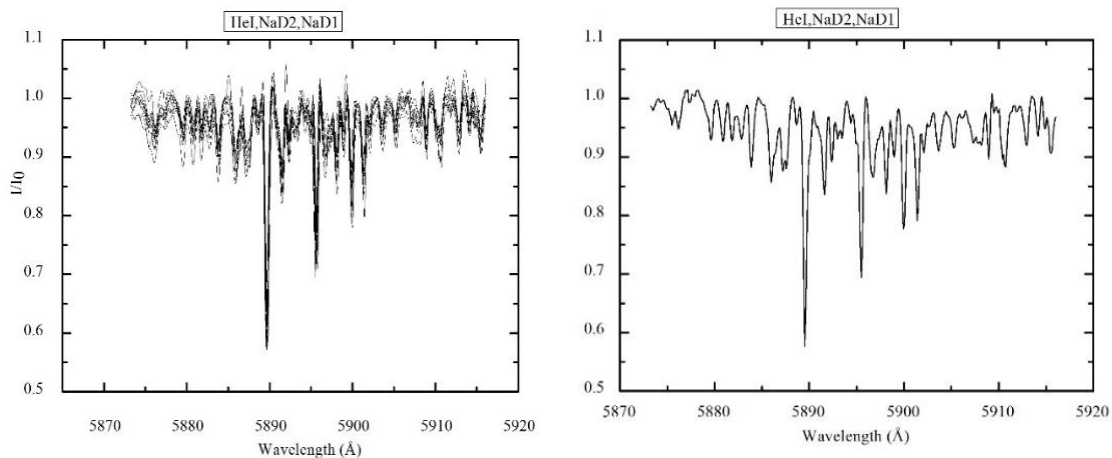
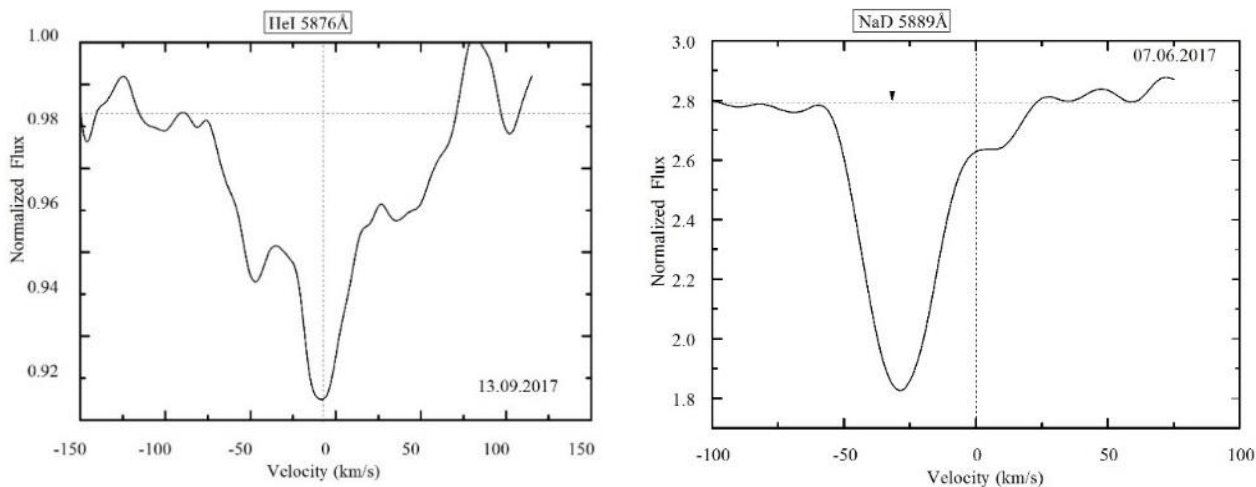


Fig.2. Overlap and mean profile of 13 nights of lines He I, Na D2, NaD1



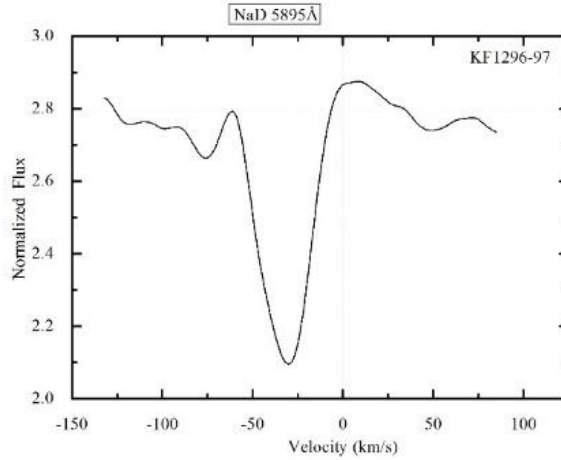


Fig.3. Profiles HeI, NaD of individual ranges of the star’s spectrum, averaged over 13 nights of observations using the 2017 data

The average value of the shift of the emission peaks in the He I line of 5876 Å corresponds to approximately -150 and +150 km/s, for the blue and red components, respectively. The radial velocities of individual emission peaks is showing a variability of about an average value 50 km/s. The central absorption is displaced about +20 km/s.

Figure 4 is presented diagrams of variations in the equivalent widths of the central absorption of EW_a, the radial velocities of the absorption vertex V_p, the ratio of the equivalent widths of the blue component to the red EW₁/EW₂, and the half-width of the FWHM absorption in the line HeI 5876. As can be seen, while parameters of the hydrogen lines are decreased, the parameters of the absorption component of the line HeI 5876 is showing a certain variation: EW_a tends to increase, V_p is shifted to the red part of the spectrum by about 20 km/s, the ratio EW₁/EW₂ is increased by 5-7 times, and the parameter FWHM is also increased. A decrease in the FWHM of the absorption is observed between two waves of parameter reduction.

Lines D NaI

Figure 1 shows that the profiles of the D1, D2 NaI lines represent narrow blue-wing absorption lines in which they will have a weak emission (inverse P Cyg). Such structure is a sign of matter accretion. Interestingly, according to Kozlova (2004), the profiles of these lines have an emission component on the red wings. This indicates that in these lines in different seasons both the matter outflow and its accretion can be observed. Perhaps this depends on the orientation of the direction of motion of the circumstellar gas to the observer.

The Fig. 4 shows diagrams of time variations for the parameters of D1, D2 NaI lines. As can be seen, in general, the radial velocities of the peak of lines V_p show a radial velocity of -15 km/s with a mean scatter ± 10 km/s. The shift of the radial velocity of the peak V_p to the blue part of the spectrum is observed with a decrease in the intensity of the hydrogen lines. The intensities R_λ of the D1, D2 NaI lines show a wavy-like variation with a small amplitude. A similar character of the variations is shown also by the FWHM of lines (Fig. 4). The characteristic time of variations in individual waves is about 10-20 days. The last line of the panels below shows the variation in the intensity ratios and the equivalent widths of the lines D2 to D1. As can be seen from this, in general, the intensities and equivalent widths of these lines are varied from night to night. This is especially right for equivalent widths of the line, which are continuously decreasing with time.

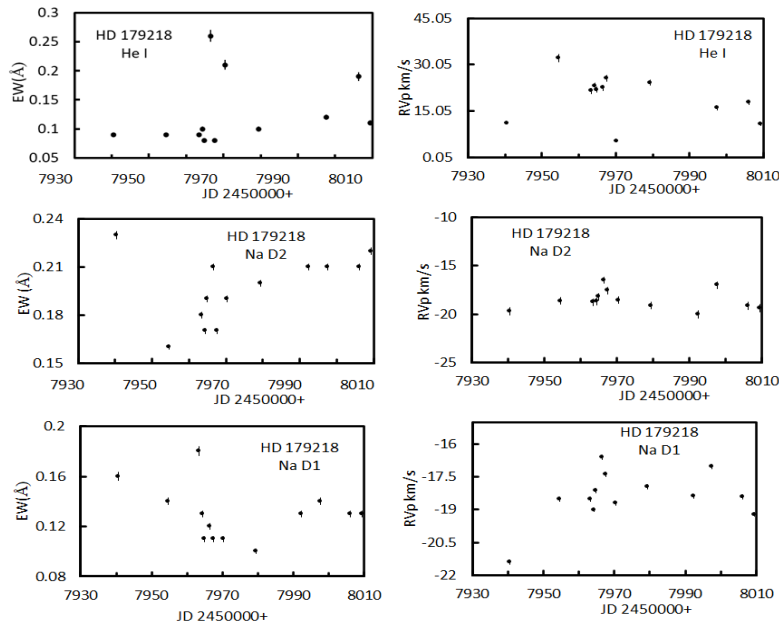
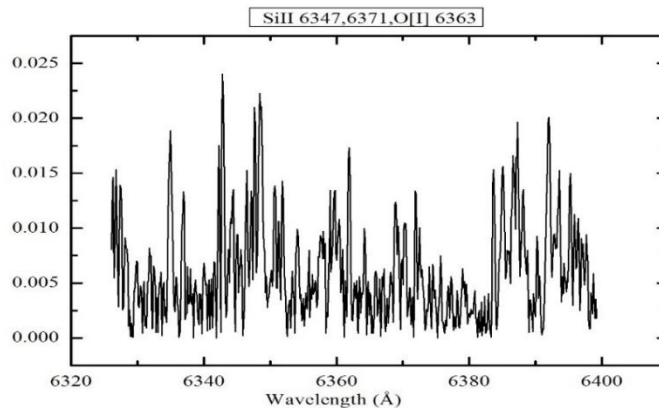


Fig.4. The time variation of the spectral parameters of the He I, D1, D2 NaI line for the whole observation season in 2017. The top panels are from left to EWa-equivalent width of the absorption component, Vp is the radial velocity of the absorption peak.

Si II lines

The lines Si II $\lambda 6347$, 6371 \AA are observed in the absorption without signs of the presence of the emission components. The mean value of FWHM of the lines Si II $\lambda 6347$, 6371 \AA was obtained $2.37 \pm 0.05 \text{ \AA}$ with the mean-square deviation from the mean value $\pm 0.37 \text{ \AA}$ and $\pm 0.50 \text{ \AA}$, respectively. In the Fig. 5 have shown the overlap and mean profile of 13 nights of lines SiII and [OI] for the season May-September 2017.

In the Fig. 6 was shown fragments of the star's spectrum section containing Si II lines of $\lambda 6347$, 6371 \AA , as well as the [OI] $\lambda 6363 \text{ \AA}$ line. As can be seen, the general structure of Si II line profiles varies considerably from night to night. This is also seen from the variation in the parameters of the spectral lines. In the Fig. 11 is given, for example, diagrams of the dependence of the radial velocities and equivalent widths of the Si II $\lambda 6347 \text{ \AA}$ line, as well as the ratio of the half-widths of the mentioned silicon lines. As can be seen, the average value of the radial velocity of these lines has positive values of +12 and +18 km/s with a scatter of 7-8 km/s at the mean. The values of the equivalent widths show a significant variation after the first wave of variations observed in the parameters of the hydrogen lines. The ratio of the half-widths of the lines also shows a smooth variation, reaching a maximum between the first and second minima of the variations. In addition, the forbidden lines [OI] $\lambda 6300$, 6363 \AA are observed in the spectrum of the star in a weak form.



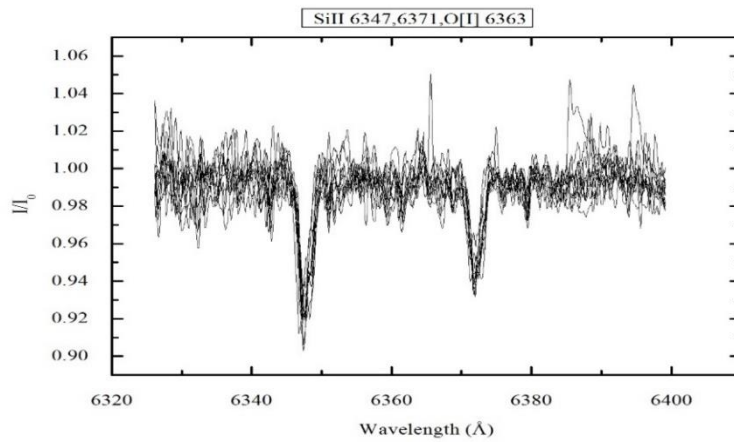


Fig.5. *Overlap and mean profile of 13 nights of lines SiII and [OI]*

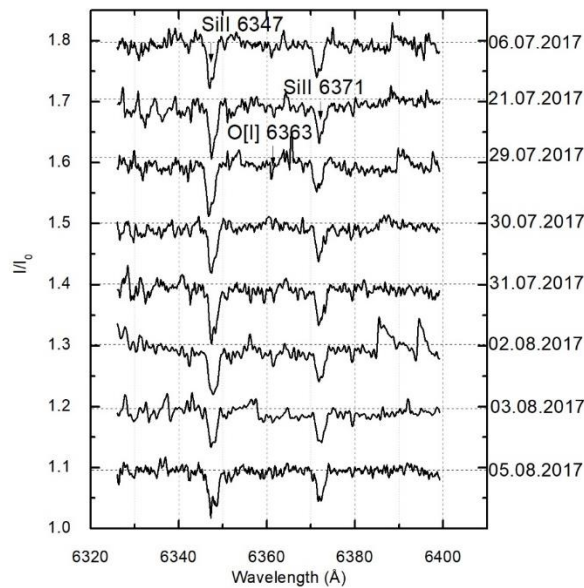
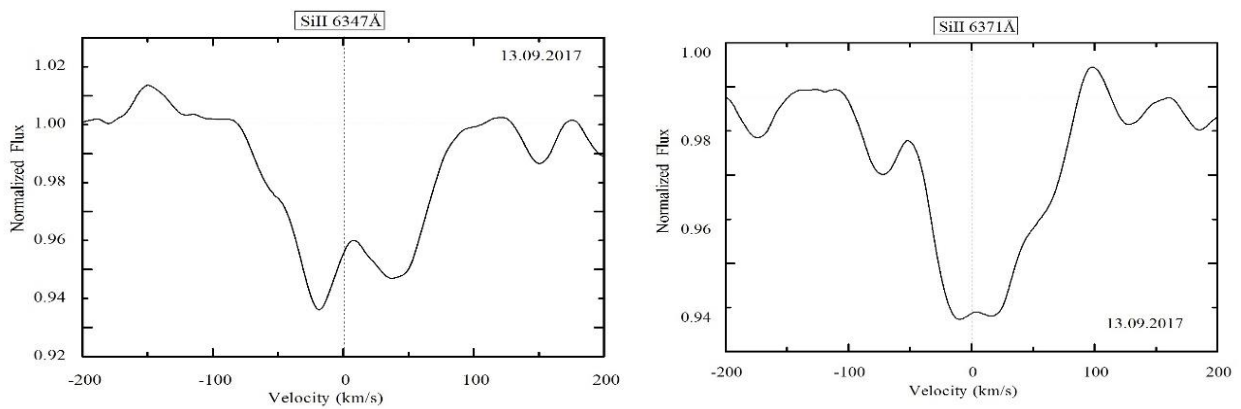


Fig.6. *The segment of the spectrum of star HD 179218 containing lines Si II λ 6347, 6371 Å, and [OI] λ 6363 Å. Intermittent lines indicate the continuum level.*



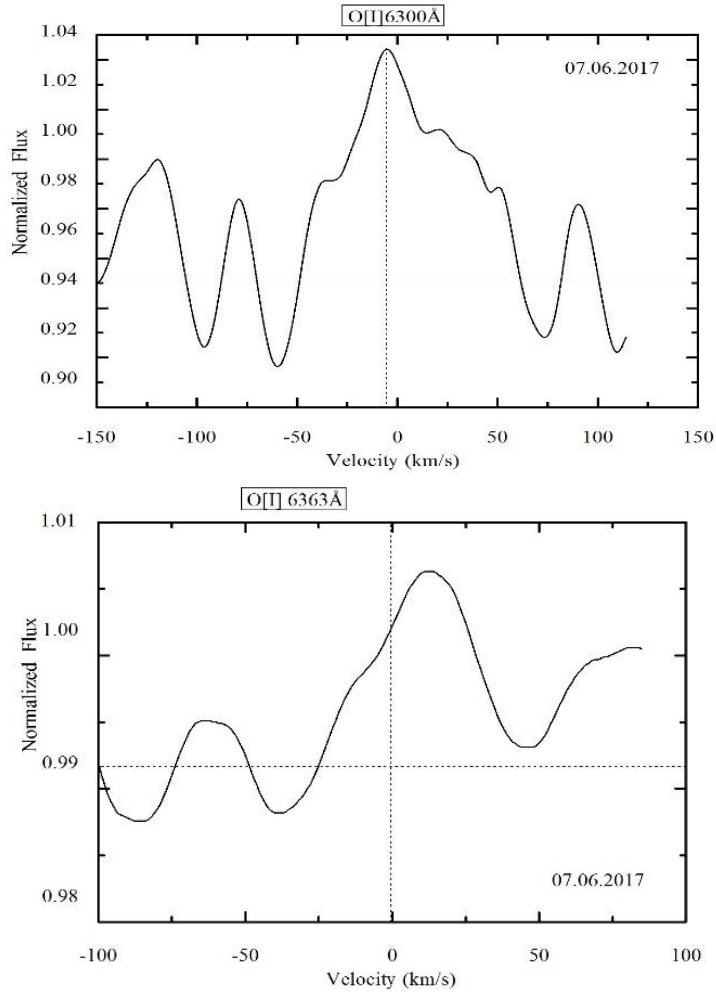


Fig.7. Profiles SiII, O[I] of individual ranges of the star's spectrum, averaged over 13 nights of observations using the 2017 data

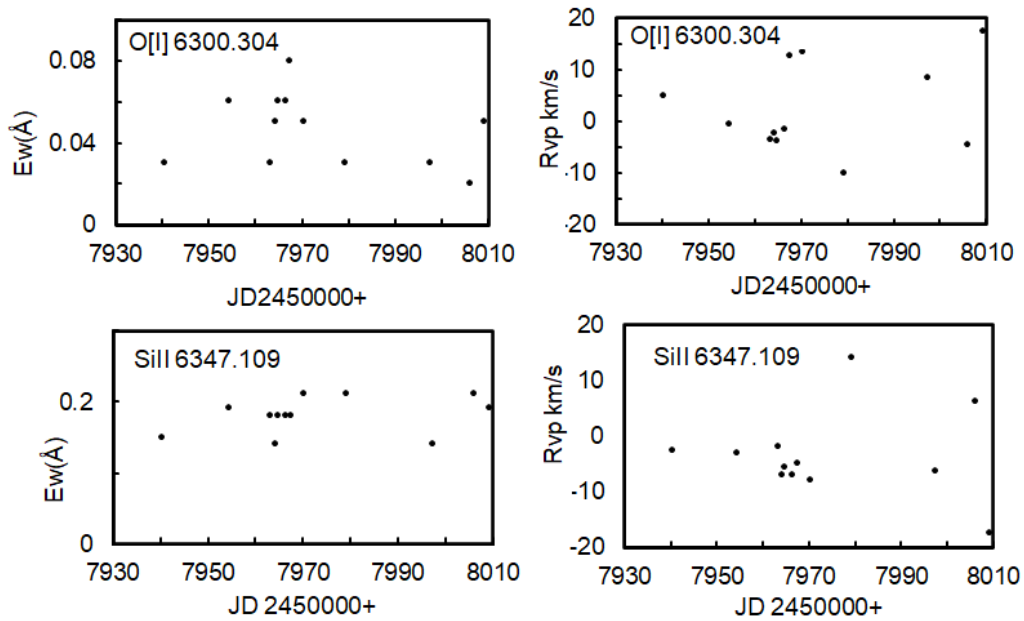


Fig.8. Temporal variation in the parameters of the Si II lines $\lambda 6347, 6371 \text{ \AA}$. The top panels from left to right are the ratio of half-widths FWHM (6347/6371), RV-radial velocities, and below EW-equivalent line widths of Si II $\lambda 6347 \text{ \AA}$

CONCLUSION

The speed of rotation of HD 179218 in Bernacca & Perinotto (1970) is 60 km / s, and Guimaraes et al., (2006) gives the value $v \sin i = 72 \pm 5$ km / s. According to Dent et al. (2005), the angle of inclination to the axis of rotation of the star is about 40° . Then, if we consider the observable minimum characteristic time equal to 10 days, for the rotation speed of the star we obtain $v = 112 \pm 8$ km / s and for the star radius - about $22 R_\odot$, which is not reasonable and differs significantly from the data of Alecian et al., (2008) ($4.8 R_\odot$). An even greater discrepancy is obtained for the radius if we take the angle $i = 20^\circ$, as suggested by Leinert et al. (2004). This means that the observed cycle of about 10 days can not be a period of axial rotation of the star. Recall that the characteristic time of 10 days is obtained from the variation in the radial velocities of the peak of the dominant emission component and the intensity of the line. Therefore, it should be assumed that it arises in the outer parts of the disk. However, if the observed 10-day activity is related to the axial rotation of the disk, it can be assumed that such a variation could occur at the boundary between the accretion and outflow streams. Then one of the assumptions of the cause of the observed variations in the emission lines of the star may be the existence of a stellar magnetosphere. In favor of the possibility of the existence of magnetospheric accretion, the star is also proposed in the work of Mendigutia et al. (2017). The dispersion of velocities found in our work along different lines indicates that lines with a higher ionization potential can form in the accretion zone. The main indicator of the existence of the magnetosphere of a star is the magnitude of the magnetic field. In classical T Tauri stars, for which the presence of the magnetosphere is assumed, the magnitude of the magnetic field is several kilogauss (see, for example, Bouvier et al., 2007). However, the result of measuring the magnetic field of star HD 179218 shows the existence of a weak magnetic field (Hubrig et al., 2009).

It is also possible that a star can be a spectral-double or multiple system. In fact, it is difficult to explain the observed wave-like variation of the radial velocities and other parameters of the $H\alpha$ line. Kozlova & Alekseev (2017) showed that the dependence of the brightness V on the color index $V-I$ has two separate distributions. This fact is accepted by the authors in favor of the duality of a star. The time of our observations from May to September 2015 corresponds to the minimum of the 4000-day cycle of variability found in Kozlova & Alekseev (2017). Therefore, the observed features of the variation in the spectrum of a star in the $H\alpha$ line can be related to the moment of the star's stay at the minimum of the 4000-day cycle. Then the results obtained by us, perhaps, are a kind of unique event and can be observed only in the minima of the 4000-day cycle. Our observations have shown that in order to elucidate these questions it is necessary to perform a more dense series of photometric and spectral observations of the star.

Based on the results obtained in this paper, we can draw the following conclusions:

1. There are two wave-like variations lasting about 40 days each, in the parameters of the emission component of the $H\alpha$ line in the spectrum of the star HD 179218. The first wave is deeper, the second is relatively less significant, and possibly distorted by fluctuations.
2. An unusual variation in the profile of the $H\alpha$ line near the minimum in the descending and ascending branches of the first wave of variations in the spectral parameters was observed. At the entrance to the minimum and during the passage of the minimum, the appearance and disappearance of additional emission components in the $H\alpha$ line was detected. The displacement of each component corresponds to approximately ± 150 km / s. During the rest of the observation time, such profiles were no longer detected.

Observed properties of the spectral lines He I 5876 and D NaI showed that we have some indicators of the matter accretion and outflow in the star atmosphere. These are:

- Observed invers-P Cyg and P Cyg profiles in lines D NaI;
- Observed emission component in the red wing of the line He I 5876;
- Possible cyclic wave like variability of spectral line parameters with characteristic time ~ 40 days.

They are intriguing results which showed that perhaps, accretion and outflow processes are occurred

in the magnetosphere of this star. So we conclude that Ae/Be Herbig type star MWC 614, just as its low mass counterparts - T Tauri type stars may be possessed the stellar magnetosphere.

LITERATURE

1. Alecian E., Catala C., Wade G. A. Et al., MNRAS, 2008, 385, 391
And Planets V, Univ. Arizona Press, p. 479
2. Bernacca P. L., Perinotto M., Contr. Oss. Astrof. Padova in Asiago, 239, 1 (1970).
3. Bo Reipurth, A. Pedrosa, M.T.V.T.Lago, A&ASS, 1996, 120, 229.
4. Bouvier, J., Alencar, S. H. P., Harries, T. J., et al.: 2007, in: Protostar
5. Dent W. R. F., Greaves J. S., Coulson I. M., MNRAS 2005, 359, 663
6. Fedele D., Van den Ancker M.E., B.Acke et al., Astronomy and Astrophysics 491, 809 (2008)
7. Galazutdinov G. A., Preprint of the Special Astrophysical Observatory, No. 92 (1992).
8. Guimaraes M.M., Alencar S.H.P., Corradi W.J.B., Vieira S.L.A., Astronomy and Astrophysics 457, 581 (2006)
9. Hubrig S., Stelzer B., Schöller M. Et al., Astronomy and Astrophysics 502, 283 (2009).
10. Ismailov N.Z., Bahaddinova G.R., Kalilov O.V., Mikailov Kh.M., Astrophys.Bull. 2013, 68, № 2, 196
11. Johns C. M., & Basri G. 1995, AJ, 109, 2800
12. Kozlova O. V., I.Yu. Alekseev, ASP Conf. Ser. 510, 153, (2017).
13. Kozlova O.V., Astrophysics, 2004, 47, No 3, 287
14. Leinert Ch., van Boekel R., Waters L.B.F.M. et al., Astronomy and Astrophysics 423, 537 (2004)
15. Meeus G., Waters L.B.F.M., Bouwman J. Et al., Astronomy and Astrophysics 365, 476 (2001)
Mendigutia I., Mora A, Montesinos B., et al., Astronomy and Astrophysics 543, A59 (2012)
16. Mendigutia I., Oudmajer R.D., Mourard D., Muzerolle J., Monthly Notices Royal Astron. Soc. 464, 1984 (2017)
17. Mendigutía, C. Eiroa, B. Montesinos, A.Mora, R. D. Oudmajer, B. Merín, and G. Meeus, A&A 529, A34 (2011)
18. Millan-Gabet R., Schloerb F.P., Traub W. A. Ap.J. 2001, 546, 358
19. Miroshnichenko A.S., Bjorkman K.S., Mulliss C.L. et al. PASP. 1998, 110, 883
20. Mora A., Eiroa C., Natta A., et al. 2004, A&A, 419, 225
Observatory, No. 92 (1992)
21. Pirzkal N., Spillar E.J., Dyck H.M., Ap.J. 1997, 481, 392
22. Pogodin M. A., 1994, A&A, 282, 141
23. Praderie F., Simon T., Catala C., & Boesgaard, A. M. 1986, apj, 303, 311
24. Rodgers B., Wooden D. H., Grinin V., et al., 2002, apj, 564, 405
25. Schisano E., Covino E., Alcalá J. M., et al. 2009, A&A, 501, 1013
26. The P.S., De Winter D., Perez M.R. A&ASS, 1994, 104, 315
27. Wheelwright H.E., Oudmajer, R.D. S.P. Goodwin, Monthly Notices Royal Astron. Soc. 401, 1199 (2010)
28. Wilson R.E. General Catalogue of Stellar Radial Velocities. Carnegie Inst. Washington D.C. Publ. 601, 0 (1953)
29. Young R.K. Publ. David Dunlap Obs., 1, 71 (1939)

XÜLASƏ

Həmayıl Adıgözəlzadə

HD 179218 ULDUZUNUN SPEKTRİNDƏ PREREMİSSİYA XƏTLƏRİNİN DƏYİŞMƏSİ

İşdə Ae/Be herbiq tipli HD 179218 ulduzunun spektral müşahidələrinin nəticələri verilmişdir. H α şüalanma xəttinin parametrlərinin iki dövrdə ~40 günlük xarakterik vaxtla dalğavari şəkildə dəyişməsi aşkar edilmişdir. Birinci dalğavari dəyişmə daha dərinidir, spektral parametrlərin azalma və artma qanadları daha aydın nəzərə çarpır. Eyni zamanda birinci minimumda H α şüalanma xəttinin profilində həm bövşəyi, həm də qırmızı qanadlarda əlavə şüalanma komponentlərin yaranması və yox olması müşahidə olunmuşdur. Alınan nəticələrin sistemin qoşalığı ilə əlaqədar olması fərziyyəsini irəli sürməyə əsas verir.

***Açar sözlər:** Ae/Be tipli ulduzlar, ulduzətrafi mühit, emissiya xətləri, dəyişkənlik-HD179218*

РЕЗЮМЕ

Хамайил Адыгозалзаде

ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРЕЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ ЗВЕЗДЫ HD 179218

В работе приводятся результаты спектральных наблюдений звезды типа Ae/Be Хербига HD 179218. Обнаружены два волнообразных цикла изменений параметров эмиссионной компоненты линии H α с характерным временем ~40 дней. Первая волна изменений является более глубоким, яснее выражены ветви уменьшения и увеличения спектральных параметров линии. Одновременно, в момент первого минимума в профиле эмиссионной линии H α наблюдается появление и исчезновение дополнительных синих и красных эмиссионных компонентов. Полученные результаты дают основание предположить о двойственности системы.

***Ключевые слова:** звезды, переменные, Ae/Be Хербига – околозвездные диски, индивидуальные - HD 179218*

АБДУЛ АСВАРОВ

a.asvarov@gmail.com

АХАД АЛЛАХВЕРДИЕВ

lab31astro@gmail.com

ГЮНЕЛЬ МАМЕДХАНОВА

ХЕЙРАН НОВРУЗОВА

Институт Физики НАН Азербайджана

О ПРОИСХОЖДЕНИИ УБЕГАЮЩИХ ЗВЕЗД

В данной работе выдвигается идея о происхождении убегающих групп молодых звезд. При определенных условиях взрыв сверхновой звезды в области активного звездообразования может вытолкнуть из этой области облако, в котором по ходу своего движения продолжится процесс рождения звезд. Если взрывается гиперновая звезда, то она в состоянии вывести из области звездообразования облака массой до $\sim 10^4$ масс Солнца, в которых по ходу их движения рождаются новые звезды.

Ключевые слова: *высокоскоростные звезды; сверхновые звезды; гиперновые; ударные волны*

Введение

Убегающие звезды (Blaauw, 1961) отличаются от обычного населения звездных типов (спектральные классы O и B) своими большими peculiar скоростями (до 200 км / с) относительно окружающей межзвездной среды и соседних звезд ассоциации, которой принадлежит они. Около 30% звезд O и 5–10% звезд B – убегающие (Hoogerwerf et al. 2000). Поскольку звезды раннего типа относительно молоды (от нескольких миллионов до 50 миллионов лет), расстояния, пройденные убегающими звездами, относительно малы, и поэтому в некоторых случаях возможно идентифицировать родительский кластер, т. е. , звездная группа, из которой произошел побег. Кстати, в работе (Blaauw, 1961) предлагается применить термин убегающая звезда (Run-away) к звездам с высокими скоростями, когда вектор скорости показывает на OB-ассоциацию, которой они принадлежат, в противном случае их просто называть высокоскоростными звездами.

Феномен убегающих звезд в современной астрофизике занимает заметное место по нескольким причинам. Во-первых, они создают популяцию молодых одиночных звезд, более-менее равномерно распределенных в пространстве. Эти звезды могут взорваться как сверхновые (SN) вне звездных ассоциаций, и тем самым участвуют в формировании структуры галактики. Во-вторых, наблюдение таких звезд помогает изучению межзвездной среды (МЗС), так как при своем движении в МЗС они создают головные ударные волны, которые являются источниками излучения в оптическом и инфракрасном диапазонах. В-третьих, понимание самого явления ускорения звезд до больших скоростей представляет большой интерес так как это явление может быть каким-либо образом связано с процессом рождения звезд или является следствием взаимодействия звезды с другими членами системы.

Общеприняты два механизма возникновения высоких скоростей у одиночных звезд: сценарий взрыва сверхновой в двойной системе (впервые предложен Блау (Blaauw) (Blaauw, 1961) и сценарий динамического выброса (Poveda et al. 1967; Gvaramadze et al. 2009). В первом случае убегающая звезда получает свою скорость после взрыва сверхновой в массивной тесной двойной системе или, если при взрыве двойная система (иногда) распадается, второй компонент этой системы начинает двигаться в МЗС со скоростью, сравнимой с его орбитальной скоростью до взрыва. Согласно второму сценарию, убегающая звезда набирает скорость за счет динамического взаимодействия с одной или несколькими другими звездами ассоциации. В этом случае скорости убегающих звезд могут быть очень большие (Hills, 1988). Недавно открытая сверхвысокоскоростная звезда A-типа (~ 1700 км/с) (Koposov et al., 2020)

говорит о том, что второй сценарий, в отличие от первого, в состоянии объяснить очень высокие скорости убегающих одиночных звезд. В данное время какой из двух механизмов доминирует в образовании большого числа высокоскоростных одиночных звезд сказать трудно, и этот вопрос остается предметом интенсивного исследования специалистов.

В последнее время исследования в этой области астрофизики получили новый толчок в связи с успешной работой миссий Hipparcos, Gaia. Недавно в работе (Drew et al., 2021) сообщалось об открытии группы высокоскоростных звезд OB типа. В данной работе мы попытаемся объяснить возникновение таких звезд в рамках взрыва сверхновой в области активного звездообразования.

Происхождение высокоскоростных звезд.

Рождение звезд происходит в гигантских молекулярных облаках в ходе многообразных сложных активных процессов фрагментации на более мелкие образования разных масс и размеров. Процесс звездообразования далек от понимания, хотя очень много усилий прилагается к этой проблеме. Ряд специалистов считают, что звезды рождаются мелкими группами, в которых содержатся до 100 звезд (Lada & Lada, 2003). Такие размеры облаков, из которых образуются звезды, являются результатом фрагментации гигантского облака вследствие различных неустойчивостей в процессе турбулентных движений газа. Первые звезды большой массы могут взорваться еще в самом начале процесса звездообразования в гигантском облаке. Роль СН в процессе звездообразования очень значительная и СН и их остатки при определенных условиях могут стать полностью регуляторами дальнейшего процесса звездообразования (McKee & Ostriker, 1977). Большинство наблюдаемых СН это взрывы с выделением $\sim 10^{51}$ эрг. При взрыве звезды часть импульса выброшенной оболочки может передаваться облаку

$$V = 100 \cdot \frac{\alpha \sqrt{M_{SN} E_{51}}}{M_2} \left(\frac{\text{км}}{\text{с}} \right),$$

где M_{SN} - масса выброшенной при взрыве оболочки в массах Солнца, и E_{51} – кинетическая энергия этой оболочки в единицах 10^{51} эрг, M_2 – масса облака в 10^2 масс Солнца. α – доля переданной облаку импульса. Параметр α определяется телесным углом, под которым видно облако из точки центра взрыва СН, поэтому удачное расположение центра вспышки по отношению к облаку становится одним из факторов, определяющих импульс получаемый облаком от сверхновой. Простые геометрические соображения показывают, что для этого параметра имеет место оценка, $\alpha \leq 0.4$. Для эффективной передачи импульса необходимо, чтобы этот параметр имел значение ближе к верхней границе значений. Рассмотрим процесс взаимодействия ударной волны сверхновой с облаком. Исследование этого физически очень сложного процесса усложняется, в первую очередь, из-за громадного разнообразия реализаций (начальных параметров) задачи. Но в общих чертах интересующий процесс передачи импульса от СН к облаку можно объяснить тем, что проникшая в облако ударная волна очень быстро становится изотермической (радиативной) (McKee, C. F. & Cowie, L. L. 1975; McKee et al., 1978) и после прохождения ударной волны через облако оно получает среднюю скорость пропорциональную скорости вещества за фронтом ударной волны в облаке. В зависимости от геометрии и физических условий можно ожидать очень большое разнообразие других результатов столкновения ударной волны ОС с облаком. Например, облака малых размеров могут быстро испариться, оставляя после себя небольшие возмущения плотности внутри остатка СН. Однако в облаке большого размера проникшая в него ударная волна может инициировать зарождение новой звезды в результате сжатия вещества ударной волной. Родившаяся в движущемся облаке звезда будет развиваться за $\sim 10^6$ лет, за это время звезда в результате активных процессов на начальных стадиях зарождения растеряет остатки газа и, одиночная убегающая звезда окажется на расстоянии $\sim 30 \frac{\text{км}}{\text{с}} \times 10^6 \text{ лет} \approx 30 \text{ пс}$ от места взрыва сверхновой. Если звезды или протозвезды уже в облаке есть, то из-за очень

мало́го их поперечного сечения они практически не получают импульса от ударной волны, хотя вещество в виде газа будет сметено ударной волной. Конечно, рассмотренный сценарий нельзя считать основным механизмом ускорения звезд, но исключить его из рассмотрения не стоит. Отличительным свойством в этом сценарии будет то, что убегающая звезда должна быть очень молодой. Для других вышеописанных механизмов ускорению подвергается полностью сформировавшиеся звезды. Таким образом, убегающие звезды с наблюдательными признаками молодых звезд могут говорить в пользу работоспособности предлагаемого здесь механизма.

Рассмотренный механизм мы можем перенести на случай гиперновой, т.е. гипотетической сверхновой с энергией выделения $\sim 10^{53}$ эрг. Имеются косвенные указания на реальность существования таких объектов (Asvarov, 2003). Допускается, что некоторые звезды могут выделить при взрыве энергию на два порядка большую, такая вспышка может выбросить из системы компактные облака, в которых под воздействием проходившей через них ударной волны начнется активное рождение новых звезд. Если взять характерные для гиперновой параметры $E_{51} \approx 100$, $M_{SN} \approx 10$, то импульс, получаемый облаком с массой 10^3 масс Солнца, может довести его скорость до $100 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

Данная работа выполнена при частичной финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики - Грант No EIF-BGM-4-BFTF-1/2017-21/07/01.

ЛИТЕРАТУРА

1. Asvarov, A. I. 2003, "Hypernova" Radio Remnants, in IAU Symposium, Vol. 214, High Energy Processes and Phenomena in Astrophysics, ed. X. D. Li, V. Trimble, & Z. R. Wang, 137].
2. Blaauw, A. 1961, On the origin of the O- and B-type stars with high velocities (the _run-away_ stars), and some related problems, Bull. Astron. Inst. Netherlands, 15, 265
3. Drew, J. E., Monguio, M., & Wright, N. J. 2021, Proper motions of OB stars in the far Carina Arm, MNRAS; arXiv: 2110.02081
4. Gvaramadze, V. V., Gualandris, A., & Portegies Zwart, S. 2009, On the origin of high-velocity runaway stars, MNRAS, 396, 570
5. Hills, J. G. 1988, Hyper-velocity and tidal stars from binaries disrupted by a massive Galactic black hole. Nature, 331, 687
6. Hoogerwerf, R., de Bruijne, J. H. J., & de Zeeuw, P. T. 2000, The Origin of Runaway Stars, ApJ, 544, L133
7. Koposov, S. E., Boubert, D., Li, T. S., et al. 2020, Discovery of a nearby 1700 km s⁻¹ star ejected from the Milky Way by Sgr A*, MNRAS, 491, 2465]
8. Lada, C. J. & Lada, E. A. 2003, Embedded Clusters in Molecular Clouds, ARA&A, 41, 57
9. McKee, C. F. & Cowie, L. L. 1975, The interaction between the blast wave of a supernova remnant and interstellar clouds, ApJ, 195, 715
10. McKee, C. F., Cowie, L. L., & Ostriker, J. P. 1978, The acceleration of high-velocity clouds in supernova remnants., ApJ, 219, L23
11. McKee, C. F. & Ostriker, J. P. 1977, A theory of the interstellar medium - Three components regulated by supernova explosions in an inhomogeneous substrate, ApJ, 218, 148
12. Poveda, A., Ruiz, J., & Allen, C. 1967, Run-away Stars as the Result of the Gravitational Collapse of Proto-stellar Clusters, Boletín de los Observatorios Tonantzintla y Tacubaya, 4, 86;

XÜLASƏ

**Abdul Asvarov
Əhəd Allahverdiyev
Günəl Məmmədخانова
Heyran Novruzova**

QAÇAN ULDUZLARIN YARANMASI

İşdə qaçan cavan ulduz qruplarının yaranması haqqında ideya irəli sürülmüşdür. Müəyyən şəraitdə aktiv ulduz əmələgəlmə bölgələrində ifratyeni ulduzun partlayışı bu sahədən müəyyən bir buludu itələyib çıxara bilər. Bu hərəkətə gətirilmiş buludda ulduzəmələgəmə prosesləri baş verir. Hiperyeni ulduz partlayarkən ulduzəmələgəlmə bölgəsindən $\sim 10^3$ Günəş kütləli bulud itələnilib çıxarıla bilər ki, burada da yeni ulduzların yaranması prosesi davam edir.

Açar sözlər: yüksəksürətli ulduzlar, ifratyeni ulduzlar, hiperyeni, zərbə dalğaları.

SUMMARY

**Abdul Asvarov
Ahad Allahverdiyev
Gunel Mammadkhanova
Heyran Novruzova**

ON THE ORIGIN OF THE RUNAWAY STARS

In this paper, we put forward the idea of the origin of the runaway groups of young stars. Under certain conditions, a supernova explosion in the region of active star formation can push out a cloud from this region, in which the process of star birth will continue in the course of its motion. If a hypernova star explodes, then it is able to push out clouds with a mass of up to $\sim 10^3$ solar masses from the star-forming region, in which new stars can be born in the course of their movement.

Key words: high-speed stars; supernovae; hypernova; shock waves

САБИР АЛИЕВ

sabirshao5@gmail.com

ВАГИФ ХАЛИЛОВ

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория
им.Н.Туси НАН Азербайджана

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЭВОЛЮЦИОНИРОВАВШЕЙ МАГНИТНОЙ CP-ЗВЕЗДЫ 21 COM

В работе определены основные параметры атмосферы и эволюционный статус магнитной CP-звезды 21 Com из старого скопления Волосы Вероники (Comae Berenikes). Атмосферные параметры определены с учетом эффекта пекулярности - наличие больших химических аномалий и сильного магнитного поля ($B_e \approx 1000$ G). Были определены фазы наибольшие пекулярной (P) и нормальной области (N) на поверхности звезды. При построении фазовые кривые были использованы материалы наблюдения полученные в ШАО с привлечением данных взятых из опубликованных ранее работ. Получено, что звезда 21 Com расположена ближе к верхней границе (TAMS) полосы ГП.

Ключевые слова: магнитные звезды, параметры атмосфера, эволюционный статус

1. Введение

В ряде опубликованных работ, в том числе [1,2] отмечается, что основные параметры атмосферы у магнитных CP-звезд (за исключением скорости вращения), в целом не сильно отличаются от атмосферных параметров нормальных звезд тех же спектральных классов. Однако в работе Хубрик и др. [3] на основании наблюдения ГИППАРХ были представлены соображения о том, что MCP звезды с массами менее 3-х Солнечных масс, прожили, по крайней мее 30 процентов своей жизни на Главной Последовательности (ГП). По их данным, большинство магнитных звезд располагаются в центральной части полосы ГП.

До сих пор нет четкой картины эволюции магнитного поля, химических аномалий и скорости осевого вращения во время пребывания MCP-звезд на ГП. Кроме того, вопрос об эволюции магнитных полей, еще не подтвержден достаточно надежными наблюдательными данными. Особый интерес представляет вопрос: Изменяются ли пекулярные особенности – интенсивности магнитного поля и линии пекулярных элементов, соответственно химического аномалии и скорости осевого вращения MCP-звезды во время пребывания на ГП. С современной точки зрения более важным является вопрос о том, что именно какие основные параметры (характеристики) MCP-звезд подвергаются изменению в период их жизни на ГП. Поэтому, естественно, особый интерес представляет задача изучения атмосферных параметров и эволюции MCP-звезд принадлежащих скоплениям разного возраста.

В работе [4] отмечено, что магнитные поля присутствуют у звезд по всей ширине полосы от ZAMS до TAMS. Статистически получено, что для звезд с массами больше 3-х солнечных масс магнитные поля ослабевают с возрастом, до возрастов порядка 30 миллионов лет. А у звезд малых масс ($M_* \leq 2M_\odot$) не обнаруживается уменьшение величины магнитного поля вплоть до возраста порядка 100 млн лет [4].

К настоящему времени общепризнано, как это отмечено в [1], что наблюдения не показывают изменений (замедления) скорости вращения магнитных CP-звезд во время ее жизни на ГП.

Обобщая вышеизложенные факты наблюдений позволяют выдвинуть идею о том, что для решения основной проблемы магнитных звезд- механизм происхождения магнитных полей и аномалий химического состава, неравномерного распределения химических аномалий и магнитного поля по поверхности и по глубине атмосферы, в первую очередь необходимо выяснить зависимость основных свойств магнитных CP-звезд от их возраста.

Для этого необходимо проведение комплексных исследований магнитных CP-звезд разного возраста. Для выяснения механизма (гипотез) происхождения и эволюции магнитных CP-звезд требуется изучение физических характеристик этих звезд, в скоплениях разного возраста, так как членство в скоплении обеспечивает параметр возраста [1].

Важнейшей особенностью разных звездных скоплений при изучении эволюции звезд, является достаточно точно определяемый возраст группы звезд, сформировавшейся из одного молекулярного облака. А анализ положения объекта на диаграмме температура – светимость позволяет исследовать особенности эволюции этих звезд, а также влияние таких факторов, как вращение, химический состав, магнитное поле и т.д.. на эволюционные параметры звезд.

Исходя из вышеизложенного мы решили изучить основные (пекулярные) характеристики и эволюционного статуса магнитной CP - звезды 21 Com, принадлежащей старому ($\log t = 8.7$) скоплению Com (Comae Berenikes).

Цель работы - определение основных характеристик (параметров) атмосферы и эволюционного статуса MCP звезды 21 Com и сопоставление полученных данных с результатами полученными для MCP звезд подобного типа пекулярности разного возраста.

2. Наблюдения и обработка

Звезда 21 Com (HD = 108945 = HR 4766 = HIP 61071 = Renson 31610) является одной из ярких магнитных звезд спектрального класса A3p с типом пекулярности SrCr. Комплексные наблюдения показали, что она является фотометрически, спектрально и магнитно- переменной звездой с периодом $P=1^d.026$ [5].

Спектральные наблюдения звезды 21 Com были проведены на 2-м телескопе ШАО НАН Азербайджана. К настоящему времени получено большое количество качественных спектров в двух вариантах: а) классические фотографические спектры с дисперсией $4\text{Å}/\text{мм}$; б) CCD спектры, которые получены с помощью эшелле-спектрометра (ShaFES) установленного в фокусе Кассегрена. Были получены 6 пар CCD спектрограмм с разрешением $R=55000$ и два спектра с разрешением $R=27500$. Подробная информация об аппаратуре и методике обработки представлены в [6].

Спектральные наблюдения были проведены в апреле – июле 1971 года в фокусе кудэ 2 – метрового телескопа ШАО НАН Азербайджана. Было получено 23 фотографические спектрограммы с дисперсией $4\text{Å}/\text{мм}$ в области длин волн $\lambda\lambda 3700 - 4700\text{Å}$. Все спектрограммы равномерно расположены по фазе периода вращения ($P=1^d.026$). Были обработаны водородные линии, эквивалентные ширины которых показывают синхронные изменение по фазе (см. рис.1) [7]. Первые фотометрические наблюдения звезды 21 Com были проведены Wolff и др. [8]. За 12 ночей в 1970 г февраль – март месяцев ими были получены большое количество материалов, которые охватывают полный период ($P=1^d.026$) звезды. Наблюдения проводилось в системе Y, B, V и U, которые близко в системе Kitt Peak. Фазы периода были определены с эфемеридами $JD = 2440630,03 + 1^d.026E$. Значение этого периода было получено еще ранее по изменениям интенсивности линии KCaII [5].

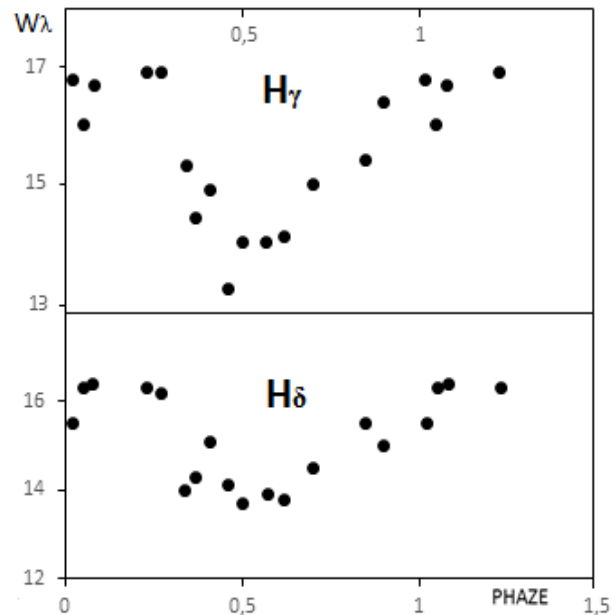


Рис. 1.

3. Определение параметров атмосферы с учетом эффекта пекулярности.

При определении параметров атмосферы у магнитных CP (MCP) – звезд необходимо учитывать влияние эффекта пекулярности (наличия в атмосфере химических аномалий и сильного магнитного поля) на строение атмосферы этих звезд [9]. Отметим, что неравномерное распределение химических аномалий и магнитного поля, которые характерно для MCP звезд, препятствуют прямому применению тех же методов, что и для нормальных звезд. Дело в том, что параметры атмосферы, определенные с помощью материалов наблюдений, полученных от неоднородной по диску MCP звезды, не соответствуют реальным значениям этих параметров ни в пятнах (пекулярных), ни вне пятен (нормальных) областях. Следовательно, при определении параметров атмосферы MCP-звезд необходимо учитывать эффект пекулярности (неоднородности) этих звезд. Для этого необходимо определить фазы соответствующие наиболее пекулярной (P) (пятнистой) и относительно нормальной (N) области на поверхности звезды.

Для этого были сопоставлены фазовые кривые изменения блеска (V) и эквивалентных ширин (W_λ) линий Ca, Sr, Cr и Eu, которые являются пекулярными элементами у звезды 21 Com. Одновременно были построены фазовые зависимости эквивалентных ширин линии H γ и H δ (рис.1). На рис.2 представлены фазовые кривые изменения блеска (V) и эквивалентной ширины линии W_λ CaII(λ 3933) и Sr II (λ 4215 Å). Из этих рисунков видно, что фазы экстремумов для всех построенных зависимостей почти совпадают ($\Delta\phi \approx \pm 0.05$).

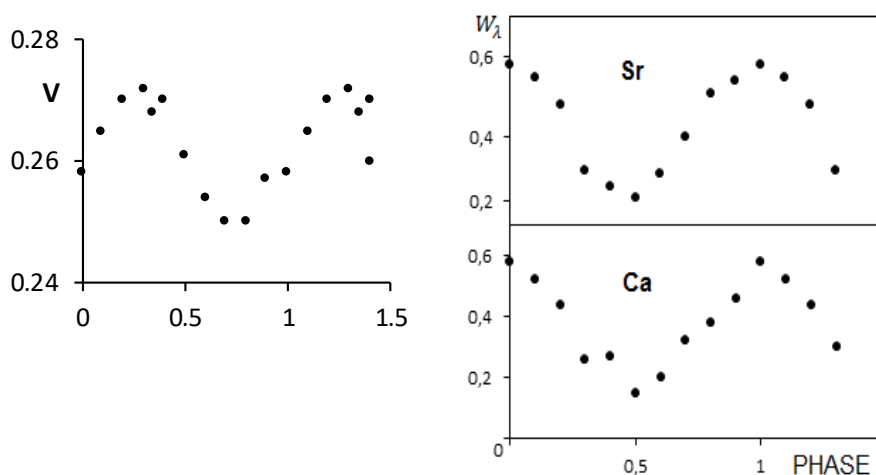


Рис.2 фазовые кривые блеска (V) и W_λ для CaII(λ 3933) и Sr II (λ 4215 Å).

С помощью сопоставлений построенных фазовых кривых были определены фазы экстремумов. Согласно модели наклонного ротатора фаза максимума ($\phi \approx 0.0-0.1$) фазовых кривых величин V и W_λ соответствует наиболее пекулярной (P) области, а фаза минимума ($\phi \approx 0.5 - 0.6$) относительно нормальной (N) области на поверхности звезды 21 Com (см. Табл.1)

Почти все параметры атмосферы, указанные в таблице 2, были определены, на базе наблюдательных материалов полученных в ШАО НАН Азербайджана. Эффективная температура T_{eff} и ускорения силы тяжести g были определены по профилям линий водорода (H γ , H δ) и фотометрическим индексам в системах Джонсона (UBV) и Стремгрена (ubvu) [10]. Найденные значения для величин T_{eff} и $\log g$ представлены, в таблице 1.

Радиусы звезды были вычислены по найденным эффективным температурам (для T(P) и T(N)) согласно известной формуле

$$\log R = 8.46 - \log T_{\text{eff}} - 0.2M_{\text{bol}} ,$$

где M_{bol} болометрическая звездная величина $M_{bol} = M_V + \Delta m_{bol}$. Болометрическая поправка Δm_{bol} определена путем экстраполяции с помощью данных Страйжиса [10]. Найденное значение для M_{bol} также приведено в таблице 1.

Известно, что в среднем скорости вращения $V \sin i$ MCP-звезд в 2-4 раза ниже $V \sin i$ нормальных звезд таких же спектральных классов. В работе [1] было получено, что холодные пекулярные звезды замедляют вращение в процессе эволюции от начальной исходной главной последовательности (ИГП - ZAMS). Результаты, полученные разными авторами неуверенные и противоречивые. До сих пор неясно, по какой причине, и на каком этапе эволюции магнитные CP- звезды теряют большую часть своего углового момента.

**Основные параметры для пекулярной (P) и нормальной (N) области
атмосферы MCP звезды 21 Com.**

№	Параметры	P	N	Данные из литературы
1	Фазы соответствующие пекулярной (P) и нормальной (N) области атмосферы.	.005-0.15	0.5- 0.6	
2	T_{eff} и $\log g$ найденные по профилям водородных линий	9200 4.91	8400 4.77	
3	T_{eff} и $\log g$ найденные по фотометрическим индексам	9000 4.04	8300 3.88	8600 [14]
4	Радиус звезды найденные по T_{eff} (P) и T_{eff} (N)	2.23	2.63	
5	Проекция скорости вращения на луч зрения – $V_e \sin i$. (km/s)	78	60	
6	Эффективные магнитные поля (B_e) полученные с помощью анализатора Зеемана (Гаусс)	-400	+537	[12]
7	Значение величины B_e , измеренные по линиям водорода (по параметрам Стокса)	+20	+440	[11]
8	Балмеровский скачок	0.48	0.52	
9	Спектральные индексы пекулярности P(E) для хрома стронция и европия	2.70, 4.80, 2.85	2.20, 4.45, 2.50	
10	Фотометрические индексы пекулярности $\Delta \alpha$ и Z (в звездных вел.) в Венской и Женевской системах	0.026 -0.027		
11	Абсолютная звездная величина M_V и M_{bol}	0.82	0.67	
12	Светимость $\log L_*/L_0$	1.65		1.7[4]

Поэтому мы сочли целесообразным определить проекцию скорости вращения на

луч зрения (V_{Sini}) для звезды 21 Com, которая является членом старого скопления в Волосах Вероники. Скорости вращения для этой звезды были определены (см. табл.) по полуширинам линии $MgII\ 4481\text{Å}$ и $FeI\ 4476\text{Å}$ для которых фактор Ланде меньше единицы ($g \leq 1.0.5$).

Число измерений магнитного поля мало и недостаточно для построения фазовой зависимости. Поэтому в табл. 1 представлены экстремальные значения эффективного магнитного поля, которые брались из работ [11,12].

К настоящему времени опубликованы несколько работ, в которых отмечаются аномальности бальмеровских скачков у магнитных CP- звезд. Недостатком всех этих работ является то, что величины бальмеровских скачков (D) были определены без учета эффекта пекулярности. Поэтому мы вычислили бальмеровские скачки по индексам в системах Джонсона (UBV) и Стремгрена (ubvy) [10], с учетом неоднородности атмосферы звезды 21 Com. Получено, что величина D для пекулярной области звезды уменьшено на 15% ($\Delta D=0.064$).

Для количественной характеристики аномального химического состава атмосфер магнитных CP - звезд наилучшим способом является непосредственное определение локального химического состава в пятнах у этих звезд. Для количественной характеристики аномального химического состава атмосферы звезды 21Com мы использовали индексы спектральной пекулярности $P(E)$ [13].

Спектральные индексы пекулярности $P(E)$, определяются как отношение эквивалентной ширины $W\lambda$ линии пекулярного элемента (или пекулярных элементов Sr, Cr, Eu) в спектре магнитной звезды к ее $W\lambda$ в спектре нормальной звезды главной последовательности (ГП) с такими же T_{ef} и Sp . Индекс $P(E)=W(P)/ W(N)$ характеризует количественные меры усиления линии пекулярного элемента в спектре MCP звезды. В атмосфере исследуемой звезды основными пекулярными элементами являются Sr, Cr и Eu. Поэтому величины $P(E)$ были определены для этих элементов и найденные значения показаны на таблице 1.

4. Эволюционный статус.

В работе [14] отмечено, что нет никакого различия между нормальными и магнитными CP-звездами, и все магнитные CP- звезды лежат внутри полосы ГП

Новые данные, полученные из наблюдений ГИППАРХ, позволяют подтвердить ранее сделанные выводы о том, что магнитные CP-звезды принадлежат ГП и их фундаментальные параметры (за исключением скорости вращения) в целом, практически не отличаются от параметров нормальных звезд ГП [14].

Особый интерес представляет вопрос о том, что когда магнитная звезда приобрела свой аномальный химический состав. Вопрос об эволюции химических аномалий в атмосферах магнитных CP-звезд до конца еще не решен. Пока еще нет четкой картины эволюции магнитного поля во время пребывания звезд на ГП. Поэтому мы решили определить эволюционного статуса проэволюционировавшей звезды звезды 21 Com.

Для этой целью были вычислены ее светимость с использованием стандартных соотношений.

$$\text{Log}(L^*/ L_0) = 0,4 (M^{\alpha} - M^*) ,$$

где M^{α} абсолютная звездная величина Солнца равная $4^m.8$. Абсолютная звездная величина для 21Com $M_v= 0.82$, и ее светимость $\log L/L_0 = 1.65 \pm 0.14$.

С помощью найденных значений светимости и эффективной температуры было установлено местоположение звезды 21 Com на диаграмме Герцшпрунга- Рассела. Она является одной из старых звезд ($3,5 \cdot 10^9$ лет) и расположена ближе к верхней границе (TAMS) полосы ГП (рис.3). На этой диаграмме черным квадратом со стрелкой отмечено положение звезды 21Com. Видно, что она располагается рядом с ранее изученными проэволюционировавшими MCP- звездами, отмеченными черными кружками.

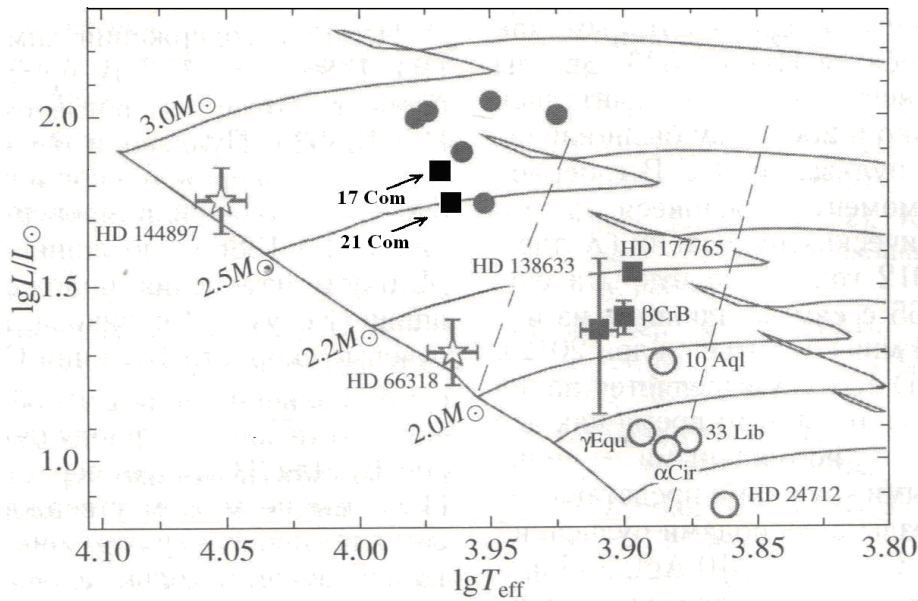


Рис.3. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела отмеченным положением звезды 21 Com (черный квадрат) и звезд сравнения HD66318, HD144897.

В эту же группу входят ряд старых звезд, такие как, HD8441, HD5797, HD40711, HD103498, HD204411 и др. Для этой группы звезд характерны сильные и многочисленные линии элементов железного пика в спектрах. Однако линии редкоземельных элементов по сравнению с другими несколько ослаблены. На диаграмме звездочками обозначены звезды, обладающие сильными магнитными полями (HD66318 и HD144897). В спектрах этих молодых звезд наблюдаются высокое содержание, как элементов железного пика, так и редкоземельных элементов. Они были выбраны авторами [15] для сравнения с проэволюционировавшими МСР - звездами.

Открытыми кружками отмечены классические пульсирующие магнитные звезды с периодами пульсаций $\approx 6-12$ минут. Положение этих звезд на ГП вблизи линии нулевого возраста говорит о том, что они являются молодыми МСР-звездами. Результаты определения спектрального индекса пекулярности этих звезд показывает сильный избыток содержания кремния, железа и особенно редкоземельных элементов (Eu, Nd и др.). При построении диаграммы Герцшпрунга – Рессела с отмеченным положением звезды 21 Com (черный квадрат) использованы данные из работы [15].

5. Обсуждение и заключение. В большинстве опубликованных работ отмечается, что средняя величина магнитного поля МСР-звезд, уменьшается с уменьшением возраста звезд. Поэтому разное значение магнитного поля группы проэволюционировавших и молодых МСР-звезд может быть результатом эволюции. Отсюда можно предположить, что обнаруживаемые различия химического состава МСР-звезд разного возраста также может быть связано с эволюцией этих звезд. Однако эволюция магнитных полей и химического состава звезд во время их пребывания на ГП пока не подтверждена надежными наблюдательными данными. Мы считаем, что для подтверждения этого, требуется изучение большего количества проэволюционировавших звезд, которые к настоящему времени изучены в недостаточном количестве.

Другой важный вопрос эволюции МСР-звезд связан с тем, что когда эти звезды приобрели свои химические аномалии. Авторы [16] не обнаружили никаких корреляций индекса пекулярности для пекулярных элементов He, Si и Sr с возрастом звезды при исследовании пекулярных звезд, в скоплениях разных возрастов.

Результаты комплексных исследований позволили нам установить местоположение

звезды 21 Com на диаграмме Герцшпрунга - Рассела и тем самым определить ее эволюционный статус. Она расположена рядом с проэволюционировавшими МСР-звездами, которые приближаются к концу жизни на ГП. В спектрах этой группы магнитных звезд линии редкоземельных элементов, по сравнению с молодыми МСР звездами, несколько ослаблены. Звезды этой группы обладают слабыми магнитными полями, которые не характерны для магнитных CP - звезд [10].

В конечном итоге, мы согласны с предположением авторов [15], о том, что в ходе эволюции магнитных звезд их магнитное поле и содержание редкоземельных элементов уменьшается.

Согласно выше изложенных фактов можно сделать следующие выводы.

1. Звезда 21 Com является проэволюционировавшей звездой, которая приближается к концу жизни на ГП.
2. Магнитное поле и индексы пекулярности $P(E)$ редкоземельных элементов звезды 21 Com уменьшены по сравнению с молодыми магнитными CP-звездами, соответствующего ей спектрального класса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключкова В.Г., Копылов И.М. Химически пекулярные звезды в группировках разного возраста. *Астроном. Жур.* 1986. том 63, Вып.2. с.240 – 245.
2. Glagolevskij Yu. V. Evolution of the magnetic fields of main-sequence CP-stars. *Astrophysics*, 2014, Vol. 57, No. 3. p. 315-329.
3. Hubrig S., North P., Mathys G. , Magnetic Ap stars in the H-R diagram, ESO Scientific preprint, 2000. № 1372p.1-31.
4. Landstreet J.D., Bagnulo S., Andrett, et al. Searching for links between magnetic fields and stellar evolution: II. The evolution of magnetic fields as revealed by observations of Ap stars in open clusters and associations. *Astronom and Astrophys.* 2007. v.470, p.685-698.
5. Deutsch A.J. The Peculiar A Stars. *Publ. Astron. Soc. Pacific* 1955. vol. 67 .p.342-347/
6. Mikailov Kh. M, Musayev F.M., Alekberov I.A., et.al. *Shamakhy Fiber Echelle Spectrograph, Kinematics and physics celestial bodies*, 2020, vol 36, No.1, p.3-36.
7. Aslanov I.A., Khalilov V.M. Spectrophotometric investigation of Ap Star HD108945. *Magnetic Ap –Star. Baku* 1975. p.39-42.
8. Wolff S.C., Wolff R.J. uvby Photometry of Ap Stars. *The Astronomical J.* 1971. Vol. 76, No5, P.422 - 430.
9. Aliyev S.H., Khalilov V.M. *The effect of peculiarity in the atmospheres of magnetic CP Stars*, *Astronomikal Journal of Azerbaijan*, 2020, V.15, .№1, p.87-92.
10. Страйжис В. 1977, Многоцветная фотометрия звезд, изд. «Мокслакс», г. Вильнюс. 305 с.
11. Романюк И. И., Кудрявцев Д.О., Семенко Е.А.. Магнитные поля Химически пекулярных звезд. II. *Астрофизический бюллетень* 2009 т.64. №3. с.247-270.
12. Borra E.F, Landstreet J. D. The magnetic fields of the Ap-stars. *Astrophys.J. Suppl.* 1982 V.42.p.421-426. .
13. Копылов И.М., Количественные спектральные индексы пекулярности CP-звезд верхней части Главной последовательности, *Астрофизические исследования*. 1987 .№24, с.44-67.
14. Kochukhov O., Bagnulo S. Evolutionary state of magnetic chemically peculiar stars. *Astron Astrophys.* 2006 vol.450.p.763-775.
15. Татаренко Ф.Р., Рябчикова Т.А., Кочухов О.П., Цымбал В.В. , Химический состав и эволюционный статус Ap-звезды HD 138633, *Письма в АЖ*, 2013 Т.39, №5с..390-400.
16. Klochkova V. G., Kopylov I.M., *Spectroscopy of CP stars in the groups of different age*, Dordrecht: D. Reidel Publ. Comp. , 1986, p.159-162.

XÜLASƏ

**Sabir Əliyev
Vaqif Xəlilov**

**ÇOX TƏKAMÜL EDƏN 21COM CP- MAQNİT ULDUZUNUN
ATMOSFER PARAMETRLƏRİNİN TƏYİNİ**

Qoca Veronikanın Saçları ulduz topası 21com maqnit ulduzunun atmosfer parametrləri və təkamül statusu müəyyən edilmişdir. Atmosfer parametrləri təyin edilərkən ulduzun pekulyarlıq effekti – yüksək kimyəvi anomaliya və güclü maqnit sahəsinin ($B_e \approx 1000$ G) olması nəzərə alınmışdır. Ulduzun səthində ən çox peculyar (P) və normal (N) oblastlara uyğun fazalar müəyyən edilmişdir.

Faza ayrılarını qurmaq üçün ŞAR-da alınan müşahidələrdən başqa, əvvəllər dərc olunan işlərdən də istifadə edilmişdir. Alınmışdır ki 21com maqnit ulduzu Baş Ardicılıq zolağının yuxarı sərhəddində (TAMS) yerləşmişdir.

Acar sözlər. maqnit ulduzları, atmosfer parametrləri, təkamül statusu.

SUMMARY

**Sabir Aliyev
Vagif Khalilov**

**DETERMINATION OF ATMOSPHERIC PARAMETERS OF THE EVOLVED
MAGNETIC CP STAR 21 COM**

The paper defines the main parameters of the atmosphere and the evolutionary status of the magnetic CP-star 21 Com from the old Comae Berenikes cluster. Atmospheric parameters are determined taking into account the peculiarity effect - the presence of large chemical anomalies and a strong magnetic field ($B_e \approx 1000$ G). The phases of the most peculiar (P) and normal (N) regions on the surface of the star were determined.

When constructing the phase curves, we used observational materials obtained at ShAO with the use of data taken from previously published works. It was found that the 21 Com star is located closer to the upper boundary (TAMS) of the Main Sequence band.

Key words: magnetic stars, parameters of the atmosphere, evolutionary status.

TƏRLAN NƏSİBOVA
nasibliterish@gmail.com
ZƏMİNƏ ƏLİYEVƏ
zaminaaliyeva@bsu.edu.az
XİDİR MİKAYİLOV
Bakı Dövlət Universiteti

GÜNƏŞ VƏ PROSION ULDUZUNUN SPEKTRİNDƏ BƏZİ Cr XƏTLƏRİNİN PROFİLLƏRİNİN TƏDQIQI

İşdə Günəş ulduz kimi və Kiçik Köpək bürcünün α ulduzu -Prosiyonun uyğun olaraq, Haute Provence və La Silla Paranal rəsədxanalarında yüksək dispersiya və yüksək ayırd etməyə ilə alınmış spektral materialları əsasında görünən oblastda Cr xətlərinin dəqiq profilləri qurulmuş və əsas spektrofotometrik xarakteristikaları təyin olunmuşdur.

Açar sözlər: Günəş, Prosiyon, spektr, fraunhofer xətləri

Giriş

Günəş və ulduzların spektrlərində Fraunhofer xətləri ulduz atmosferinin ən həssas göstəricisidir. Ulduz atmosferində baş verən bütün fiziki proseslər onun spektral xətlərin profillərində özünü açıq göstərir. Ona görə ulduz spektrində ayrı-ayrı spektral xətlərinin kifayət qədər dəqiq profillərinin qurulması və onların əsas spektrofotometrik xarakteristikalarının təyini ulduz atmosferlərinin dəqiq analizi üçün çox mühümdür.

Günəş G2 spektral sinifli baş ardıcılıq ulduzudur. Prosiyon ulduzu isə F5 spektral sinifli subnəhəng ulduzudur. Onların spektral sinifləri bir-birinə yaxındır.

Əvvəlki işlərimizdə [1-3] Günəşin Kuruç və b. [4] tərəfindən Furiye spektrometrlərində yüksək dispersiya və yüksək ayırd etmə ilə alınmış spektral materiallardan istifadə olunmuşdu. Bu atlas spektrin $\lambda\lambda$ 2960Å-13 000Å bölgəsini əhatə edir. Burada qalıq intensivliyi 1-2 mÅ addımı ilə verilir. Həmçinin Prosiyonun Qriffin [5] tərəfindən tərtib etdiyi rəqəmsal atlas Maunt Vilson rəsədxanasının 100 millimetrlik refraktorunun kude fokusunda alınmışdır. Cəmi üç seriyə müşahidə aparılmışdır. Spektrin $\lambda\lambda$ 3140-5400Å bölgəsi spektrin IV və III tərtiblərində, $\lambda\lambda$ 5400-7470Å bölgəsi isə spektrin II tərtibində alınmışdır. Atlasda qalıq intensivliyi 5mÅ addımı ilə verilir. Hal-hazırda dünyanın bir neçə rəsədxanasının böyük diametrlili teleskoplarında alınmış spektral materiallar bu rəsədxanaların saytlarında arxiv materiallarında yerləşdirilmişdir. Müasir texnologiyalarla alınmış bu spektral materiallardan istifadə etməklə daha dəqiq profillər qurmaq və daha inamlı nəticələr əldə etmək mümkündür.

1. Müşahidə materialı

İşdə spektral material olaraq Günəş üçün Fransanın cənub şərqində yerləşən Haute Provence rəsədxanasında 1.93 m-lik teleskopun kasseqren fokusunda alınmış spektral materiallardan istifadə olunmuşdur. Bu rəqəmsal spektral material spektrin $\lambda\lambda$ 3872-6943Å bölgəsini əhatə edir. SOFIYA eşelle spektroqrafında alınmış bu spektrdə ayırd etmə 75000-dir. İstifadə etdiyimiz spektr 2017-ci ilin avqustun 3-də alınmışdır [6].

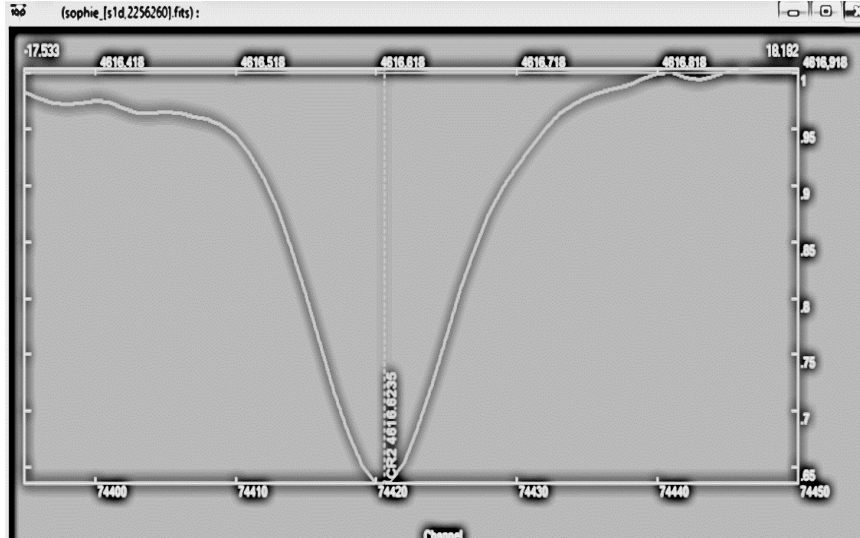
Prosiyon ulduzu üçün isə Çilidə La-Silla Paranal Rəsədxanasının 3.6 metrlik teleskopunun kasseqren fokusunda alınmış spektral materialdan istifadə olunmuşdur. Bu rəqəmsal spektral material spektrin $\lambda\lambda$ 3780-6910Å bölgəsini əhatə edir. Bu teleskopun HARPS eşelle-spektroqrafında ayırd etmə qabiliyyəti böyükdür – R =115 000-dir. Bu da zəif və orta intensivlikli xətlərin kifayət qədər dəqiq profillərini qurmağa və onların incə quruluşunu öyrənməyə imkan verir. İstifadə etdiyimiz spektr 2010-cu ilin iyulun 30-də alınmışdır [7].

2. Profillərin işlənməsi və əsas spektrofotometrik parametrlərin təyini.

Tədqiqat işində əsas məqsəd Günəşin və Prosiyonun spektrində görünən oblastda blendlənməmiş zəif və orta intensivlikli Cr xətlərinin profillərinin qurulması, onların

spektrofotometrik xarakteristikalarının böyük dəqiqliklə təyini və profillərin incə quruluşunun öyrənilməsindən ibarətdir.

Spektrlərin işlənməsi Qalazutdinov [8] tərəfindən təqdim olunmuş DECH-20 və DECH-30 paket proqramları vasitəsilə aparılmışdır. Şəkilə Günəşin spektrində 4616.638 Å xəttinin DECH proqramında qurulmuş profili göstərilmişdir.



Müşahidə olunan bütün xətlər eyniləşdirilmiş, onların spektrofotometrik xarakteristikaları - ekvivalent eni (W), yarım eni, dördüdə bir eni və xətlərin mərkəzi dərinlikləri (R_0) hesablanmışdır. Xətlərin eyniləşdirilməsi [9] və VALD 3 [*vald.astro.uu.se*] verilənlər bazası əsasında aparılmışdır.

Günəşin və Prosiyon ulduzunun spektrində dalğa uzunluqları və uyğun spektrofotometrik parametrləri cədvəl 1 və cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1.

Günəş spektrində bəzi Cr xətlərinin əsas spektrofotometrik xarakteristikaları

λ , Å	Element	W , mÅ	$\Delta\lambda_{1/2}$, mÅ	$\Delta\lambda_{1/4}$, mÅ	R_0
4616,638	Cr II	47,2	117	188	0,636
4634,088	Cr II	67,2	128	201	0,545
4651,308	Cr I	86,5	119	179	0,367
4652,178	Cr I	107,5	135	213	0,295
4718,417	Cr I	70,6	121	206	0,494
4922,237	Cr II	102,2	177	260	0,453
4942,517	Cr II	98	156	236	0,442
5205,907	Cr I	217,3	228	330	0,176
5313,607	Cr I	31,9	131	228	0,796
5334,897	Cr I	37,2	126	210	0,743
5348,347	Cr I	41	136	230	0,360
5409,797	Cr I	103,5	146	241	0,362

Xəttin ekvivalent eni bir qayda olaraq, [19] tərəfindən təqdim olunmuş proqram əsasında ölçülmüşdür. Lakin profilləri qonşu xətlərlə güclü təhrif olunmuş bəzi blendlənmiş xətlərin ekvivalent enləri isə aşağıdakı qayda ilə ölçülmüşdür: Bu məqsədlə profilləri qonşu xətlərlə təhrif olunmamış blendlənməmiş xətlərin ekvivalent enlərindən istifadə edərək xəttin ekvivalent eninin (W_λ) xəttin dərinliyindən (R_λ) asılılığı qrafiki qurulmuşdur. Belə ki, tədqiq olunan spektrlərdə xətlər kifayət qədər genişdir və onların profilləri instrumental profillərlə deyil, bu ulduzların atmosferində

baş verən mikroturbulent hərəkət sürəti ilə xarakterizə edilir. Belə olduqda xəttin ekvivalent eni onun dalğa uzunluğundan deyil, intensivliyindən asılıdır. Ona görə də güclü olmayan xətlər üçün ($W \leq 300$ mÅ) xəttin ekvivalent eni ilə dərinliyi arasında vahid asılılıq mövcud olmalıdır.

Cədvəl 2.

Prosiyon spektrində bəzi Cr xətlərinin əsas spektrofotometrik xarakteristikaları

λ , Å	Element	W, mÅ	$\Delta\lambda_{1/2}$, mÅ	$\Delta\lambda_{1/4}$, mÅ	R_0
4616,524	Cr II	72,9	150	220	0,568
4633,974	Cr II	91,6	156	228	0,477
4651,163	Cr I	58,7	143	229	0,64
4652,064	Cr I	82,2	149	219	0,508
4718,302	Cr I	49,1	149	232	0,696
4922,139	Cr II	68,1	177	273	0,652
4942,35	Cr II	48,9	183	275	0,714
4942,357	Cr I	48,9	183	275	0,822
5204,397	Cr I	144	210	320	0,319
5348,256	Cr I	74,7	173	254	0,616
5409,656	Cr I	106,3	191	291	0,473

Əsas nəticələr

G2 spektral sinifli Günəş üçün 1.93 m-lik teleskopun SOFIYA eşelle spektroqrafında alınmış yüksək ayırdətməli (75000) və F5 spektral sinifli Prosiyon ulduzu üçün 3.6 metrlik teleskopun HARPS eşelle-spektroqrafında alınmış yüksək ayırdətməli (115 000) spektral müşahidələrdən istifadə edərək görünən oblastda Cr xətlərinin profilləri qurulmuşdur.

Profillərin əsas spektrofotometrik xarakteristikaları təyin olunmuşdur. Məlum olmuşdur ki, bu ulduzlardan Prosiyonun spektrində profillərin ekvivalent eni nisbətən böyükdür. Bu da həmin ulduzun effektiv temperaturunun Günəşinkindən böyük olması deməkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Кули-Заде Д.М., Шабанова З.Ф., Исследование профилей слабых и средних фраунгоферовых линий в разрешенном и неразрешенной спектр Солнца // Вестник БГУ, 2002, №1, с.39-53.
2. Кули-Заде Д.М., Шабанова З.Ф., Алиева Т.Г., Тонкая структура и параметры асимметрии профиля линии λ 5324.185 Å FeI в спектре Прокциона Астрон. журнал Азербайджана, 2008, V 3, № 3-4, с.13-17.
3. Кули-Заде Д.М., Шабанова З.Ф., Алиева Т.Г., Тонкая структура и параметры асимметрии линии λ 5324.185 Å FeI в спектре полного потока от всего диска Солнца, Вестник БГУ, 2008, №3, с. 169-173
4. Kurucz R.L., Furenlind I., Brault J., Testerman L., Solar flux atlas from 296 to 1300 nm // New Mexico: National Solar Observatory, 1984, No.1, p.239.
5. Griffin R.F. A photometric Atlas of the Spectrum of Procyon, Cambridge, 140 p. 1979.
6. Perruchot; et al. (2008). McLean, Ian S; Casali, Mark M (eds.). "The SOPHIE spectrograph: design and technical key-points for high throughput and high stability" (PDF). Proceedings of the SPIE. Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy II. 7014: 70140J. .
7. Mayor, M. et al. 2003, The Messenger 114, 20.
8. Галазутдинов Г.А., Система обработки звездных Эшелле-спектров 1 Обработка изображений 2 Обработка спектров // Препринт САО РАН,
9. Moore Ch. E., A multiplet table of astrophysical interest: NBS Techn. Note, Wash.: 1959, No. 36.

SUMMARY

**Tarlan Nasibova
Zamina Aliyeva
Khıdır Mikailov**

**STUDY OF PROFILES OF CERTAIN LINE OF Cr IN THE SPECTRUM
OF THE SUN AND THE STAR OF PROCYON**

In this work, accurate profiles of lines in the visible region of Cr were constructed and their main spectrophotometric characteristics were determined based on spectral materials obtained with high dispersion and high resolution at the observatories of Haute Provence and La-Silla Paranal, respectively, for the Sun as a star and Procyon.

Key words: Sun, profiles, spectrum, Fraunhofer lines

РЕЗЮМЕ

**Тарлан Насибова
Замина Алиева
Хыдыр Микайлов**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФИЛЕЙ НЕКОТОРЫХ ЛИНИЙ Cr В
СПЕКТРЕ СОЛНЦЕ И ЗВЕЗДЫ ПРОЦИОНА**

В данной работе были построены точные профили линий в видимой области Cr и определены их основные спектрофотометрические характеристики на основе спектральных материалов, полученных с высокой дисперсией и высоким разрешением в обсерваториях Верхнего Прованса и Ла-Силья-Параналь, соответственно для Солнце как звезда и Проциона.

Ключевые слова: Солнце, профили, спектр, фраунгоферова линии

FİZİKANIN AKTUAL PROBLEMLƏRİ

BİLLURƏ HACIYEVA

billur_haciyeva@mail.ru

YAQUT ŞÜKÜROVA

mehemmed1513mehemmed@mail.ru

Naxçıvan Dövlət Universiteti

UZUNUNA POLYARLAŞMA HALINDA ELEKTRONLAR ƏSAS LANDAU SƏVİYYƏSİNDƏ, POZİTRONLAR İSƏ BİRİNCİ LANDAU SƏVİYYƏSİNDƏ YARANDIQDA $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ PROSESLƏRİ HESABINA BAŞ VERƏN ENERJİ İTKİSİ VƏ ORTAYA ÇIXAN SPİN ASİMMETRİYASI

Beləliklə, ifratgüclü maqnitləşmiş ulduzlarda gedən $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ proseslərində düşən antineytrinolar sahəyə perpendikulyar istiqamətdə daxil olduqda, səpilən antineytrinolar isə sahənin əksi istiqamətində hərəkət etdikdə elektronların əsas Landau səviyyəsində, pozitronların isə birinci Landau səviyyəsində doğulması zamanı baş verən enerji itkiləri antineytrino aromasına və pozitronların spinlərinin polyarlaşmasına həssas olub, asimmetrik baş verir. Bu o, deməkdir ki, düşən antineytrinolar sahəyə perpendikulyar istiqamətdə, səpilən antineytrinolar isə sahənin əksi istiqamətdə hərəkət etdikdə, maqnit sahəsinin induksiyaının qiyməti elektronun (pozitronun) kütləsi, elektron (pozitron) qazının kimyəvi potensialı, elektron (pozitron) qazının temperaturu, səpilən antineytrino qazının temperaturu ilə müqayisədə çox böyük parametərə çevrildikdə elektronların əsas Landau səviyyəsində, pozitronları isə birinci Landau səviyyəsində doğulması halında $B \geq 10^{15}$ Qs tərtibli maqnit sahələrinə malik olan ifratgüclü maqnitləşmiş ulduzların $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ prosesləri hesabına soyumasına spinləri yalnız "sağ" polyarlaşmış pozitronlar pay verir.

Açar sözlər: Maqnit sahəsi, asimmetriya, enerji, polyarlaşma, spin

Elektronların və pozitronların spinlərinin uzununa polyarlaşması halında elektronların əsas Landau səviyyəsində ($n' = 0$), pozitronların isə birinci Landau səviyyəsində ($n = 1$) yarandığı halda baxaq. Fərz edək ki, düşən antineytrinolar z -oxu boyunca yönəlmiş maqnit sahəsinə nəzərən perpendikulyar istiqamətdə ($\vartheta = \pi/2$), səpilən antineytrinolar sahənin əksi istiqamətində ($\vartheta' = \pi$) hərəkət edir və düşən və səpilən antineytrinoların azimutal bucaqları bir-birinə bərabərdir: $\alpha = \alpha'$. Qeyd etmək lazımdır ki, bu həndəsi şərtlər daxilində $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ proseslərinin baş verməsi enerjinin və impulsun z -komponentinin saxlanması qanunlarına zidd deyil. Bu halda $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ prosesləri zamanı itirilən enerji üçün, yəni vahid zamanda mühitin vahid həcminə ötürülən enerji üçün aşağıdakı düsturu almış oluruq:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{G_F^2}{32\pi^4} \frac{g_L^2}{V} \int \omega^2 \omega' (\omega - \omega') \sqrt{m_e^2 + 2m_e^2 f + \omega'^2} \left[1 + \left(1 - \left(\frac{m_e}{E} \right)^2 \right)^{1/2} \right] \zeta \times$$

$$\times \left(1 - \zeta \frac{\omega'}{\sqrt{2m_e^2 f + \omega'^2}} \right) \exp\left(-\frac{\omega^2}{2m_e^2 f} \right) (1 - f_{\tilde{\nu}}) (1 - f_{e^-}) (1 - f_{e^+}) d\omega' d\Omega'$$

Burada ζ - pozitronun spin kvant ədədi olub, spinin ümumiləşmiş impuls üzrə proyeksiyasını müəyyən edir: pozitronun spini ümumiləşmiş impuls vektoru istiqamətində yönəldikdə $\zeta = +1$,

pozitronun spini ümumiləşmiş impuls vektorunun əksi istiqamətində yönəldikdə isə $\zeta = -1$ götürülür. Baxılan proseslərdə antineytrino w -bozon buraxa bilmədiyinə görə $\tilde{\nu}_e \rightarrow \tilde{\nu}_e^- e^+$ prosesinə Z -bozonun iştirak etdiyi neytral cərəyan pay verir. Ona görə də $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i^- e^+$ prosesləri üçün $g_L = -0,5 + \sin^2 \theta_w$ götürülür. Burada θ_w - Vaynberq bucağıdır. Bu fakt onu göstərir ki, uzununa polyarlaşma halında $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i^- e^+$ prosesləri nəticəsində elektronlar əsas Landau səviyyəsində, pozitronlar isə birinci Landau səviyyəsində yarandıqda sözügedən proseslər hesabına baş verən enerji itkisi antineytrininonun aromasına (növlünə) həssas deyil.

Enerji itkisinin ifadəsinə ζ ilə mütənəsb hədlərin daxil olması ona dəlalət edir ki, enerji itkisi $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i^- e^+$ proseslərində doğulan pozitronların spinlərinin polyarlaşmasına həssasdır. Enerji itkisinin pozitronların spinlərindən asılılığı onu göstərir ki, enerji itkisi pozitronların spinləri onların ümumiləşmiş impulsu boyunca və ümumiləşmiş impulsunun əksi istiqamətində yönəldikdə simmetrik və ya bərabər olmur. Bu halda enerji itkisi zamanı spin asimetriyası ortaya çıxır. Doğulan pozitronların (Hüseynov 2012, 243 - 252) spinləri onların ümumiləşmiş impulsunun əksi istiqamətində yönəldikdə ($\zeta = -1$, yəni spinləri “sol” polyarlaşmış pozitronlar) enerji itkiləri üçün

$$\left(\frac{dE}{dt}\right)_L = \frac{dE}{dt}(\zeta = -1) = \frac{G_F^2 g_L^2}{32\pi^4 V} \int \omega^2 \omega' (\omega - \omega') \sqrt{m_e^2 + 2m_e^2 f + \omega'^2} \times$$

$$\times \left[1 - \left(1 - \left(\frac{m_e}{E} \right)^2 \right)^{1/2} \right] \left[1 + \frac{\omega'}{\sqrt{2m_e^2 f + \omega'^2}} \right] \exp\left(-\frac{\omega^2}{2m_e^2 f} \right) \times$$

$$\times (1 - f_{\tilde{\nu}})(1 - f_{e^-})(1 - f_{e^+}) d\omega' d\Omega' \quad (2)$$

ifadəsi, pozitronların spinləri onların ümumiləşmiş impulsu boyunca ($\zeta = +1$) yönəldikdə isə ($\zeta = +1$, yəni spinləri “sağ” polyarlaşmış pozitronlar)

$$\left(\frac{dE}{dt}\right)_R = \frac{dE}{dt}(\zeta = +1) = \frac{G_F^2 g_L^2}{32\pi^4 V} \int \omega^2 \omega' (\omega - \omega') \sqrt{m_e^2 + 2m_e^2 f + \omega'^2} \times$$

$$\times \left[1 + \left(1 - \left(\frac{m_e}{E} \right)^2 \right)^{1/2} \right] \left[1 - \frac{\omega'}{\sqrt{2m_e^2 f + \omega'^2}} \right] \exp\left(-\frac{\omega^2}{2m_e^2 f} \right) (1 - f_{\tilde{\nu}})(1 - f_{e^-})(1 - f_{e^+}) d\omega' d\Omega' \quad (3)$$

ifadəsi doğrudur.

$\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i^- e^+$ prosesləri hesabına doğulan pozitronların spinlərinin uzununa polyarlaşmaları halında enerji itkisi zamanı ortaya çıxan spin asimetriyasını aşağıdakı düstur üzrə təyin edirik:

$$A = \frac{\left(\frac{dE}{dt}\right)_R - \left(\frac{dE}{dt}\right)_L}{\left(\frac{dE}{dt}\right)_R + \left(\frac{dE}{dt}\right)_L} \quad (4)$$

Düşən antineytrininonun enerjisinin səpələn antineytrininonun enerjisindən çox-çox böyük olduğu $\omega \gg \omega'$ (5)

halına baxaq. Biz həm də onu fərz edirik ki, səpilən antineytrinin enerjisi pozitronun birinci Landau səviyyəsini tutması hesabına maqnit sahəsində qazandığı (Кузнецов, Михеев 2000, 863-876) səciyyəvi enerjiden və onun kütləsindən çox-çox kiçikdir, yəni

$$\omega' \ll \sqrt{e_0 B}, m_e. \quad (6)$$

Biz burada $\sqrt{e_0 B}$ kəmiyyətinin qiymətinin m_e -dən çox-çox böyük olduğu

$$\sqrt{e_0 B} \gg m_e \quad (7)$$

halına deyil,

$$\sqrt{e_0 B} \geq m_e \quad (8)$$

olan hala baxırıq. Bu halda spin asimetriyası üçün aşağıdakı sadə ifadəni almış oluruq:

$$A = \left(1 - \frac{m_e^2}{2e_0 B}\right)^{1/2} = \left(1 - \frac{1}{2f}\right)^{1/2}. \quad (9)$$

Spin asimetriyasını ədədi qiymətləndirmək üçün ifratgüclü maqnitləşmiş ulduz mühitinə baxaq. Adı neytron ulduzu ($B \sim 10^{13} Q_s$) halında asimetriya üçün $A \cong 70,7\%$ qiymət alınır. Bu, o deməkdir ki, adi neytron ulduzunun $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ prosesləri hesabına soyumasına birinci Landau səviyyəsində doğulan və spinləri “sağ” polyarlaşmış pozitronların verdiyi pay birinci Landau səviyyəsində doğulan və spinləri “sol” polyarlaşmış pozitronların verdiyi paydan əhəmiyyətli dərəcədə böyükdür. $B \sim 10^{14} Q_s$ tərtibli maqnit sahələrinə malik olan maqnit mühiti halında isə asimetriya üçün kifayət qədər böyük qiymət alınır: $A \cong 97,5\%$. Bu halda maqnit induksiya $B \sim 10^{14} Q_s$ olan maqnit sahələrinə malik maqnit mühitinə $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ prosesləri hesabına soyumasına birinci Landau səviyyəsində doğulan və spinləri “sağ” polyarlaşmış pozitronların verdiyi pay dominantlıq təşkil edir.

İndi isə (5) və

$$\omega', m_e, \mu_e, \mu_\nu \ll T, T_\nu \ll \sqrt{e_0 B} = m_e f^{1/2} \quad (10)$$

şərtləri daxilində enerji itkilərini hesablayaq. Burada μ_e - elektron (pozitron) qazının kimyəvi potensialının (Nəcəfov 2021, 549 - 554) mütləq qiyməti, μ_ν - səpilən antineytrino qazının kimyəvi potensialı, T - elektron (pozitron) qazının temperaturu, T_ν - səpilən antineytrino qazının temperaturudur. Biz əvvəlcə $m_e \ll \sqrt{e_0 B}$ şərtindən istifadə edib,

$$B \gg B_0 \quad (f \gg 1) \quad (11)$$

münasibətini, daha sonra isə baxılan səpilmə həndəsəsi üçün pozitronun enerjisinin

$E = \sqrt{m_e^2 + 2m_e^2 f + \omega'^2}$ ifadəsindən istifadə edib,

$$\left(\frac{m_e}{E}\right)^2 = \frac{1}{2f} \ll 1 \quad (12)$$

münasibətini alırıq. Bu şərt, məsələn, maqnit sahəsinin induksiyaının qiyməti $\sim 10^{15} Q_s$ tərtibində olan maqnitarlarda (Abdullayev 2012, 484-490), ulduz nüvəsinin qravitasiya kollapsının ilkin fazasında reallaşır. (10) və (12) münasibətlərini (1) ifadəsində nəzərə almaqla $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ prosesləri zamanı vahid zamanda ifratgüclü maqnitləşmiş ulduzun vahid həcmi tərəfindən itirilən enerji üçün aşağıdakı düsturu almış oluruq:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{G_F^2}{16\pi^3 e} \frac{g_L^2}{V} m_e^4 \omega_{\max}'^2 f^2 (1 + \xi). \quad (13)$$

Burada ω_{\max}' - səpilən neytrinin enerjisinin maksimum qiyməti və $e \cong 2,718$ - sabit ədəddir.

Bu düsturdan görüldüyü kimi (10) şərti daxilində $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ prosesləri hesabına eyni zamanda cüt şəkildə əsas Landau səviyyəsində elektronların və birinci Landau səviyyəsində “sol” polyarlaşmış pozitronların ($\zeta = -1$) doğulması qadağan olunub və bu halda enerji itkisi sıfıra bərabərdir:

$$\left(\frac{dE}{dt}\right)_L = 0. \quad (14)$$

Enerji itkilərinə payı birinci Landau səviyyəsində doğulan və spinləri yalnız “sağ” polyarlaşmış pozitronlar ($\zeta = +1$) verir

$$\left(\frac{dE}{dt}\right)_R = \frac{G_F^2}{8\pi^3} \frac{g_L^2}{e} m_e^4 \omega_{\max}^2 f^2. \quad (15)$$

Aydınır ki, bu halda asimmetriya maksimum olur: $A \cong 100\%$.

Deməli, eyni zamanda cüt şəkildə əsas Landau səviyyəsində elektronların və birinci Landau səviyyəsində pozitronların doğulması zamanı $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ prosesləri hesabına $B \sim 10^{13} Qs - 10^{14} Qs$ tərtibli maqnit sahəsinə malik ifratgüclü maqnitləşmiş ulduzların soyumasına əsas payı spinləri “sol” polyarlaşmış pozitronlar deyil, spinləri “sağ” polyarlaşmış pozitronlar verir, lakin $B \geq 10^{15} Qs$ tərtibli maqnit sahəsinə malik ifratgüclü maqnitləşmiş ulduzların soyumasına payı spinləri yalnız “sağ” polyarlaşmış pozitronlar verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Hüseynov V.A. Kvant elektrodinamikası. Ali məktəblər üçün dərslik. Bakı: “Şərq-Qərb” nəşriyyatı, 2012, 235s.
2. Abdullayev S.Q. Lepton-lepton və lepton-hadron qarşılıqlı təsirlərində zəif cərəyan effektləri, 2012, Bakı: AM965 MMC nəşriyyatı, 484 s.
3. Nəcəfov İ.M. Müasir klassik elektrodinamika (dərs vəsaiti). Bakı: “Adiloğlu” nəşriyyatı, 2012, 549s.
4. Kuznetsov A.V., Mikheev N.V. Neutrino-electron processes in a strong magnetic field and plasma // Modern Physics Letters A, 1999, v. 14, pp. 2531-2536.
5. Kuznetsov A. V., Rumyantsev D. A., Savin V. N. Creation of electron-positron pairs at excited Landau levels by neutrino in a strong magnetic field. Int. J. of Mod. Phys., A 29 (2014) 26, 1450136 [Arxiv: hep-ph/1406.3904]. 6.
6. Кузнецов А. В., Михеев Н. В. Взаимодействие нейтрино с сильно замагниченной электрон-позитронной плазмой. ЖЭТФ, 118 вып. 4 (10) (2000) 863-876.

SUMMARY

**Billura Gadzhiyeva
Yakut Shukurova**

WHEN ELECTRONS ARE CREATED AT THE MAIN LANDAU LEVEL IN THE LONG POLARIZATION, POSITRONS ARE CREATED AT THE FIRST LANDAU LEVEL AT THE EXPENSE OF THE PROCESS

Thus, when antineutrinos falling in ultra-strong magnetized stars $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ enter the field perpendicular to the field, and scattered antineutrinos move in the opposite direction of the field, the energy losses during the birth of electrons at the main Landau level and positrons at the first Landau level are spin-sensitive gives. This means that when the falling antineutrinos move in a direction perpendicular to the field and the scattered antineutrinos move in the opposite direction, the value of the magnetic field induction is the mass of the electron (positron), the energy of the scattered antineutrino, the chemical potential of the electron (positron) gas. When the temperature of the

(positron) gas becomes a very large parameter $B \geq 10^{15} Qs$ compared to the temperature of the scattered antineutrino gas, only "right" polarized positrons allow the electrons to cool at the primary Landau level $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ and the positrons at the first Landau level.

Key words: Magnetic field, asymmetry, energy, polarization, spins

РЕЗЮМЕ

Биллура Гаджиева

Якут Шукурова

ПРИ РОЖДЕНИИ ЭЛЕКТРОНОВ НА ГЛАВНОМ УРОВНЕ ЛАНДАУ В ДЛИННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ НА ПЕРВОМ УРОВНЕ ЛАНДАУ СОЗДАЮТСЯ ПОЗИТРОНЫ ЗА СЧЕТ ПРОЦЕССА

Таким образом, когда антинейтрино, падающие в сверхсильных замагниченных звездах $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ входят в поле, перпендикулярное полю, а рассеянные антинейтрино движутся в направлении, противоположном полю, потери энергии при рождении электронов на основном уровне Ландау и позитронов на первом уровне Ландау уровень чувствителен к спину дает. Это означает, что когда падающие антинейтрино движутся в направлении, перпендикулярном полю, а рассеянные антинейтрино движутся в противоположном направлении, величина индукции магнитного поля равна массе электрона (позитрона), энергии рассеянного антинейтрино, химический потенциал электронного (позитронного) газа. Когда температура (позитронного) газа становится очень большим параметром $B \geq 10^{15} Qs$ по сравнению с температурой рассеянного газа антинейтрино, только «правильные» поляризованные позитроны позволяют электронам охлаждаться на основном $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ уровне Ландау. и позитроны на первом уровне Ландау.

Ключевые слова: Магнитное поле, асимметрия, энергия, поляризация, спин.

MƏMMƏD HÜSEYNƏLİYEV

mamedhuss@mail.ru

LEYLA İBRAHİMOVA

leyla.ibrahimova.@bk.ru

AMEA Naxçıvan Bölməsi Təbii Ehtiyatlar İnstitutu

CdSe NAZİK TƏBƏQƏSİNİN CdTe-A TRANSFORMASIYA PROSESİNİN ARAŞDIRILMASI

Bu işdə kimyəvi çökdürmə yolu ilə alınmış kadmium selenid nazik təbəqəsinin elektrolit məhlullardan ion mübadiləsi yolu ilə kadmium telluridə transformasiya prosesi öyrənilmişdir. Transformasiya prosesindən əvvəl və sonra CdSe nazik təbəqəsinin udma spektrləri çəkilməmiş, Tauc düsturundan istifadə olunmaqla onların qadağan olunmuş zonaları hesablanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, transformasiya prosesi nəticəsində CdSe nazik təbəqəsinin qadağan olunmuş zonası kiçik enerjilər tərəfə sürüşür, həm də transformasiya nazik təbəqənin çox kiçik bir qatında reallaşa bilər. CdSe nazik təbəqəsinin açıq səthinin nazik tellur qatı ilə örtülməsi ion mübadiləsi prosesini çətinləşdirir və onun bütünlüklə CdTe-a çevrilməsinə mane olur.

Açar sözlər: *Kimyəvi çökdürmə, CdSe nazik təbəqəsi, CdTe, transformasiya, ion mübadiləsi prosesi, optik udma spektri, qadağan olunmuş zona.*

Giriş. Kadmium selenid CdSe,almazabənzər yarımkeçiricilər qrupuna daxil olmaqla iki polimorf modifikasiya şəklində kristallaşır: sfalerit tipli qəfəsi olan B3 (qr. rp. F43m) kubik kristal strukturda və termodinamik cəhətdən daha dayanıqlı olan vürçit B4 (qr. rp. P63mc) tipli heksaqonal strukturda.

CdSe n-tip yarımkeçirici olmaqla, kiçik qadağan olunmuş zonaya malikdir (sfalerit üçün 1.74 eV və wurtzite üçün 1.80 eV). Bu qiymətlər günəş işığının udulmasının və onun elektrik enerjisinə çevrilməsinin optimal bölgəsinə daxil edilir və yüksək udma əmsalı ilə birlikdə CdSe günəş elementləri hazırlanması üçün perspektivli material hesab olunur [1, 2]. CdSe birləşməsi yarımkeçirici lazerlərdə [3], maye kristal displeylərdə, qamma-şüa detektorlarında və qaz analizatorlarında [4] aktiv mühit kimi istifadə olunur. Bundan əlavə, CdSe, fotorezistorların və işıq diodların [5, 6], yüksək effektivli nazik təbəqəli tranzistorların [7], optik gücləndiricilərin, fotokatalizatorların və fotokatalitik sistemlər üçün materialların [8] alınması üçün perspektivli birləşmədir.

CdSe-nin nazik təbəqələrinin alınmasında elektrokimyəvi çökdürmə [9], çiləmə piroliz [10], kimyəvi çökdürmə [11] üsullarından istifadə olunur ki, onlardan da kimyəvi çökdürmə üsulu öz effektivliyinə və ucuz başa gəlməsinə görə daha çox istifadə olunur.

Kimyəvi çökdürmə yolu ilə CdSe nazik təbəqəsinin alınması metodikası tərəfimizdən ətraflı şəkildə öyrənilmişdir [12].

Tellurun digər birləşmələri kimi CdTe nazik təbəqəsinin kimyəvi çökdürmə yolu ilə alınması demək olar ki, indiyədək problem məsələ olaraq qalır, çünki bu prosədə məhlula daxil etmək üçün dayanıqlı tellur komponenti demək olar ki yoxdur. Bəzi tədqiqatçıların bu birləşmənin kimyəvi çökdürmə yolu ilə alınmasına aid məqalələrinə rast gəlmək mümkündür. Lakin bütün hallarda bu birləşmənin alınma texnologiyası ya tam şəkildə açıqlanmış, ya da bu açıqlamalarda xeyli qaranlıq məqamlar üzə çıxır [13]. Kimyəvi çökdürmə yolu ilə CdTe nazik təbəqələrinin alınması problemləri və perspektiv tərəfləri [14] işində araşdırılmışdır.

Lakin CdTe nazik təbəqəsinin alınması məsələsinə tamamilə başqa yöndən yanaşmaq olar. Hər şeydən əvvəl qeyd etmək lazımdır ki, kimyəvi çökdürmə üsulu nanostrukturların alınmasında əlverişli üsuldur və CdX nanostrukturuları əsasında onların öz aralarında (o cümlədən CdSe/CdTe heteroqəçidində) günəş elementləri alınması mümkündür. CdSe nazik təbəqəsi əsasında belə bir keçidin alınması isə bu nazik təbəqənin müəyyən qalınlıqda bir qatının CdTe-a transformasiyası ilə

həyata keçirilə bilər. CdS/CdTe heteroqəçidinin və PbS/PbTe heteroqəçidinin alınması prosesində də biz ilk dəfə olaraq bu üsuldən istifadə etmişdik [15, 16]. Təklif etdiyimiz bu üsuldə CdTe qatının çökdürülməsi prosesi aradan götürülür və CdSe üzərində CdTe qatının alınması CdSe nazik təbəqəsinin açıq səthində müəyyən qalınlıqlı bir təbəqənin CdTe-a transformasiyası vasitəsilə həyata keçirilir. Ona görə də CdSe-in CdTe-a transformasiyası CdSe/CdTe əsasında günəş elementi alınması istiqamətində çox böyük perspektivlər açar bilər.

Hər bir texnoloji yenilik birləşmələrin yeni keyfiyyətlərinin üzə çıxarılmasına imkan verir. Bu üsulla CdTe nazik təbəqəsinin, CdTe narın tozunun və CdSe/CdTe heteroqəçidinin alınması bu birləşmənin və alınacaq günəş elementlərinin bir sıra unikal xassələrinin üzə çıxarılacağına ümid verir.

Bu işdə ikivalentli tellur ionlarından ibarət olan elektrolit məhlulundan istifadə olunmaqla kimyəvi çökdürmə yolu ilə alınmış CdSe nazik təbəqəsinin ion mübadiləsi yolu ilə CdTe-a transformasiya prosesi araşdırılmışdır.

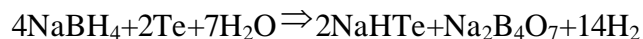
Təcrübi hissə CdSe nazik təbəqəsinin kimyəvi çökdürmə yolu ilə alınması üçün istifadə olunan məhlul aşağıdakı qaydada hazırlanmış məhlulların hər birindən eyni qədər (həcm ölçüsü ilə 13 ml olmaqla) götürülməklə hazırlanır: 0,5 M kadmium xlorid ($CdCl_2 \cdot 2,5H_2O$), 13,4 M (25%) naşatr (NH_3OH), 7,4 M trietanolamine ($C_6H_{15}NO_3$) və 0,2 M natrium selenosulfat (Na_2SSeO_3). Kimyəvi çökdürmə prosesi 60 ml-lik laboratoriya stəkanında, otaq temperaturunda aparılmışdır.

Natrium selenosulfat (Na_2SeSO_3) 6 qram selen tozunun 10 qram natrium sulfitin (Na_2SO_3) 100 ml distillə suyu məhlulunda 7 saat müddətində $90^{\circ}C$ temperaturunda əks soyuducuda aparılan reaksiyası nəticəsində alınmışdır. Reaksiyadan sonra məhlul otaq temperaturuna qədər soyudulmuş, həll olmayan selen hissəcikləri filtr vasitəsilə məhluldan kənarlaşdırılmışdır. Nəticədə şəffaf natrium selenosulfat məhlulu alınmışdır [17]. [18] işində göstəriləyi kimi, CdSe-nin alınmasında selen komponenti olaraq natrium selenosulfatdan istifadə olunarkən məhlulda pH:9 olduqda daha yaxşı nəticələr almaq olar. Və yalnız pH: 9 olduqda kristallik strukturlu CdSe nazik təbəqəsinin alınması mümkündür ki, yuxarıda göstərilən qaydada hazırlanmış qarışıqda məhlulun pH-ı 9-a bərabər olmuşdur. Məhlulun pH-ın ölçülməsində “АКВИТОН pH-410” pH metrindən istifadə olunmuşdur.

Məhlula daxil edilməmişdən qabaq amorf şüşə altlıqlar (38x26x1 mm) bir neçə saat xrompik məhlulunda saxlanılmış, distillə suyunda yuyulmuş və havada qurudulmuşdur. Şüşə altlıqlar içərisində məhlul olan stəkana şaquli şəkildə yerləşdirilmişlər. Kimyəvi çökdürmə prosesi otaq temperaturunda ($27^{\circ}C$), 48 saat müddətində yerinə yetirilmişdir və bu prosesdə fırlanma tətbiq olunmamışdır.

Prosesin gedişində ilk öncə stəkanın dibində ağ çöküntü alınır. Zaman keçdikcə (təxminən üç dörd saat sonra) bu çöküntü və stəkandakı şəffaf məhlul əvvəlcə tünd sarı rəng alır, daha sonra isə CdSe-ə uyğun olan qırmızı rəngə çevrilmiş olur. Bu prosesdən sonra süsə altlıq stəkandan çıxarılır, distillə suyunda yuyularaq qurudulur. Nəticədə süsə üzərində yaxşı adgeziyaya malik, bircins, qırmızı rəngli CdSe nazik təbəqəsi alınmışdır. Alınmış təbəqənin qalınlığı 200 nanometr (çəki üsulu ilə təyin olunmuşdur) olmuşdur.

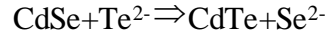
İon mübadiləsi prosesini həyata keçirmək üçün ikivalentli tellur ionlarından ibarət olan su elektrolit məhlulu hazırlanmışdır. Natrium tetraborat ($NaBH_4$) distillə suyunda həll edildikdən sonra alınmış məhlulun üzərinə narın əzilmiş metallik tellur tozu əlavə edilmişdir. Nəticədə aşağıdakı reaksiya gedir:



Məhlulda NaHTe-un dissosiasiyası nəticəsində ikivalentli tellur ionları əmələ gəlir:

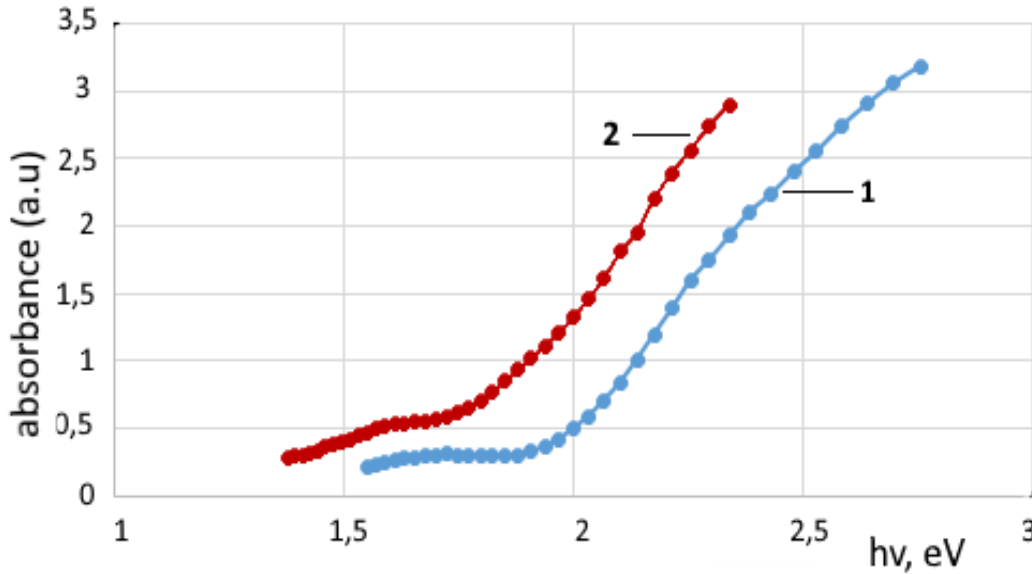


Alınmış elektrolit məhlulunun içərisinə CdSe nazik təbəqəsinə daxil etdikdə ion mübadiləsi baş verir, tellur ionları CdSe nazik təbəqəsinin açıq səthindən selen ionlarını sıxışdırıb çıxarır:



Bu reaksiya nəticəsində selen ionları məhlula keçir. CdSe nazik təbəqəsinin açıq səthində isə çox kiçik qalınlıqda bir təbəqə CdTe-a transformasiya olunur. Şüşə üzərində kimyəvi çökdürmə yolu ilə alınmış qırmızı rəngli CdSe nazik təbəqəsinin açıq səth tərəfdən qəhvəyi rəngə boyanması müşahidə olunur. Aparılan tədqiqatlar onu göstərmişdir ki, transformasiya prosesinin baş tutması CdSe təbəqəsinin müəyyən qalınlıqlı çox kiçik bir qatı üçün mümkündür. Transformasiya aparılmış nazik təbəqədə ikinci dəfə bu proses aparıldıqda nazik təbəqədə heç bir dəyişiklik baş vermir.

Nəticələr və onların müzakirəsi. Şəkil 1-də CdSe nazik təbəqəsinin transformasiya prosesindən əvvəl və prosesdən sonra çəkilmiş udma spektrləri göstərilmişdir. Alınmış bu nazik təbəqələrin U-5100 Hitachi ultrabənövşəyi spektrofotometrində optik udma spektrləri çəkilmişdir (şəkil 1).



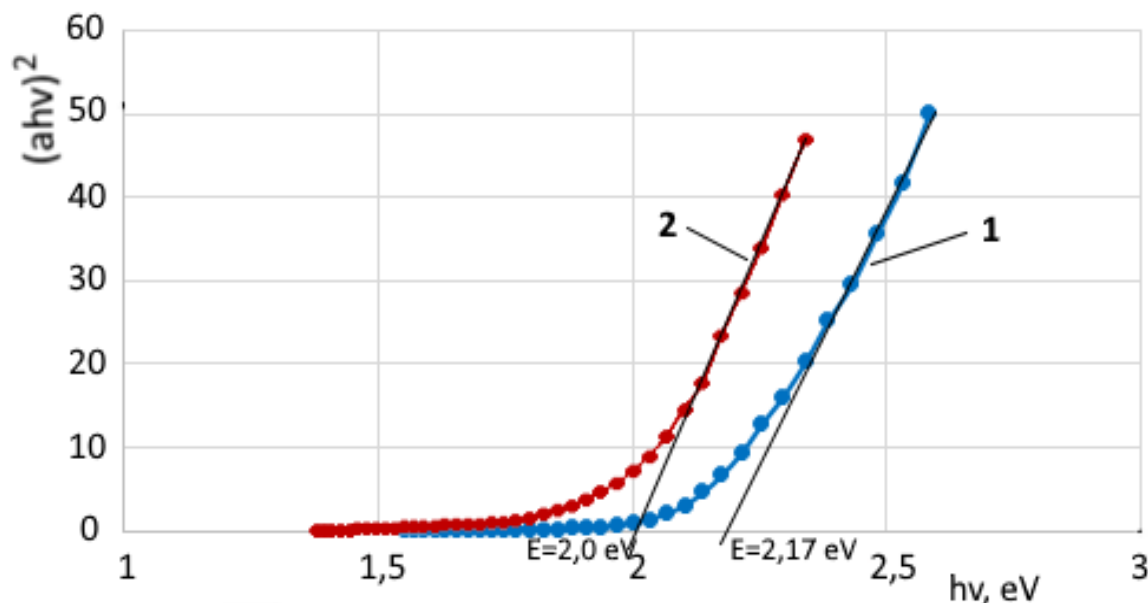
Şəkil 1. CdSe nazik təbəqəsinin transformasiya prosesindən əvvəl (1) və prosesdən sonra (2) udma spektrləri

Şəkildən görüldüyü kimi, monoxromatik işıq şüasının enerjisinin istənilən qiymətində optik udma əmsalının transformasiya prosesindən sonrakı qiymətləri prosesdən əvvəlki qiymətlərindən böyükdür və bütünlükdə transformasiya prosesindən sonrakı udma spektri prosesdən əvvəlki spektrə nisbətən enerjinin kiçik qiymətləri tərəfə yerini dəyişmiş olur. Bildiyimiz kimi, udma spektrindən yarımkəçiricinin qadağan olunmuş zonasının enini hesablamaq üçün Tauç düsturundan istifadə edilir [19]:

$$(\alpha h\nu)^{1/n} = A(h\nu - E_g)$$

Burada A -sabit ədəddir, E_g -yarımkəçiricinin qadağan olunmuş zonasının eni, $h\nu$ -fotonun enerjisidir. n -isə keçidin tipindən asılı olaraq dörd müxtəlif qiymət ala bilər. Belə ki, icazə verilmiş düz keçid üçün $n = \frac{1}{2}$, icazə verilmiş çəp keçid üçün $n = 2$, qadağan olunmuş düz keçid üçün $n = \frac{3}{2}$, qadağan olunmuş çəp keçid üçün $n = 3$ [20]. CdSe düz zonalı yarımkəçirici olduğundan [21] bu birləşmə üçün $n = \frac{1}{2}$ münasibəti doğrudur.

Bu birləşmənin qadağan olunmuş zonasının enini tapmaq üçün $(\alpha h\nu)^2$ -nın $h\nu$ -dən asılılıq əyriyə qurulmuşdur (şəkil 2).



Şəkil 2. CdSe nazik təbəqəsinin transformasiya prosesindən əvvəl və prosesdən sonra $(ahv)^2 \sim f(hv)$ asılılıqları.

Bu asılılıqlardan düz xətt oblastının absis ($h\nu$) oxu ilə kəsişməsinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, kimyəvi çökdürmə yolu ilə alınmış CdSe nazik təbəqəsinin transformasiya prosesindən əvvəl qadağan olunmuş zonasının eni $E_g=2,17$ eV, prosesdən sonra isə $E_g = 2,0$ eV-a bərabərdir. E_g -nin bu cür dəyişməsi CdSe-in ($E_g=1,75$ eV) CdTe-a ($E_g=1,43$ eV) [22] transformasiyası istiqamətinə uyğun gəlir.

Transformasiya prosesini daha ətraflı öyrənmək üçün kimyəvi çökdürmə prosesində məhluldan çöküntü şəklində ayrılan CdSe-in narın tozunun üzərinə ikivalentli tellur ionlarından ibarət olan elektrolit məhlulu əlavə edilmişdir. Nəticədə tez bir zamanda qırmızı rəngli CdSe tozu qəhvəyi rəngə çevrilmişdir.

Güman etmək olardı ki, CdSe narın tozunun ölçüləri transformasiya prosesinin bütövlüklə həyata keçməsinə imkan verəcəkdir. Lakin transformasiya prosesindən sonra bütövlüklə CdTe olduğu güman edilən qəhvəyi rəngli tozun rentgenogramması göstərmişdir ki, burada CdSe üstünlük təşkil edir.

Alınan nəticələri aşağıdakı kimi izah etmək olar: NaHTe zəif duzdur və tez bir zamanda hidrolizə məruz qalır. Hidroliz nəticəsində sərbəst tellur ayrılır və CdSe nazik təbəqəsinin və ya CdSe narın toz dənəsinin üzərinə oturur. Bu örtük ion mübadiləsi prosesini çətinləşdirir. Nəticədə transformasiya prosesi nazik təbəqənin çox nazik bir qatında gerçəkləşmiş olur.

ƏDƏBİYYAT

1. C. Li, F. Wang, Y. Chen "Characterization of sputtered CdSe thin films as the window layer for CdTe solar cells" *Materials Science in Semiconductor Processing*, Vol.83. P.89-95, 2018.
2. C.D. Lokhande, E.-H. Lee, K.-D. Jung, O.S. Joo. "Ammonia-free chemical bath method for deposition of microcrystalline cadmium selenide films" *Materials Chemistry and Physics*, Vol.91. P.200-204, 2005.
3. S. Wageh "Raman and photoluminescence study of CdSe nanoparticles capped with a bifunctional molecule" *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*. Vol.39. P.8-14, 2007.
4. R. A. Potyrailo, A.M. Leach. "Selective gas nanosensors with multisize CdSe

- nanocrystal/polymer composite films and dynamic pattern recognition" Appl. Phys. Lett. Vol.88. P.134110, 2006.
5. F. Li, W-N. Li, S-Y. Fu, H-M. Xiao. "Formulating CdSe quantum dots for white light-emitting diodes with high color rendering index" J. Journal of alloys and compounds. Vol.647. P.837-843, 2015.
 6. X. Dai, Z. Zhang, Y. Jin, Y. Niu, H. Cao, X. Liang, L. Chen, J. Wang, X. Peng. "Solution-processed, highperformance light-emitting diodes based on quantum dots" Nature. Vol.515. P.96, 2014.
 7. F.Y. Gan, I. Shih. "Preparation of thin-film transistors with chemical bath deposited CdSe and CdS thin films" IEEE Transactions on electron devices, Vol.49. Iss.1. 2002.
 8. A. Kubacka, M. Fernández-García, G. Colón. "Advanced Nanoarchitectures for Solar Photocatalytic Applications" Chem. Rev. Vol.112. P.1555-1614, 2012.
 9. K. C. Mandal, O. Savadogo, J. Mater. Sci. **27**,4355(1992).
 10. C. J. Liu, J. H. Wang, Appl. Phys. Lett. **36**,852(1980).
 11. R. A. Boudreau and D. R. Rauh, J. Electrochem. Soc.,**130**,513(1983).
 12. M.H.Hüseynaliyev, A.M.Qarayev, N.M. Abdullayev, LN.Ibrahimova Optical properties of CdSe thin films obtained by chemical bath deposition (CBD) at room temperature / 15th International Conference on "Technical and Physical Problems of Electrical Engineering" (ICTPE-2019), İstanbul Rumeli University, İstanbul, Turkey, 18-19 October 2021, pp.
 13. S. Deivanayaki et.al. Optical and structural characterization of CdTe thin films by chemical bath deposition technique // Chalcogenide Letters, 2010, vol.7, pp. 159-163.
 14. M.H Hüseynəliyev. Günəş çeviricilərində istifadə olunan CdTe nazik təbəqəsinin alınmasında kimyəvi çökdürmə üsulundan istifadənin perspektiv tərəfləri və problemləri // Naxçıvan Dövlət Universitetinin Xəbərləri. 2004, №15, s.64-65.
 15. M.H. Hüseynaliyev Investigation of transformation processes of CdS thin films to CdTe // 9th International conference on Technical and Physical Problems on Electrical Engineering.(ICTPE- 2013), Isik University, Istanbul, Turkey, 2013, pp 314-316
 16. M.H.Hüseynaliyev, M.A.Nuriyev. "Investigation of transformation processes of PbS thin films to PbTe" 13th International Conference on "Technical and Physical Problems of Electrical Engineering" (ICTPE-2017), Van, Turkey, 21-23 September, 2017, pp.181-183
 17. T. R. Kumar, M. Vedamalai "Deposition of ZnSe thin film by chemical bath deposition and for photovoltaic application" International Journal of Pure and Applied Mathematics Volume 119 No. 12, p.6665-6675, 2018.
 18. А.В.Поздин, Д.Д. Смирнова, Л.Н. Маскаева, В.Ф. Марков и Г.Л. Русинов Гидрохимическое осаждение тонких пленокселенида кадмия селеносульфатом натрия *Бутлеровские сообщения*. **2019**. Т.59. №9. С.29-39
 19. J. Tauc (Ed.), Amorphous and Liquid Semiconductors, Plenum Press, New York, 159 (1974).
 20. J.I. Pankove Optical Process in Semiconductors. USA, 1971, New Jersey, 448 p.
 21. İ. A. Kariper. Optical and structural properties of CdSe thin film produced by chemical bath deposition Journal of Non-Oxide Glasses Vol. 8, No.1, 2016, p. 1 – 9
 22. Б.Л. Шарма, Р.К. Пурухит. Полупроводниковые гетеропереходы. Москва: Советское радио, 1979, 226 с.

SUMMARY

Mammad Huseynaliyev
Leyla Ibrahimova

INVESTIGATION OF TRANSFORMATION PROCESSES OF
CdSe THIN FILMS TO CdTe

At present work was learned transformation processes of cadmium selenide thin film, obtained by chemical bath deposition to cadmium telluride by ion-exchange of electrolytes solutions. The optical absorption spectra of a thin CdSe film before and after the transformation process were constructed, and their band gaps were determined using the Tauc formula. It is shown, that as a result of the transformation process, the band gap of the thin film is shifted towards low energies, and the transformation covers a very small thickness of the CdSe thin film. It was supposed that, thin film covered with of tellurium make difficulties for ion exchange processes and prevents its complete transformation into CdTe.

Key words: chemical deposition, thin film, CdSe, CdTe, transformation, ion-exchange processes, optical absorption spectrum, band gap.

РЕЗЮМЕ

Мамед Гусейналиев
Лейла Ибрагимова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРАНСФОРМАЦИИ
ТОНКОЙ ПЛЕНКИ CdSe К CdTe

В данной работе изучен процесс трансформации тонкой пленки селенида кадмия, полученного химическим осаждением, на теллурида кадмия путем ионного обмена из растворов электролитов. Были построены спектры оптического поглощения тонкой пленки CdSe до и после процесса трансформации и по формуле Тауца определены их ширины запрещенных зон. Показано, что в результате процесса трансформации запрещенная зона тонкой пленки смещается в сторону малых энергий, и также трансформация охватывает очень малую толщину тонкой пленки CdSe. Сделано предположение, что тонкая пленка покрывается тонким слоем теллура, что затрудняет ионообменный процесс и препятствует полному превращению его в CdTe.

Ключевые слова: химическое осаждение, тонкая пленка, CdSe, CdTe, трансформация, ионообменный процесс, спектр оптического поглощения, запрещенная зона.

MƏHBUB KAZIMOV
mahbubkazimov@yahoo.com
AMEA Naxçıvan Bölməsi,
Təbii Ehtiyatlar İnstitutu

NAXÇIVAN MUXTAR RESPUBLİKASINDA GÜNƏŞ ŞÜALARININ ENERJİ EHTİYATLARI VƏ ONLARDAN İSTİFADƏ ÜSULLARI

Məqalədə Naxçıvan MR-in ərazisində günəş enerjisi ehtiyatlarının tədqiqinin nəticələri göstərilmişdir. Naxçıvan Muxtar Respublikasının mürəkkəb dağ relyefli ərazisinə düşən günəş enerjisinin miqdarı analiz edilmiş, əraziyə düşən günəş enerjisinin enerji ehtiyatları hesablanmışdır.

Naxçıvan Muxtar Respublikasının dağlıq ərazilərində, şəffaf buludlar şəraitində, dəniz səviyyəsindən müxtəlif hündürlüyündən asılı olaraq, İlanlı dağının yamaclarında günəş radiasiyasının xüsusiyyətlərinin tədqiqi həyata keçirilmiş və hündürlükdən asılı olaraq, radiasiya şəraitinin dəyişmə qanunayğunluğu analiz edilmişdir.

Ən yüksək məhsuldarlığa malik olan və nisbətən az xərc tələb edən, müstəqil istehlakçıların ehtiyaclarını asanlıqla ödəyə biləcək, disk növlü kolektorlar seçilmişlər.

***Açar sözlər:** günəş şüaları, günəş enerjisi, havanın temperaturu, istilik, atmosferin şəffaflığı, radiasiya balansı.*

Günəş enerjisi ənənəvi yanacaqlar üzərində danılmaz üstünlüklərə malik olan enerjinin son dərəcə təmiz formasıdır. Tükənməz enerji mənbəyi olan Günəş enerjisi, ekoloji təmiz bərpa olunan enerji mənbəyidir. Günəş enerjisi ən sərfəli və ekoloji cəhətdən təmiz, ətraf mühiti çirkləndirməyən enerji növüdür. Ondən istifadə olunması ənənəvi yanacağa qənaət edilməsi və ətraf mühitin təhlükəli maddələrin tullantılarından qorunması deməkdir.

Günəşin enerjisindən istifadə etməklə fərdi enerji problemlərini ən sadə və ucuz yoldan günəş şüalarının enerjisindən istifadə etməklə həll etmək olar. Günəş enerjisindən istifadə etmək üçün günəş şüaları axınının enerjisinin kiçik bir hissəsini digər enerjiyə çevirərək, itkisiz istehlakçıya təhvil vermək məsələlərini həll etmək lazımdır.

Ümumiyyətlə, günəş şüalarının yer səthinə gəlməsi və başqa şəkllə salınmış halda getməsi arasında tarazlıq mövcud olarsa, Yer kürəsində qlobal iqlim dəyişməz qalır. Bu tarazlıq pozulduqda iqlim dəyişikliyi baş verir. Yerın səthinə çatan Günəş şüalarının enerjisinin 15% - ə qədəri insan fəaliyyəti üçün istifadə edilə bilər. Bu işə ildə 63 000 milliard MVt saat elektrik enerjisi və ya 7700 milliard ton şərti yanacaq deməkdir [1].

Yer səthinə düşən günəş şüaları ilə əks olunaraq atmosfərə qaydan şüaların nisbətinə **albedo** deyilir. Yerın albedosu günəşdən gələn ümumi enerjinin axınının 26 % -ni təşkil edir: $A = 0,26$.

Yer səthinə çatan günəş şüalarının intensivliyinə və spektral tərkibinə atmosferin göstərdiyi təsirə “atmosfer kütləsi” (AM) əmsalı deyilir.

Günəş enerjisinin parametrlərinin ölçülməsi üçün BMT-nin Avropa Birliyi və Beynəlxalq elektrotexnika komissiyasının tövsiyələrinə əsasən, Günəş “zenit” - də olduğu anda, günəş şüalarının buludsuz atmosfer qatından dəniz səviyyəsindək olan məsafəni qət etməsi zamanı atmosfer kütləsinin qiyməti $AM = 1,5$ ($\theta = 42^\circ$) qəbul edilmişdir.

Günəş “zenit” - də olduğu zaman, günəş şüalarının buludsuz atmosfer qatından dəniz səviyyəsindək olan məsafəni qət etməsi zamanı atmosfer kütləsinin qiyməti $\theta = 90^\circ$ və $AM=1$ qəbul edilmişdir. Şüa axını atmosferdən keçdiyi zaman hava, toz zərrəcikləri tərəfindən udulur və atmosfer kütləsi spektral sıxlığın nə qədər azaldığını göstərir. Günün hər hansı bir anında yer səthinin hər hansı bir səviyyəsi üçün "Atmosfer kütləsi" aşağıdakı düsturla təyin edilir:

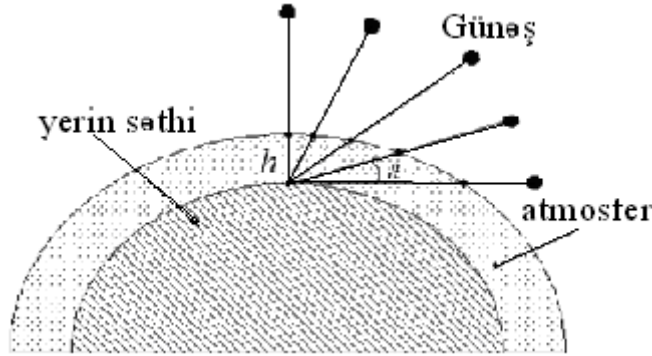
$$AM\{x\} = \frac{x}{x_0} \cdot \frac{1}{\sin \theta}$$

Burada: x – atmosfer təzyiqi, Pa;

x_0 – normal atmosfer təzyiqi $1,013 \cdot 10^5$ Pa və ya 101,3 kPa bərabərdir;

θ – üfüqə olan günəşə nisbətən bucaqdır.

Günəş üfüqdən uzaqlaşdıqca atmosfer kütləsi artır. Bu zaman günəşin intensivliyi zəifləyir və işıq şüalarının atmosferdəki yolunun uzunluğundan asılı olaraq əlavə udmalar olur (Şəkil 1.):



Şək. 1. Günəşin üfüqə nisbətən müxtəlif vəziyyətində günəş şüalarının atmosferdə keçdikləri məsafə.

Naxçıvan Muxtar Respublikası 39^0 şimal en dairəsində və 45^0 şərq uzunluq dairəsində A ($\varphi^0 = 39^0$; $\psi^0 = 45^0$) yerləşir.

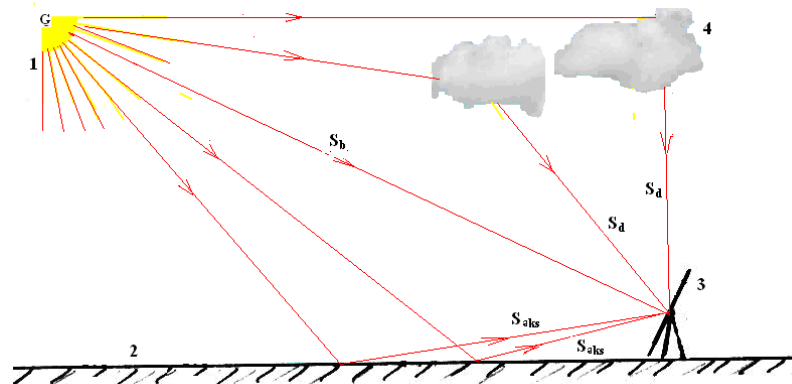
Çökəklikdə yerləşən Naxçıvan MR-in Dərələyəz və Zəngəzur silsilə dağları və İran İslam Respublikasının dağ sistemləri ilə əhatə olunur. Bu dağlar buludların hərəkətinin qarşısını alır. Buna görə də Naxçıvan MR-in ərazisində quru iqlim üstünlük təşkil edir və yay aylarında temperatur $+45^0\text{C}$ və daha çox olur.

Naxçıvan MR-ə gələn günəş şüalarının davamiyyətliyi kifayət qədər yüksəkdir (2900 ÷ 3000 saat). Naxçıvan MR-də günəşli günlərin davamiyyətliyi martda 290 -300 saat, aprelə 300 - 310 saat, mayda 320 - 330 saat, yunda 460 saat, iyulda 470 saat, avqustda 470 saat, sentyabrda 330-340 saat və oktyabrda 320 saat təşkil edir [2].

Naxçıvan MR-də radiasiya rejimi mart ayından noyabr ayınadək təxmini sabit olaraq qalır və əsasən regionda havanın buludlu olmasından asılı olaraq dəyişir. Dağlıq ərazilərdə atmosfer təzyiqi azalır, günəş şüalarının effektivliyi artır, temperatur və rütubətin xüsusi çəkisi azalır.

Dəniz səviyyəsindən hündürlüyə qalxdıqca, atmosferin optik qatının azalması səbəbindən atmosfer radiasiyasının maksimum qiyməti, hər 100 metrə $0,007 \div 0,14$ kVt/m² artır

Müəyyən bir zaman ərzində, yer səthinin müəyyən bir hissəsinə, radiusu 5^0 olan bir dəstə paralel şüanın gəlməsinə günəş şüalarının sıxlığı (S) deyilir (Şəkil 2.):



1 – günəş, 2 – yerin səthi, 3 – qəbuledici, 4 – buludlar, toz və aerosollar.

Şəkil 2. Yer səthinə gələn günəş şüalarının sxemi.

Qəbul edən qurğuya (S_q) müəyyən zaman kəsiyində günəş şüalarının üç axını daxil olur [3]:

$$S_q(t) = S_b(t) + S_d(t) + S_{aks}(t)$$

- Burada: – birbaşa şüalar $S_b(t)$;
– səpilmə və ya diffuziya şüaları $S_d(t)$;
– yerin səthindən əks olunmuş şüalardır $S_{aks}(t)$.

Günəş şüaları axını ölçmək üçün göy qübbəsində günəşin mövqeyini, hündürlüyünü, azimutunu, meyilliyini, bir saatlıq bucağını bilmək lazımdır. Yer səthinə düşən günəş enerjisinin bir hissəsi (S) aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$S = S' \sin h$$

- Burada: h – günəş şüalarının yer səthinə düşmə bucağıdır;
 S' – günəş sabitidir (Vt/m^2).

Naxçıvan MR ərazisi üçün A ($\varphi^0 = 39^0$; $\psi^0 = 45^0$) yayın günəşli günündə, günəşin maksimum hündürlüyünü tapaq:

$$H_{max} = 90^0 - \varphi^0 + 23,5^0 = 90^0 - 39^0 + 23,5^0 = 74,5^0$$

Naxçıvan MR ərazisi üçün qışın günəşli günündə, günəşin maksimum hündürlüyünü tapaq:

$$H_{min} = 90^0 - \varphi^0 - 23,5^0 = 90^0 - 39^0 - 23,5^0 = 27,5^0$$

Onda atmosferdən keçərək yayın günəşli günündə Naxçıvan MR ərazisinə düşən günəş şüalarının enerjisi $S_{cy}(t) = 1214 Vt/m^2$, qışın günəşli günündə $S_{cq}(t) = 567 Vt/m^2$ olduğunu tapırıq.

Naxçıvan MR-də günəş enerjisindən istifadə olunması bu enerjinin istilik və elektrik enerjisinə çevrilməsi hesabına həyata keçirilə bilər. Naxçıvan MR-in ərazisində bir gün ərzində günəşli günün (T_g) davamiyyətliyi aşağıdakı düsturla hesablanır (Cədvəl 1):

$$T_g(\text{saat}) = 2/15 \cdot \arccos(-\text{tg} \varphi^0 \cdot \text{tg} \delta^0)$$

Cədvəl 1.

Ay	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T_c, saat	9,6	10,57	11,74	13,02	14,13	14,69	14,44	13,48	11,76	10,95	9,8	9,3

Naxçıvan MR ərazisində ($\varphi^0 = 39^0$ ş.e.d. və $\psi^0 = 45^0$ ş.u.d.) ilin günləri (ni) üçün günəş şüalarının enerjisinin bir gündə maksimum dəyişməsinə Θ_h ($kVt \cdot \text{saat}/m^2 \cdot \text{gün}$) hesablayaq:

$$\Theta_h = (2 \cdot T_{gün} / \pi) \cdot R^{max} \cdot 10^{-3}$$

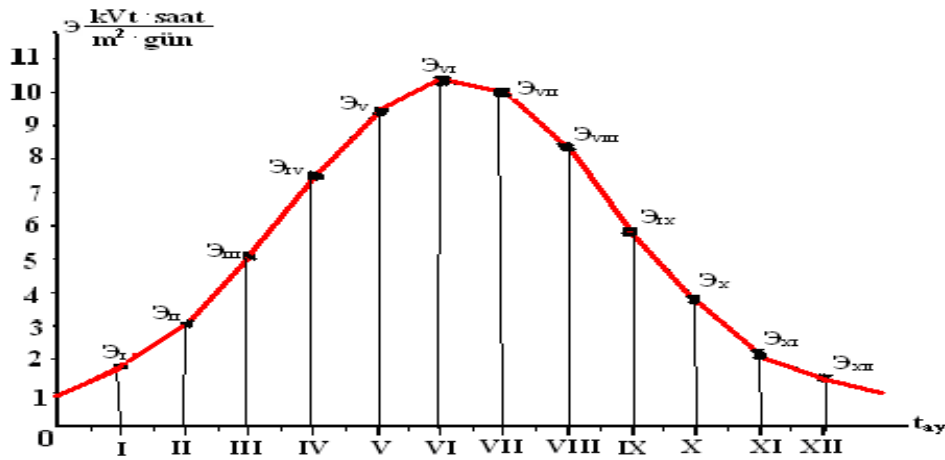
Burada: $R^{max} = 1214 Vt/m^2$;

Cədvəl 2-də Naxçıvan MR –in ərazisindəki A nöqtəsi üçün hesablanmış Θ_h - in qiymətləri göstərilmişdir:

Cədvəl 2.

Ay	Hesablanan günün nömrəsi, n	T _{gün} saat	R ^{max} Vt/m ²	Ə _h (kVt saat/m ² · gün)
I	15	9,6	294,36	1,800
II	45	10,57	459,36	3,092
III	74	11,74	682,44	5,103
IV	105	13,02	900,24	7,466
V	135	14,13	1050,72	9,457
VI	166	14,69	1111,4	10,400
VII	196	14,44	1089,0	10,016
VIII	227	13,48	976,8	8,387
IX	258	11,76	778,8	5,834
X	288	10,95	543,84	3,793
XI	319	9,8	337,92	2,109
XII	349	9,3	242,88	1,438

Şəkil 3. – də ilin ayları üzrə Ə_h-nin dəyişmə qrafiki göstərilmişdir:



Şək. 3. İlin ayları üzrə Ə_h-nin dəyişmə qrafiki.

Müəllif tərəfindən tədqiq olunan Culfa rayonunda yerləşən, müxtəlif relyefə malik, hündürlüyü 1500-3200 metr arasında dəyişən dağlıq ərazilərdə hündürlük artdıqca havanın temperaturu azalmağa başlaması müşahidə olundu.

Aparılan araşdırmalar nəticəsində dikliyi 50° olan İlanlı dağının yamaclarına xas olan səciyyəvi radiasiya balansının qiymətlərinin hündürlükdən asılı olaraq dəyişməsinin qanunauyğunluğu təsdiq olunmuşdur.

Bu məqsədlə, tədqiq olunan ərazidə bütün il üçün radiasiya balansı hesablanmışdır. Culfa rayonunun ərazisində yerləşən müxtəlif hündürlüklü dağların yerüstü radiasiya balansları (MCoul/m²) cədvəl 3-də göstərilmişdir:

**“FİZİKANIN VƏ ASTRONOMİYANIN MÜASİR PROBLEMLƏRİ”
MÖVZUSUNDA RESPUBLİKA ELMİ KONFRANSI**

Cədvəl 3.

Hündürlük, m.	Aylar												İl ərzin.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
750	3	47	129	217	309	376	391	323	219	124	24	-5	2157
1000	-14	31	121	201	294	347	363	311	212	114	16	-24	1972
1500	-32	14	99	187	273	314	329	295	205	107	6	-39	1758
2000	-51	-2	83	174	251	287	299	274	197	104	-3	-53	1560
2500	-68	-19	62	159	226	258	268	247	189	100	-11	-70	1341

Günəş enerjisi nisbətən asanlıqla istilik, mexaniki və elektrik enerjisinə çevrilə bilər. Günəş enerjisinin çevrilməsi və ondan istifadə edilməsi zamanı tətbiq edilən texnoloji proseslər özlərinin texnoloji mürəkkəblikləri ilə çox müxtəlif olurlar və bir-birindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənirlər. Sadə, düz səthli istilik qızdırıcılarından, günəş şüalarının qəbul ediciyə düşməsinə artırmaq üçün günəşin hərəkətini izləyən mürəkkəb idarəetmə sistemlərindən istifadə edilir.

Hal-hazırda, günəş enerjisindən istifadə etmək üçün ən geniş yayılmış üsul günəş enerjisindən birbaşa elektrik enerjisinin alınmasıdır. Bu qurğuların qüsuru, onların yalnız səma açıq olarkən, günəşli gündə işləməsidir.

Naxçıvan MR ərazisində günəşin enerjisindən elektrik enerjisi və istilik almaq üçün çox münasib iqlim şəraiti vardır. Günəş enerjisinin elektrik enerjisinə çevrilməsi fotoelementlər vasitəsi ilə həyata keçirilir. Fotoelektrik çevirici ilə işləyən GEQ - nun gücü aşağıdakı düsturla tapılır [5]:

$$W_{fe} = \eta_{fe} F_{fe} I, \quad Vt$$

Burada: η_{fe} – fotoelektrik çeviricisinin FİƏ – dir. $\eta_{fe} = 0,14 - 0,17$.

F_{fe} – fotoelektrik çeviricisinin ümumi sahəsidir, m².

Naxçıvan MR- də ta qədim zamanlardan yerli əhali evlərin qızdırılması və isti su alınması üçün günəş enerjisindən geniş istifadə edirlər. Bu məqsədlə nisbətən sadə texniki vasitələrdən istifadə olunur. Açıq və qapalı çənləri damlara və hündür qayalara qoyaraq, sakinlər özlərinin məişət ehtiyacları üçün isti su alırlar. Son zamanlar bu məqsədlər üçün günəş kollektorlarından (GK) istifadə edilməyə başlanmışdır [5].

Naxçıvan MR ərazisində istənilən tutumda toplanmış (akkumulə edilmiş) istiliyin miqdarını T (k coul) aşağıdakı düsturla tapırıq [4]:

$$T = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1),$$

Burada: m – (akkumulə edilmiş) toplanmış istilik kütləsi (kq);

C_p – (akkumulə edilmiş) xüsusi istilik tutumudur, (k coul/kq °C);

Suyun istilik tutumu (C_p) – 4,19.

T_1 və T_2 – akkumulə edilmiş istiliyin ilkin və son temperaturunun qiymətləridir, (°C).

Misal: Kütləsi 10000 kq, dərinliyi 1 m. olan su ilə doldurulmuş çəndə toplanmış istiliyin T miqdarını təyin edək:

T_1 – suyun ilkin temperaturunu +18 °C qəbul edirik ,

T_2 - suyun son temperaturunu + 40 °C qəbul edirik.

$$T = 10000 \cdot 4,19 \cdot 22 \text{ °C} = 921800 \text{ k coul} = 256 \text{ kVt} \cdot \text{saat}$$

Yayda Naxçıvan MR- da ətraf mühitin orta temperaturunun +45 °C- yə çatdığını nəzərə alsaq, müvafiq olaraq, ilkin temperaturun artdığını görürük.

Əgər suyun ilkin temperaturunu $T_1 = +40 \text{ °C}$; suyun son temperaturunu $T_2 = +80 \text{ °C}$ qəbul etsək, onda çənin istiliyinin faydalı gücü $T = 465 \text{ kVt} \cdot \text{saat}$ olar.

Çənin istiliyinin faydalı gücü aşağıdakı düsturla tapılır:

$$W_{\zeta} = R_{g\zeta} \cdot F_s \cdot r_a \cdot \cos \theta \cdot K_{ii} \cdot K_{üq}$$

Burada: $R_{g\zeta}$ – yay vaxtında çənin 1 m² sahəsinə düşən günəş şüalarının enerjisi – 1,21 kVt/m²;

F_s – çənin sahəsi – 100 m²;

r_a – suyun əks etmə qabiliyyəti, (0,75);

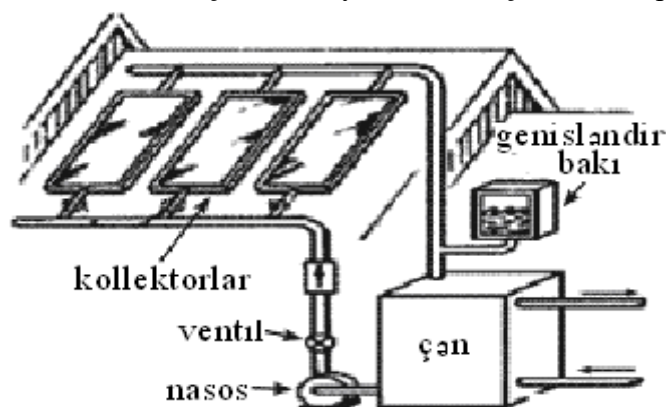
$\cos \theta$ – günəş şüalarının çənə həqiqi düşmə bucağı, (0,80);

K_{ii} – istilik itgisi əmsalı, (0,85);

$K_{üq}$ – çənin üst səthinin çirklənmə (tozlanma) əmsalıdır, (0,95).

Sonda çənin istiliyinin faydalı gücünün $W_{\zeta} = 58,6$ kVt - a bərabər olduğunu tapırıq.

Bunları nəzərə alaraq Naxçıvan MR-in ərazilərində fərdi obyektlərin istilik enerjisi ilə təmin olunmaları üçün sadə, əsirlərlə özünü doğrultmuş, su qızdırıcılarından istifadə edilməsi məsləhət görülür. Qızdırıcı kollektorda istilik daşıyıcısı kimi soyuqda donmayan antifrizdən istifadə olunur. Günəş şüaları ilə qızılmış antifriz boru vasitəsi ilə çəndəki suya ötürür və çəndəki su qızır (Şəkil 4.):

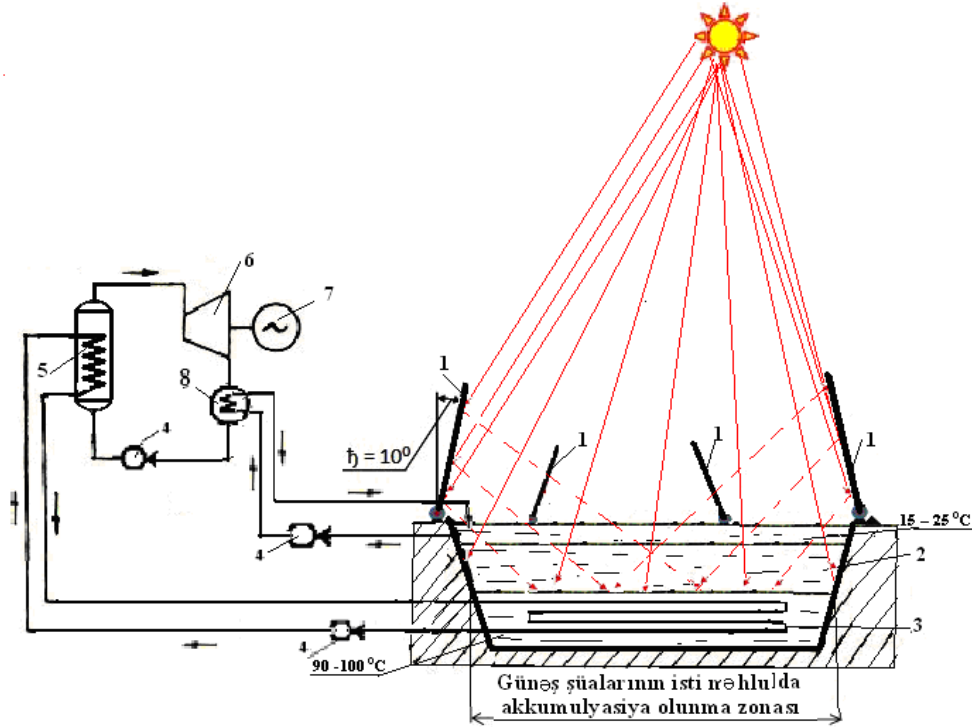


Şəkil 4. Günəş su qızdırıcısının sxemi

Norveç enerjetiklərinin hesablamalarına görə, təkcə şimali Avropada günəş qızdırıcı sistemlərinin hesabına 1 m² sahə üçün illik enerjyə qənaət 250-300 kVt saat olur. Nəzərə alsaq ki, şimali Avropada bir ildə günəşli günlərin sayı və günəş şüalarının enerjisinin gücü Naxçıvan MR-dən üç dəfə azdır, onda biz asanlıqla Naxçıvan MR-da günəş qızdırıcı sistemlərinin 1 m² sahə üçün illik enerji qənaətinin 450 - 500 kVt saat olduğunu tapırıq. Bu zaman ənənəvi yanacaqın yandırılması zamanı ətraf mühitin çirklənməsi istisna olunur.

Müəllif tərəfindən Naxçıvan MR- da günəş şüalarının enerjisini elektrik enerjisinə çevirmək məqsədi ilə “ Hovuzda günəş enerjisini elektrik enerjisinə çevirmək üçün qurğu” təklif olunur.

Naxçıvan şəhəri yaxınlığında “Duzdağı” deyilən xörək duzu mədəni yerləşir. Mədəndən çıxarılan xörək duzunun çox hissəsi tullantı şəklində Duzdağın ətəyində toplanır. Bu yemək üçün yararlı, xörək duzunu (NaCl) günəş hovuzunda həll etməklə günəş şüalarının enerjisindən elektrik enerjisi almaq təklif olunur (Şəkil 5.):



1 – toplayıcılar; 2 – yüksək qatılıqlı və sıxıqlı duz məhlulu ilə doldurulmuş hovuz; 3 – qazla doldurulmuş boru; 4 – nasos; 5 – istilik mübadiləsi qurğusu; 6 – turbin; 7 – generator; 8 – kondensator.

Şəkil 5. Günəş hovuzunda elektrik enerjisi alınmasının sxemi.

Dərinliyi 3 metr, sahəsi (400 m × 500 m) olan günəş hovuzunun hər 1m² sahəsi üçün 500-1000 kq. yemək üçün yararlı olan xörək duzu (NaCl) istifadə olunur.

Günəş hovuzunun konstruksiyasından və xörək duzu məhlulunun qatılığından asılı olaraq günəş hovuzunun alt qatında 70 ÷ 100 °C istilik alınır. Günəş şüalarını hovuzla yönəltməklə hovuzun alt qatındakı qızdırılmış və duzla (28,9 %) doydurulmuş məhlulun temperaturunu 108,8 °C –dək qaldırmaq olar.

Məhlulun alt qatında böyük miqdarda istiliyin toplanması, günəş şüalarının udulma xüsusiyyəti və xörək duzu məhlulunun yüksək qatılığından asılıdır. Günəş şüaları suyun üst qatından keçərək xörək duzu ilə qatılaşdırılmış alt qata daxil olur və istiliyə çevrilir. Suyun günəş şüalarını udma əmsali (0,995)-ə bərabərdir.

İlin fəsilərindən asılı olaraq, hovuzun üst qatında suyun temperaturu +15°C –dən +25 °C-dək olur. Bundan əlavə hovuzun temperaturu atmosferin və suyun şəffaflığından, hovuzun dibinin və kənarlarının örtülməsindən və s. asılıdır.

Xörək duzunun miqdarı hovuzun üst su qatında çox cüzi, orta qatda sudakı qatılıq suyun həcminə bərabər şəkildə paylanır və dərinlik artdıqca qatılıq artır və dib qatda duzun qatılığı ən yüksək həddə çatır. Qatılığın dib qatda çox yüksək olması səbəbindən istilik alt qatda yığılır.

Günəşin enerjisi ilə qızdırılmış, hovuzun dibindəki yüksək qatılıqlı su böyük sıxlığa malik olduğundan istiliyin yuxarı qata qalmasına imkan vermir. Bu istilikdən elektrik enerjisi hasil etmək üçün xüsusi qazla doldurulmuş spiral boru qızır və onun içindəki qaz turbinə tərəf hərəkətə başlayır.

Hovuzla gələn günəş şüalarının gücünü artırmaq üçün, əlavə olaraq günəş toplayıcılarında əks olunan günəş şüalarından da istifadə edilməsi məsləhət görülür.

Toplayıcılarda (1) əks olunan günəş şüaları bucaq altında hovuzla (2) daxil olaraq, su səthinin isti məhlul qatına yönəlmiş şüaların qayıtma (əks etmə) qabiliyyətlərini azaldırlar. Günəş şüalarının toplayıcılarda toplanaraq onların istiliyinin hovuzda yığılması, günəş enerjisinin hovuzda

toplanması əmsalını xeyli artırır.

Xörək duzu məhlulun (NaCl) istilik keçiriciliyini (Coul / kq, K) cədvəl 4-də göstərilmişdir:
Cədvəl 4.

Məhlulun qatılığı, %	Temperaturu, °C											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
26	–	3269	3274	3274	3274	3269	3265	3261	3258	3240	3276	3284

Günəş hovuzunun faydalı istilik gücünü aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$W_{gh} = R_{gş} F_h r_a \cos \theta K_{ii} K_t$$

Burada: $R_{gş}$ – Hovuza düşən günəş şüalarının enerjisi – 1214 Vt/m²;

F_h – günəş hovuzunun sahəsi (400 m × 500 m) = 200 000 m²

r_a – suyun əksətdirmə qabiliyyəti (0,75);

$\cos \theta$ – günəş şüalarının hovuzda düşmə bucağı (0,80);

K_{ii} – istilik itirilməsi əmsalı (0,85);

K_t – hovuzun üst səthinin tozlanma əmsalı (0,95).

Beləliklə, təklif etdiyimiz, (400 m × 500 m) sahəsi olan günəş hovuzunun faydalı istilik gücünün $W_{gh} = 12$ MVt olduğunu tapırıq.

Elektrik enerjisi almaq üçün qurğunun (GEQ) gücünü aşağıdakı düsturla hesablayırıq:

$$W_{eq} = \eta Q T_m \text{ kVt}$$

Burada: η – qurğunun FİƏ - dir (45 ÷ 48 %).

Q – isti suyun sərfi, $Q = 4$ kq /san;

T_m – Məhlulun(NaCl) istilik tutumudur

GEQ – nun gücü:

– +80 °C üçün $W_{eq} = 5870$ kVt;

– +100 °C üçün $W_{eq} = 6830$ kVt;

Beləliklə, Naxçıvan MR ərazisində istehlakçıların elektrik enerjisi ilə təmin olunmaları üçün müasir tələblərə cavab verən günəş çeviricilərinin əsasında enerji sistemi geniş miqyaslı tətbiqinə kifayət qədər şərait olduğunu görürük.

ƏDƏBİYYAT

1. Андерсон Б., Солнечная энергия, Москва, Стройиздат, 1998, с. 375.
2. Борзенкова И.И., К вопросу о влиянии местных факторов на приход радиации в горной местности, Труды ГГО, 1997, вып.2, с. 70 –77.
3. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А, Малинин Н.К, Расчет ресурсов солнечной энергетики, Москва, Изд-во МЭИ, 1999, с. 61.
4. Удалов С.Н., Возобновляемые источники энергии, учебник, Новосибирск: НГТУ, 2007, с. 432.
5. Умаров Г.Я, Ершов А.А., Солнечная энергетика, Москва, Знание, 2004, с. 96.

РЕЗЮМЕ

Махбуб Казымов

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСЫ СОЛНЕЧНЫХ ЛУЧЕЙ В НАХЧЫВАНСКОЙ АР И
ПУТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

В статье показаны результаты научных исследований энергетических ресурсов солнца и их использование на территории Нахчыванской АР. Рассчитан количество солнечных лучей попадающих на территорию Нахчыванской АР в условиях сложного горного рельефа и энергетический потенциал аккумулированного тепла для территорий Нахчыванской АР.

Проведены исследования, при ясной облачности на разных высотах н.у.м. и анализированы значение радиационных характеристик на склонах горы Иланлыдаг, установлены закономерности их изменения в зависимости от высоты н.у.м.

Определены коллекторы тарельчатого типа, обладающие наибольшей производительностью и требующих сравнительно небольших затрат, с помощью которых легко можно удовлетворить потребности автономных потребителей.

Ключевые слова: солнечные лучи, энергия солнца, температура воздуха, теплота, прозрачность атмосферы, радиационный баланс.

SUMMARY

Mahbub Kazimov

**ENERGY RESOURCES OF THE SUN'S RAYS IN THE NAKHCHIVAN AUTONOMOUS
REPUBLIC AND METHODS OF USING THEM**

The article shows the results of scientific research on the energy resources of the sun and their use in the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic. The amount of sun rays falling on the territory of the Nakhchivan Autonomous Republic in conditions of a difficult mountainous relief and the energy potential of the accumulated heat for the territories of the Nakhchivan Autonomous Republic have been calculated.

Investigations were carried out with clear clouds at different altitudes above sea level. and analyzed the value of radiation characteristics on the slopes of Mount Ilanlydag, established the patterns of their change depending on the altitude.

The disc-type collectors have been identified, which have the highest productivity and require relatively low costs, with the help of which it is possible to easily satisfy the needs of autonomous consumers.

Key words: sun rays, sun energy, air temperature, heat, atmospheric transparency, radiation balance.

TÜNZALƏ ƏLİYEVƏ
tunzalaaliyeva@mail.ru
GÜLLÜ ABDİNOVA
abdinovagullu@rambler.ru
 AMEA Fizika İnstitutu
NAİLƏ AXUNDOVA
akhundova_naila@unec.edu.az
 Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti

**Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te<Sn> MONOKRİSTALLARINDA VƏ ONLAR ƏSASINDA
 METAL-YARIMKEÇİRİCİ STRUKTURLARDA ELEKTRON DAŞINMASI**

Stexiometriyadan 0,5 at.%-dək artıq qalaya malik Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te monokristalları və onlar əsasında metal-yarımkeçirici strukturları alınaraq onlarda 77-300K intervalında elektron daşınma hadisəsi tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, artıq qalay atomları 0,05 at.%-dək kristallarda qurğuşun və qalay altqəfəsində olan vakansiyalarla neytral və ya birqat ionlaşmış komplekslər yaradaraq xüsusi müqaviməti (ρ) və termoeht əmsalını, yüksək miqdarlarda isə yeni donör mərkəzləri yaratmaqla keçiriciliyi artırır. Termoeht əmsalının temperatur asılılığı kristalın malik olduğu mürəkkəb valent zonadakı ağır dəşiklərin keçiricilikdəki payının dəyişməsi ilə bağlıdır.

Metal-yarımkeçirici strukturların kontakt müqaviməti və onun temperaturla artması kontakt ərintisi komponentlərinin kristalın kontaktyanı sahəsinə diffuziyası nəticəsində həcmi yüklər oblastını qapayan metal şuntlar əmələ gətirməsi ilə təyin olunur. Kontaktyanı sahəyə diffuziya edən komponentlər metal şuntlarla yanaşı, yüksək keçiricilikli Ag₂Te tipli aralıq fazanın və dəşiklərin konsentrasiyanı artıran əlavə akseptor mərkəzlərinin yaranmasına da səbəb olur.

Açar sözlər: bərk məhlul, vakansiya, valent zona, stexiometriya, artıq atomlar

Giriş

Dördüncü qrup elementləri xalkogenidləri, o cümlədən PbTe, SnTe və onların bərk məhlulları orta temperaturlu termoelektriklər və spektrin yaxın infraqırmızı oblastında fotohəssas fotoelektriklərdir.

PbTe və SnTe mürəkkəb valent zonaya malik olub stexiometriyadan kənara çıxma ilə kristallaşırlar. Bu birləşmələrin kristallarında Pb və Sn altqəfəsində $10^{19} \div 10^{20} \text{ sm}^{-3}$ konsentrasiyaya qədər elektroaktiv vakansiyalar mövcuddur. Birləşmələr NaCl tipli kubik strukturda kristallaşan kəsilməz bərk məhlul əmələ gətirirlər. Həm də ~40 mol.%-dək SnTe –lu bərk məhlulların valent zonasının strukturu PbTe-un zona quruluşu kimi olur. Sistem üzrə ən yüksək termoelektrik effektivliyi ~25-30 mol.% SnTe-a malik bərk məhlullarda müşahidə olunur [1-5].

Göstərmişdir ki, PbTe, SnTe kristallarına uyğun olaraq stexiometriyadan artıq Pb və Sn əlavə etməklə, onlardakı elektroaktiv vakansiyaların konsentrasiyasının idarə etmək mümkündür [6]. Kristal quruluşu və valent zonanın strukturunun eyniliyinə görə fərz etmək olar ki, vakansiyaların uyğun idarə olunmasına PbTe-SnTe sistemi bərk məhlulları kristallarında da nail olmaq mümkündür.

Termoelektriklərdə yüksək effektivlik

$$n_{\text{opt}} = 2(2\pi m^* kT)^{3/2} h^{-3} \quad (1)$$

ifadəsi ilə təyin olunan yükdaşıyıcıların optimal konsentrasiyasında alınır. Digər tərəfdən termoelektriklərin tətbiqi ilə hazırlanmış termoelementlərin effektivliyi

$$Z = \frac{\alpha^2}{\left(\frac{r_k}{2l} \right)}, \quad (2)$$

ifadəsi ilə müəyyən olunur. (1) və (2) ifadələrində m^* -cərgəyan daşıyıcıların effektiv kütləsi, k -Boltsman sabiti, h -Plank sabiti, α , ρ , χ uyğun olaraq istifadə olunan termoelektriklərin termoeht əmsalı, xüsusi müqaviməti, istilik keçirmə əmsalı, r_k termoelementdə xüsusi kontakt (kommutasiya)

müqaviməti, I -termoelement budaqlarının uzunluğudur. Müəyyən yaxınlaşmalarla göstərilmişdir ki, termoelektrikdə maksimum Z -in alınmasının əsas şərti yüksək μ/χ_q -ə nail olunmasıdır (burada μ -cərəyan daşıyıcıların yüüklüyü, χ_q -qəfəs istilikkeçirmə əmsəlidir). Termoelementdə r_k isə metal-yarımqeçirici sərhədində gedən bir sıra fizik-kimyəvi hadisələrlə (kontakt materialı komponentlərinin termoelektrikin kontaktyanı sahəsinə diffuziyası, termoelektrikin komponentləri ilə kontakt ərintisi komponentlərinin kimyəvi qarşılıqlı təsiri nəticəsində yeni aralıq fazanın yaranması və s.) müəyyənleşir [7,8].

Bunlara görə $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ bərk məhlulu monokristallarının göyerdilməsi, onlarda və onlar əsasında termoelementlərdə elektron daşınma proseslərinin tədqiqi elmi-praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Bunu nəzərə alaraq Pb və Sn alt qəfəsləri vakansiyalarının $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ monokristalları və onlar əsasında termoelementlərin kommutasiya kontaktlarında elektron daşınma hadisələrinə təsiri qanunauyğunluqlarını müəyyənleşdirmək məqsədi ilə, işdə göstərilən bərk məhlulun stexiometriyadan əlavə 1,0 at.%-ə qədər qalay atomlarına malik monokristalları göyerdilmiş, $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te<Sn>$ -metal strukturları yaradılmış və onlarda 77-300K intervalında elektrikkeçirmə tədqiq olunmuşdur.

Eksperimentin aparılması

$Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ bərk məhlulu komponentlərin $10^{-3}Pa$ təzyiqə qədər sorulmuş kvarts ampullarda $\sim 1245K$ temperaturda 6 saat müddətində birgə əridilməsi yolu ilə aparılmışdır. Stexiometriyadan artıq 0; 0.01; 0.05; 0.10; 0.50; 1.0 at.% Sn tərkibə sintez prosesində daxil edilmişdir. Sintezdə yüksək təmizlikli OCЧ-000 markalı qalay, C-0000 markalı qurğuşun, T-сЧ markalı tellurdan istifadə olunmuşdur. Bərk məhlula daxil olan komponentlər 0,0001 qram dəqiqliklə çəkilmışdir. Monokristallar Bricmen metodu ilə ikizonalı elektrik qızdırıcısında göyerdilmişdir. Göyerdilmə qurğusu ikizonalı elektrik qızdırıcısı, qızdırıcının temperaturunu idarə edən sistem və sintez olunmuş bərk məhlul doldurulmuş xüsusi formalı kvarts ampulanı qızdırıcıya ötürülmə sürətini idarə edən sistemdən ibarətdir. Göyerdilmiş kristalların bircinsliyi və birləşməliliği Rentgen üsulu ilə yoxlanılmışdır.

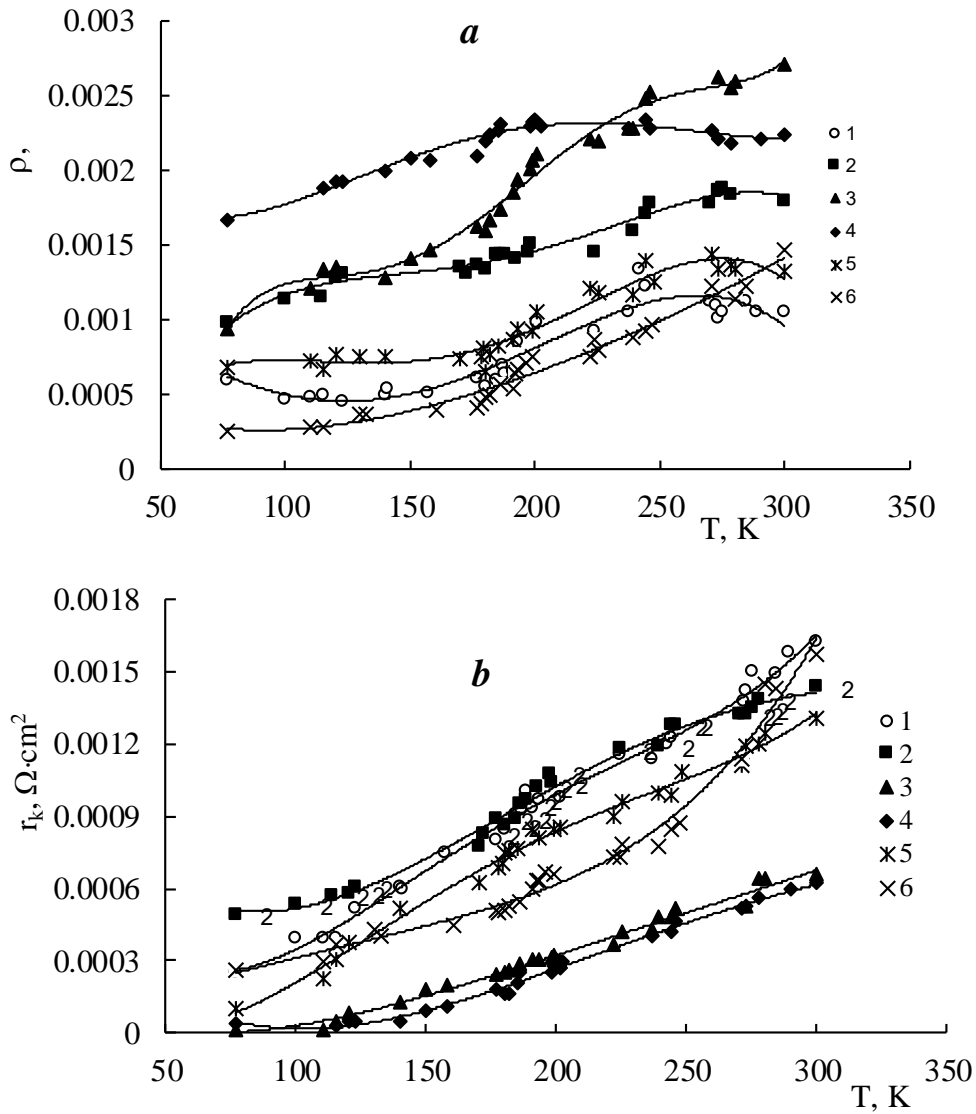
Göyerdilmiş monokristal çubuqlardan tədqiqat üçün ölçüləri $3 \times 6 \times 12$ mm olan düzbucaqlı rapallelepiped formalı nümunələr kəsilmişdir. Alınmış nümunələr spektral təmiz arqon mühitində $400^{\circ}C$ -də 120 saat termik emal kəşmişdir. Nümunələrin elektrik parametrləri və kontakt müqaviməti dəyişən cərəyanda zond üsulu ilə ölçülmüşdür. Kontakt müqavimətini tədqiq etmək üçün kristalın uc səthlərinə kütlə % 95In+4%Ag+1%Au evtektikası təbəqəsi çəkilmışdir. Ölçmələrin xətası $\sim 4\%$ -dən artıq olmamışdır.

Eksperimental nəticələr və onların müzakirəsi

Eksperimental nəticələr 1-ci şəkildə və cədvəldə göstərilmişdir.

Nəticələrdən görünür ki, $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ bərk məhluluna 0,10 at.%-dək stexiometriyadan artıq qalay əlavə etdikdə ~ 77 və $300K$ -də kristalın xüsusi müqaviməti ρ artır, sonra isə qalayın miqdarı artdıqca ρ azalır. Termoehtq əmsəlinin işarəsi $\sim 77K$ -də nümunələrin hamısı üçün mənfidir.; $300K$ -də stexiometrik və 0,01 at.% artıq qalaylı nümunələrin termoehtq əmsəlinin işarəsi müsbətdir.

(In-Ag-Au) - $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te <0,05 \text{ at.\% Sn}>$ strukturunun $\sim 77K$ -də kontakt müqaviməti r_k stexiometrik kristal əsasında olan strukturun kontakt müqavimətindən bir tərtib aşağıdır. Qalayın miqdarının sonrakı artımı ilə r_k -nın qiyməti $2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Om} \cdot \text{sm}^2$ -dək yüksəlir.



Şəkil 1. $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te \langle Sn \rangle$ kristallarının xüsusi müqavimətinin (a) və $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te \langle Sn \rangle$ (In-Ag-Au) strukturlarının xüsusi kontakt müqavimətinin (b) temperatur asılılıqları. 1-6 əyriləri uyğun olaraq, stexiometriyadan 0; 0.01; 0.05; 0.10; 0.50; 1.0 at.% artıq qalaya malik kristallara aiddir.

Kristalların və strukturların hamısı üçün ρ və r_k temperaturla artır.

Qurğuşun və qalay telluridləri stexiometriyadan kənara çıxma ilə kristallaşır. Bu birləşmə kristallarında Pb və Sn altqəfəsində $\sim 10^{20} \text{ sm}^{-3}$ -ə qədər elektroaktiv vakansiyalar mövcud olur. Həmin vakansiyaların hər biri 2 ədəd deşik yaradır.

PbTe və SnTe birləşmələri mürəkkəb valent zonaya malikdirilər [1,9,10]. PbTe üçün [10] təklif olunan iki valent zona modelinə görə, 0K-də birinci zona (yüngül deşiklər zonası) keçiricilik zonasının dibindən 0,19 eV, ikinci valent zona (ağır deşiklər zonası) isə 0,36 eV enerji məsafəsindədir. Temperaturun artması ilə birinci valent zonanın maksimumu keçiricilik zonasının dibindən $\sim 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ eV/dərəcə}$ sürətlə uzaqlaşaraq 2-ci valent zonanın maksimumuna yaxınlaşır və $\sim 450\text{K}$ -də bu zonalar arasında enerji məsafəsi yox olur. Temperaturun sonrakı qiymətlərində yüngül deşiklər zonası keçiricilik zonasından daha böyük energetik məsafədə olur.

**“FİZİKANIN VƏ ASTRONOMİYANIN MÜASİR PROBLEMLƏRİ”
MÖVZUSUNDA RESPUBLİKA ELMİ KONFRANSI**

$Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ <Sn> bərk məhlulu kristallarının xüsusi müqaviməti ρ (Om·sm), termoehq əmsali α (mkV/K), güc faktoru $\alpha^2\sigma$ (Vt/sm·dərəcə⁻²) və (In-Ag-Au)- $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ <Sn> strukturlarının xüsusi kontakt müqaviməti r_k (Om·sm²).

Cədvəl

Bərk məhlulda artıq qalayın miqdarı, at. %	~77K-də				~300K-də			
	$\rho \times 10^4$	$r_k \times 10^5$	α	$\alpha^2\sigma \times 10^6$	$\rho \times 10^3$	$r_k \times 10^3$	α	$\alpha^2\sigma \times 10^6$
0	6,08	25,3	-3,4	0,02	1,06	1,62	51,9	2,6
0,01	9,84	4,93	-22,1	0,50	1,81	1,43	9,1	0,05
0,05	9,53	2,0	-18,0	0,34	2,72	6,58	-13,8	0,07
0,10	16,7	4,24	-20,0	0,25	2,24	6,19	-34,3	0,5
0,50	6,90	9,60	-21,4	0,70	1,33	1,31	-44,4	1,5
1,0	2,63	25,8	-27,9	3,0	1,47	1,57	-101,1	7,2

PbTe-SnTe sistemi bərk məhlullarında ~30% SnTe-dək zona quruluşunun xüsusiyyətləri PbTe birləşməsinin zona quruluşuna uyğun qalır. Buna görə SnTe-un miqdarının artması ilə həmin bərk məhlullarda elektronların yüüklüyü sürətlə azalsa da dəşiklərin yüüklüyü ~500 sm²/V·san tərtibində qalır [5].

Bu məlumatlara əsaslanaraq qəbul etmək olar ki, $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ bərk məhluluna stexiometriyadan artıq daxil edilmiş qalay atomları 0,05 at. %-dək vakansiyalarla elektroneytral və ya bir qat ionlaşmış komplekslər yaradaraq dəşiklərin konsentrasiyasını və uyğun olaraq keçiriciliyi azaldır. Qalayın sonrakı miqdarlarında Sn atomlarının vakansiyalarla kompleks yaratmayan hissəsi kristalda yeni donör mərkəzləri yaradaraq yükdaşıyıcıların konsentrasiyasını və keçiriciliyi artırır. Maye azot temperaturunda $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ kristalının termoehq əmsalının qiyməti ~3,4 mkV/K təşkil edir. Belə kiçik qiymət göstərir ki, kristal qarışıq keçiriciliyə malikdir və keçiricilikdə iştirak edən elektron və dəşiklərin konsentrasiyaları biri-birinə yaxındır. Elektronların yüüklüyünün dəşiklərin yüüklüyündən çox olduğundan α -nın işarəsi mənfidir. Stexiometriyadan artıq qalay atomlarının daxil edilməsi ilə əvvəlcə dəşik yaradan kation vakansiyalarının kompensasiyası, sonra isə yeni donör mərkəzlərinin yaranması baş verdiyindən termoehq-nin mütləq qiyməti artır. Temperaturun artması ilə yüngül dəşiklər zonası ağır dəşiklər zonasına yaxınlaşdığından keçiricilikdə ağır dəşiklərin payı artır və nəticədə stexiometrik tərkibli kristalın termoehq-si yuxarı temperaturlarda işarəsini mənfidən müsbətə dəyişir.

$Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ kristalının uc səthinə (In-Ag-Au)- evtektikasi ilə kontakt çəkildə evtektikanı təşkil edən komponentlərin atomları kristalın kontaktyanı hissəsinə diffuziyası və kristalın komponentləri ilə kimyəvi qarşılıqlı təsiri baş verir. Evtektikanı təşkil edən elementlərin diffuziya parametrlərinin müqayisəsi göstərir ki, Ag atomlarının kristala diffuziyası üstünlük təşkil edəcəkdir. Gümüş atomları PbTe-da (o cümlədən tədqiq olunan bərk məhlulda) akseptor mərkəzləri yaradır və dəşiklərin konsentrasiyasını ~1,5·10²⁰ sm⁻³-dək artırır [1]. Digər tərəfdən Ag atomlarının elektromənfiliyi Pb və Sn atomlarınınkindən aşağıdır və $2 Ag + Te = Ag_2Te$ reaksiyası üçün

$$\Delta G^0 = \sum n_i (\Delta H_{i,295}^0 - T \Delta S_{i,295}^0)_{yek} - \sum n_i (\Delta H_{i,295}^0 - T \Delta S_{i,295}^0)_{ilk} \quad (3)$$

ifadəsi ilə [11] hesablanmış reaksiyanın Gibbs enerjisi ~ -42 kCoul/mol-dur. Burada $\Delta H_{i,295}^0$ - standart şəraitdə entalpiyanın dəyişməsi, $\Delta S_{i,295}^0$ - entropiyanın standart qiymətinin dəyişməsidir. Kristalın kontaktyanı hissəsində Ag akseptor mərkəzlərinin və Ag_2Te tipli aşağı müqavimətli aralıq fazanın yaranması termoelementin (metal-yarıkeçirici strukturun) kontakt müqavimətinin aşağı qiymətə (10⁻⁴-10⁻⁵ Om·sm²) malik olmasına gətirir.

$Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te<Sn>$ kristallarının xüsusi müqavimətinin temperatur asılılığı $\rho(T)$ metallik xarakterdədir.

$PbTe$ kristalında olduğu kimi [12] $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ kristalının müqavimətinin temperatur asılılığında da müəyyən temperatur intervalında (77-300K) aşqar mərkəzlərinin ionlaşması hesabına yarımkəçirici xarakter müşahidə olunur. $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te <Sn>$ kristallarının hamısında $\rho(T)$ asılılığı metallik xarakterdədir.

Metal-yarımkəçirici kontaktında cərəyan axımı əsasən termoelektron emissiyası, sahə emissiyası və ya termosahə emissiyası mexanizmləri ilə baş verir. Hər üç halda kontakt müqaviməti temperaturla azalır və ya təqribən sabit qalır. Şəkil 1-dən göründüyü kimi, $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te<Sn>$ -(In-Ag-Au) strukturunun kontakt müqaviməti r_k bütün hallarda temperaturla yüksəlir. [13] işində göstərilmişdir ki, əritmə ilə yaradılan metal-yarımkəçirici kontaktlarında cərəyan axımı metal atomlarının diffuziyası nəticəsində yarımkəçiricinin kontaktyanı hissəsində yaranan və həcmi yüklər təbəqəsini qapayan metal şuntlar vasitəsi ilə də baş verə bilər. Bu halda kontakt müqaviməti

$$r_k = \frac{(\rho_0 + \beta T)l}{\pi d^2 K} \quad (4)$$

ifadəsi ilə müəyyən olunur və temperaturla artır. Axırıncı ifadədə ρ_0 -metal şuntların 0K –də xüsusi müqaviməti, β –həmin xüsusi müqavimətin temperatur əmsalı, l –həcmi yüklər təbəqəsinin eni, d - metal şunt komponentlərinin atom radiusu, K - metal atomlarının otura biləcəyi kristalın struktur pozuntularının sıxlığıdır. İfadəyə daxil olan hədlərin hamısı sabit kəmiyyətlər olduğundan r_k temperaturun funksiyası olaraq temperatur yüksəldikcə artacaqdır.

$Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ kristalları ilə kontakt materialı (In+Ag+Au)-un qəfəs sabitləri fərqli olduğundan kontakt çəkilərkən kristalda səthyanı sahədə pozuntular artır və şuntların yaranma ehtimalı yüksəlir.

Nəticə

Texnoloji rejimi müəyyənləşdirilərək $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$ bərk məhlulunun stexiometriyadan 1,0 at.%-dək artıq qalaya malik monokristalları, onlar əsasında (In+Ag+Au)- $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te<Sn>$ strukturları alınmış, onlarda elektron daşınma hadisələri tədqiq olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, kristalda qalay atomları 0,05 at.%-dək kation altqəfəsində olan vakansiyalarla elektroneytral və ya birqat ionlaşmış cütlüklər yaradaraq dəşiklərin konsentrasiyasını və keçiriciliyi azaldır, termoehtqni artırır, artıq miqdarlarda isə özləri donir mərkəzləri yaradaraq elektrikkeçiriciliyini artırır. Termoehtq əmsalının temperaturla artması və işarəsini dəyişməsi valent zonanın mürəkkəbliyi və temperaturun artması ilə ağır dəşiklərin keçiricilikdə payının çoxalması ilə bağlıdır. Baxılan metal-yarımkəçirici strukturlarının kiçik ($\sim 10^{-5} \text{Om}\cdot\text{sm}^2$) kontakt müqaviməti və bu müqavimətin temperaturla yüksəlməsi, evtektika komponentlərinin kristalın kontaktyanı oblastına nüfuz edərək həcmi yüklər oblastını qapayan metal şuntlar yaratması və kontaktda cərəyanın bu şuntlarla axması hesabındadır. 1,0at.% artıq qalaya malik kristalların güc faktoru stexiometrik kristallarından 3 dəfəyədək artıq olur.

ƏDƏBİYYAT

1. Ю.И.Равич, Б.А.Ефимова, И.А. Смирнов. Методы исследования полупроводников в применении халькогенидам свинца PbTe, PbSe, PbS, М., Наука, (1968) 384.
2. А.В.Дмитриев, И.П. Звягин Современные тенденции развития физики термоэлектрических материалов, УФН, **18** (2010) 821-838.
3. Г.З.Багиева, Г.Д.Абдинова, Н.Б.Мустафаев, Д.Ш.Абдинов. Влияние отжига на электрические свойства кристаллов SnTe, Неорган. материалы, **53** (2017) 351-353.
4. M.R.Lorenz, D.W. Jepsen. An explanation of high cation vacancy concentration and p- type conductivity in semiconductors containing a multivalent metal in its lowest valance state, J. Phys. Chem. Solids Pergamon Press, 26 (1965) 1177-1179.
5. А.С.Охотин, А.А.Ефимов, В.С.Охотин, А.С.Пушкарский. Термоэлектрические

- генераторы, М., Атомиздат, (1966) 320.
6. Н.М.Ахундова, Г.Д. Абдинова. Перенос электрического заряда и теплоты в кристаллах SnTe с различными концентрациями вакансий в подрешетке олова, Известия ВУЗов, Физика, **63** (2020)120-124.
 7. В.И. Стафеев. Структура и свойства контактов Cd_xHg_{1-x}Te-металл, ФТП, **43** (2009) 636-639.
 8. Т.Д.Алиева, Д.Ш. Абдинов. Физико-химические и электрические явления на границе раздела кристаллов твердых растворов систем Bi₂Te₃-Sb₂Te₃ и Bi₂Te₃-Bi₂Se₃ с контактными материалами, Неорган. материалы, **33** (1997) 27-38.
 9. Н.М.Ахундова, Т.Д.Алиева. Электрические свойства монокристаллов с избытком олова и структур –металл, Известия Вузов, Физика, **62** (2019) 100-103.
 10. R.N.Tauber, A.A.Machonis, I. V. Cadoff. Thermal and optical gaps in PbTe, J.Appl.Phys, **37** (1966) 4855-4860.
 11. Б.Ф. Ормонт. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников, М., Высшая школа, (1973) 656.
 12. З.Ф.Агаев, Э.А. Аллахвердиев, Г.М.Муртузов, Д.Ш. Абдинов. Выращивание и электрические свойства кристаллов твердых растворов Pb_{1-x}Mn_xTe, Неорган. материалы, **39** (2003) 543-545.
 13. Т.В.Бланк, Ю.А. Гольдберг. Механизм протекания тока в омических контактах металл-полупроводник, ФТП, **41** (2007) 1281-1309.

SUMMARY

**Tunzala Aliyeva
Gully Abdinova
Nailya Akhundova**

ELECTRON TRANSFER IN Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te SINGLE CRYSTALS AND STRUCTURES OF METAL-SEMICONDUCTOR BASED ON THEM

Single crystals of the Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te<Sn> solid solution have been grown and structures (In-Ag-Au) - Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te<Sn> have been created, their electrical properties have been investigated in the temperature range 77 ÷ 300K. It was found that superstoichiometric tin atoms up to 0.05 at.%, Forming electrically neutral or singly charged complexes with vacancies in the lead and tin sublattice in crystals, increase the resistivity ρ and the Seebeck coefficient α , and at high contents, creating new donor centers, decrease ρ . An increase in the Seebeck coefficient with temperature is caused by an increase in the contribution of heavy holes to the conductivity. The contact resistance r_k of the studied structures and its growth with temperature are determined by the diffusion and deposition of the ingredients of the contact alloy along the lines of imperfections in the near-contact region of the crystal, the formation of metal shunts at the interface, which short-circuit the space charge layer.

Key words: *solid solution, vacancy, valence band, stoichiometry, excess atoms.*

РЕЗЮМЕ

Тунзала Алиева
Гюлю Абдинова
Наиля Ахундова

**ПЕРЕНОС ЭЛЕКТРОНОВ В МОНОКРИСТАЛЛАХ $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te$
И СТРУКТУРАХ МЕТАЛЛ-ПОЛУПРОВОДНИК НА ИХ ОСНОВЕ**

Выращены монокристаллы твердого раствора $Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te<Sn>$ и созданы структуры $(In-Ag-Au)-Pb_{0.75}Sn_{0.25}Te<Sn>$, исследованы их электрические свойства в интервале температур 77÷300К. Выяснено, что сверхстехиометричные атомы олова до 0,05 ат.%, образуя электронейтральные или однократно заряженные комплексы с вакансиями в подрешетке свинца и олова в кристаллах, увеличивают удельное сопротивление ρ и коэффициент термоэдс α , а при больших содержаниях, создавая новые донорные центры, уменьшают ρ . Увеличение коэффициента термоэдс с температурой обусловлено при этом ростом вклада тяжелых дырок в проводимость. Контактное сопротивление r_k изученных структур и его рост с температурой определяются диффузией и осаждением ингредиентов контактного сплава по линиям несовершенств в приконтактной области кристалла, образованием на границе раздела металлических шунтов, закорачивающих слой объемного заряда.

Ключевые слова: твердый раствор, вакансия, валентная зона, стехиометрия, избыточные атомы.

SEYFƏDDİN CƏFƏROV

seyfaddinceferov18.12.1956@gmail.com

AYGÜL RZAYEVA

aygulrzayeva99@gmail.com

Naxçıvan Dövlət Universiteti

FİZİKANIN TƏDRİSİ PROSESLƏRİNDƏ PEYK RABİTƏSİNİN ROLU

Baxılan tədqiqat işində elektron təlimin həyata keçirilməsində peyk rabitəsinin təhsildə istifadə imkanları araşdırılır. Tədqiqat işində distant təhsilin həyata keçirilməsində peyk rabitəsinin funksional xarakteristikası təhlil olunur. Respublika təhsil sistemində TYİTV-dən istifadənin inkişafı üç istiqamət-dədir: 1) şəhər məktəblərində kompüterləşmənin həyata keçirilməsi; 2) ümumtəhsil məktəblərində YİTV-nin tətbiqi və intensiv istifadənin həyata keçirilməsi üçün mövcud infrastrukturun müəyyənləşdirilməsi; 3) YİTV-nin tətbiqinə əsaslanan modernləşdirilmiş təhsilin proqram təminatı və yeni texnologiyaların kütləvi mənimsənilməsi, həyata keçirilməsi üçün mövcud infrastrukturun müəyyənləşdirilməsi. Praktik olaraq bütün ölkələr kompüter təlim texnologiyalarının hazırlanmasını və inkişaf etdirilməsini aktiv surətdə həyata keçirirlər. Təlim prosesində kompüterlərdən istifadə edilməsinin ilk təcrübələri 60-cı illərin əvvəllərinə təsadüf edir. İlk olaraq avtomatlaşdırılmış təlim kursları (ATK), sonra isə proqramlaşdırılmış təlim formalarını reallaşdıran avtomatlaşdırılmış təlim sistemləri (ATS) formasında ilk proqram təlim vasitələri yaradılmışdır. Kompüter təlim texnologiyası informatika prinsiplərinə əsaslanan və kompüter vasitəsilə reallaşdırılan təlim texnologiyasıdır. Fizika tədrisinin fəal təlim metodu ilə elektron dərsliklər və internetin köməyi ilə həyata keçirilməsinə dair nümunələr verilir. Müasir dövrdə təlim prosesinin təkmilləşdirilməsi və inkişaf etdirilməsi üçün hazırlanmış bir çox kompüter proqramları mövcuddur.

***Açar sözlər:** təlim texnologiyası, avtomatlaşdırılmış təlim sistemi, kompüter, fizika, peyk*

Giriş

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin ilk kosmik peykimizin orbitə buraxılması münasibəti ilə Azərbaycan xalqına ünvanlanan təbrik məktubunda qeyd edildiyi kimi, ötən gecə Azərbaycanın kosmik həyatında ilk uğurlu addım atıldı. Həyata keçirilən genişmiqyaslı işlər göstərir ki, bu hələ başlanğıcdır. Azərbaycanın ilk telekommunikasiya peyki, ölkəmizdə kosmik sənayenin yaradılması, həyata keçirilən işlərdən əldə ediləcək. Kosmik sənayenin yaradılması və telekommunikasiya peyklərinin, o cümlədən digər çoxməqsədli peyklərin orbitə buraxılması ilk növbədə informasiya mübadiləsinin xarici ölkələrdən asılılığının aradan qaldırılması və informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi, eyni zamanda ölkədə yeni iqtisadi sahələr üzrə mövcud insan ehtiyatları və intellektual potensialın inkişaf etdirilməsi, tam təchizatlı maddi-texniki bazanın yaradılması, elmtutumlu yeni layihələrin həyata keçirilməsi və nəticə etibarilə innovasiyayönümlü iqtisadiyyatın formalaşdırılması istiqamətində aparılan işlər arasında öz xüsusi və strateji əhəmiyyəti ilə seçilir. Bu mənada təhsilin şaxələndirilməsi və yeni sənaye sahələrinin inkişafı ilə bağlı Azərbaycan hökuməti tərəfindən həyata keçirilən əsas layihələrdən biri də peyk layihəsidir. Kosmik sənayenin yaradılması və telekommunikasiya peyklərinin, o cümlədən digər çoxməqsədli peyklərin orbitə buraxılması ilk növbədə informasiya mübadiləsinin xarici ölkələrdən asılılığının aradan qaldırılması və informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsində, eyni zamanda ölkədə yeni iqtisadi sahələr üzrə mövcud insan ehtiyatları və intellektual potensialın inkişaf etdirilməsi, elmtutumlu yeni layihələrin həyata keçirilməsi və nəticə etibarilə innovasiyayönümlü təhsilin formalaşdırılması istiqamətində aparılan işlər arasında öz xüsusi və strateji əhəmiyyəti ilə seçilir.

Tədqiqatın gedişi

Təhsil xidmətlərinin yer, zaman, yaş, məqsəd, kütlə və s. cəhətlərdən elastiki olmasını təmin edən, şagirdinə fərdi və müstəqil, interaktiv xarakterli, keyfiyyətli, qənaətcil və sürətli bir təhsil imkanı verən və fərqli səviyyələrdə tətbiqi xüsusiyyətlərə sahib bir təhsil xidməti təqdim edən uzaqdan təhsil, müxtəlif imkanlarda olan geniş kütlələrə istiqamətlənmiş bir təhsil formasıdır.

Ənənəvi xüsusiyyətdəki təhsil problemlərinə bir alternativ olaraq ortaya çıxan, təhsil fəaliyyətlərini planlayanlar və tətbiq edənlər ilə şagirdlər arasında ünsiyyət və mübadilənin xüsusi olaraq hazırlanmış təhsil modulları və müxtəlif mühitlər yoluyla müəyyən bir mərkəzdən təşkil edilən bir təhsil üsulu olaraq qəbul edilən uzaqdan təhsil, ənənəvi modeldəki təhsil problemlərinə və xüsusilə bu yolla həll oluna bilməyən kütləvi təhsil problemlərinin həllində müsbət bir variant olaraq ortaya çıxmışdır.

Yeni texnologiyaların uzaqdan təhsildə istifadə edilməsi, daha aşağı qiymət, daha asan istifadə və mühit inteqrasiyası kimi müxtəlif təmayülləri də ortaya çıxarmışdır. Kompüter dəstəklı təhsil, təhsil əlaqələri və təhsil texnologiyaları sahəsindəki əhəmiyyətli inkişaflardan biri olub, uzaqdan təhsil modelində davamlılıq, əhatəlilik, elastiklik, motivasiya, fərdilik, müstəqillik və sürətlilik kimi xüsusiyyətlərə malikdir (Mərdanov 2001, 4-18).

Uzaqdan təhsildə istifadə edilən multimedia texnologiyaları; radio, televiziya, telefon, video, kompüter, videomaqnitofon, video konfrans, videodisk, tele-ünsiyyət, tele-texnologiya, interaktiv video, interaktiv təsirli televiziya, kabelli televiziya, dijitall televiziya, fiber-optikinteraktiv televiziya, dijitall ünsiyyət şəbəkəsi, telsiz, faks, interaktiv qrafikalar, hipermedia, teletext, viewdata, peyklər, peyk televiziyası, elektronik sinif, elektronik kitabxana, kommunikasiya peykləri, peyk və ünsiyyət şəbəkəsi tele-konfransları, interaktiv təsirli tele-ünsiyyət sistemləri, internet, yerli sahə şəbəkələri, multimedia iş stansiyaları, kompüter, modem, elektronik xəbərləşmə (e-mail), ISDN, CD texnologiyası və s. texnologiyalardır. Uzaqdan Təhsil; müasir bir təhsil modelidir. (Sverqin 2001,123-156)Uzaqdan Təhsil, fərqli zaman və məkanlarda müəllim və şagirdin ayrı olduğu məkanlarda çoxlu mühit dəstəyi ilə reallaşdırılan təhsil modeli kimi tərif oluna bilər.Uzaqdan Təhsil başlıca dörd əsas element üzərində qurulur:

- Təhsil müddətinin çoxunda şagird və müəllimin ayrı məkanlarda olması.
- Müəllim və şagirdi birləşdirəcək, dərs məzmununu çatdıracaq təhsil mediasının var olması.
- Müəllim və ya təhsil verən fərd ilə şagird arasında iki tərəfli bir ünsiyyətin təmin edilməsi.
- Təhsil müddətində şagird qiymətləndirməsinin təmin edilməsini ehtiva edən mütəşəkkil yin

təsiri.

Hal-hazırda uzaqdan təhsildə ən məhsuldar olan texnologiya; iki tərəfli olması, daha ucuz olması, ünsiyyət yollarını və proqramlarını dəstəkləməsi səbəbiylə elastik bir quruluşa sahib olan internetdir. İnternet dünyada ən çox istifadə edilən, sürətli, tam məlumat transferi edən və ənəhatəli ünsiyyət vasitəsidir.

Uzaqdan Təhsilin məqsədinin daha yaxşı qavranma bilməsi və İnternetin də bu mühitdə rolunun nə olduğunun başa düşmək üçün; Uzaqdan Təhsil metodunun təmin etdiyi faydaları bilməkdə fayda vardır:

- Məkan və zaman anlayışındakı problemləri ortadan qaldırır
- Təhsil prosesini demokratikləşdirər
- Həyat boyu təhsil təmin edər
- Fərdi təhsil reallaşdırılmaqdadır
- Öz özünə öyrənmə reallaşmaqdadır
- Öyrənmədə xüsusi qabiliyyətlər inkişaf etməkdədir
- Öz özünə öyrənmə nəticəsində insanın özünə inamı inkişaf etməkdədir
- Şagirdi müəyyən ölçüdə motivasiya edər, öyrənmədə davamlılıq və hərəkətlilik təmin edər
- Mətbuat - nəşr, ünsiyyət vasitələri, üz-üzə təhsillə üç ölçülü inteqrasiya təmin edilməkdədir
- Təhsil informasiya-kommunikasiya texnologiyalarına əsasən davam etdirilər
- Təhsil istəyi artar
- Sərhədsiz, müddətsiz təhsil anlayışı ortaya çıxar
- Standartlaşmış təhsil və təhsil imkanları təmin edər
- Elastik və obyektiv ölçmə - qiymətləndirmə təmin edər
- Pedaqoqun təhsili də reallaşmış olar. Uzaqdan təhsil sahəsində ixtisaslaşmış pedaqoq sayının az olması səbəbilə bu pedaqoqdan daha çox şəxs faydalanar. Mövzuya

maraqduyanlara işiq tutar.

■ Təhsil xərci azalar: Ənənəvi üsullara görə daha ucuz, səyahət, yaşayış və s. xərcləryoxdur.

■ Təhsildə tutarlılıq nümayiş etdirər: Mühitdən, şagirdən, təlimçidən və digər ətrafşərtlərdən müstəqil formada nümayiş etdirər.

■ Marağın artması: Fərdi iştirak, qarşılıqlı interaktiv təsir, müvəffəqiyyətin artması təhsilə marağı artırır.

Yuxarıdakı faktorların müvəffəqiyyətə çatması üçün istifadə edilən texnologiyaların xüsusiyyətlərinin və şüurlu istifadə şəklinin əhəmiyyətinin böyük olması qədər yaxşıproqramlara da ehtiyac vardır. İki tərəfli interaktiv təsir xüsusiyyəti İnternetin digərtexnologiyalardan fərqliliyini göstərir. 21-ci əsrdə yeni təhsil şəkli, sürətlə müasirləşmə yolundairəilənməkdədir. Yeni sistem, məlumat əldə etməkdən çox məlumatı meydana gətirməyi, analizvə sintezlərdən yeni nəticələr çıxarmağı və məlumat təcrübələrini paylaşmağı öz qarşısınaməqsəd qoyub (Belyan in , Seti I sivyaz Сети и связь”, №3, 200410,35-56).

Ali təhsil müəssisələrində həyata keçirilən təhsil islahatlarının effektivliyinin və səmərələliyinin artırılması, təhsilin keyfiyyətinin yüksəldilməsi, əhəmiyyətli dərəcədə pedaqoji innovasiyaların, müasir İKT- nın, telekommunikasiya sistemlərinin təlim-tədris prosesində inizibatı idarəetmədə tətbiqi ilə əlaqədardır. Qeyd edək ki, özü-özlüyündə təhsil sisteminin informatlaşması, tədris-təlim prosesinin idarəedilməsinin və təhsilin texnologi təminatı olmaqla yanaşı, başlıca olaraq didaktik-pedaqoji prosesin tərkib hissəsi kimi çıxış edir. Ali məktəblərdə təhsilin informatlaşması özü-özlüyündə texnoloji təlim sistemlərinin realizə olunması baxımından səciyyələndirilir (Mehrabov, 2008, 234-345).

Belə ki şəbəkə infrastrukturu bazasında avtomatlaşdırılmış idarəetmə sisteminin qurulması, informasiya təhsil resursları sisteminin yaradılması və istismarı Texnoloji Təlim Məkanının (TTM) formalaşması kimi qiymətləndirilməlidir. Özü-özlüyündə Texnoloji Təhsil Məkanı konkret təlim texnologiyalarının baxılan halda Distant Təhsil Sisteminin (DTS) realizə edilmə mühitidir. Bu baxımdan DTS –nin pedaqoji praktikada tətbiqi kifayət dərəcədə səciyyəvi bir haldır. (Məmmədov .Bakı, 1989 106) Distant təlim şəbəkələrində korporativ informasiyası sistemlərinin rolunun araşdırılması məqsədiylə ilk öncə DTS-nin qısa didaktik metodoloji texnoloji xarakteristikasını verək. DTS-nin didaktik və pedaqojik xarakteristikasının əsas istiqamətləri və başlıca xüsusiyyətləri aşağıdakı şəkildə müəyyən edilmişdir. Əsas xüsusiyyətlər:

1. Mobillik

2. Modulluq

3. Texnolojilik

Təlim metodları

1) İnformasiya-reseptor metodu

2) Reproduktiv metod

3) Problemləli şərh metodu

4) Evristik metod

5) Elmi-tədqiqi metod

Didaktiv prinsiplər

1. Nəzəri biliklərin aparıcı rolu

2. Təhsil və tərbiyə funksiyalarının vəhdəti

3. Motivasiyanın stimullaşdırılması

4. Kollektiv və fərdi fəaliyyətin vəhdəti

5. Mücərrədliliyin və əyaniliyin vəhdəti

6. Öyrənlərin müstəqil idraki fəaliyyəti

7. Sistemlilik

Təlim vasitələri

1. Elektron dərslik

2. Elektron təlim vasitələri

3. Audio-video tədris vasitələri

4. Kompüter şəbəkələri

Kommunikativ təlim texnologiyaları

1. Elektron poçt

2. Elektron lövhə

Distant təhsil sisteminin realizə olunduğu Distant Təhsil Məkanı (DTM) müvafiq olaraq aşağıdakı tərkibdə müəyyən edilmişdir. (Тихонов, Тихонов, Райх, Райх, 2006, Moskva, 103-150)

1. Tədris prosesinin kompüter təminatı metodikaları

2. Tədris informasiya resursları

3. Tədris informasiya resurslarının aktualizasiya texnologiyaları

4. Elektronun sənəd dövriyyəsi

5. Texnoloji təhsil mühitinin inzibati idarəetmə metodikaları

Məktəblərin kompüterləşdirilməsi təhsil sistemində çox ciddi dəyişikliklər yaradır. Təcrübə göstərir ki, informasiya texnologiyalarından bu gün nəinki məktəbin idarə olunmasında, həm də sinifdən xaric və məktəbdən kənar tədbirlərin həyata keçirilməsində də geniş istifadə olunur. Xüsusən də internetin yaranması, gənclər arasında onun çox populyar olması, təhsilin çox müxtəlif sahələrində yeni-yeni üfqlər açır. Bu günə qədər pedaqoqlar fərdi kompüter kimi güclü təlim vasitəsinə tarixən heç vaxt malik olmamışlar. Təlimdə elə texnik vasitə yoxdur ki, didaktik imkanlarına görə müqayisə edilə bilsin. Tədrisdə istifadə edilən informasiya resurslarının irihəcmli olması müvafiq tutumlu informasiya daşıyıcısından istifadəni tələb edir. Bu səbəbdən multimediyə kursları üçün CD-ROM texnologiyalarından istifadə edilir. İnteraktiv multimediyə kursu informasiya təsvirinin müxtəlif mühitlərini (mətn, statik və dinamik qrafika, audio-videotəsvir) sintez etməyə imkan verir, şagirdi təlim prosesinin fəal iştirakçısına çevirir (şagirdə təqdim edilən hər yeni informasiya bloku onun əvvəlki fəaliyyətinə, mənimsəmə səviyyəsinə müvafiq olaraq kompüter tərəfindən seçilir və operativ təqdim edilir). Beləliklə, ETV-nin yaradılmasında üçüncü prinsiptədris materialının multimediyə formada təqdimatıdır. Təhsil sistemindən, lazımi məlumatın ən sürətli və doğru şəkildə şagirdlərə çatdırılması gözlənilməkdə olub, günümüz peyk ünsiyyət şəbəkəsi texnologiyalarındakı inkişaf, təhsil sistemində verilən bu vəzifəni xeyli asanlaşdırmaqdadır. Ötən illərdə, təlimçilər üçün bəlkə də nadir texnoloji bir şans yaradıldı və dünyanın ən böyük məlumat kitabxanasının qapıları sonuna qədər onlar üçün açıldı. Təhsil materiallarına və məlumat mənbələrinə pulsuz və dinamik olaraq daxil olma və bütün dünya şagirdlərinə bərabər təhsil şansı təmin etmişdi. Söhbətin nədən getdiyini dərhal başa düşdünüz yəqin ki: World Wide Web yəni, İnternet. Lakin burada da, digər servis xidmətlərində olan problem yaşanır: Xidmətin keyfiyyəti. İnternetin effektiv bir təhsil variantı olması üçün əvvəl hər kəs tərəfindən əlçatan olması, daha sonra da sürətli, məqbul və məntiqli bir xidmət təqdim edə bilməsi vacibdir. VSAT (Very Small Aperture Terminal) larsayəsində bu gün əlçatma, inam və sürət ehtiyacları çox az bir say ilə, ölkələrin ən ucqar nöqtələrindəki təhsil qurumlarına belə asanlıqla təqdim oluna bilər. Xüsusilə bir geosinkron ünsiyyət peyki dünyadan baxılanda, orbitdə sabit bir nöqtədir. Yerləşdiyi nöqtədən bir ölkədəki bütün məskunlaşma bölgələrinə və çöl seqmentə xidmət verə bilər. Yerləşdiyi bu nöqtədən, bir ölkəni hətta bir qitəni əhatə sahəsinə götürməsi mümkündür. Azərbaycanı Türkiyənin Türksat, Eutelsat və Intelsat kimi Avropa ünsiyyət peykləri də əhatə sahəsinə götürməkdə və genişbant İnternet bağlantısının təmin edilməsi heç də çətin görünməməkdədir. Peyk ünsiyyət şəbəkəsinin təbii fəlakətlərdən təsirlənməməsi, fəlakət sonrası veriləcək xidmətlərin qaydasında olmasına, keyfiyyətinin azalmamasına və bu sayədə yaraların daha qısa müddətdə sarılmasına da imkan yaradır. (Каймин, 1999, Moskva, 16-22) Dünyadan 35.000 km yuxarıdakı bir ünsiyyət peyki dünya üzərində 1000 km-lik bir sahəyə xidmət verə bilməkdə və İstanbuldan Hopaya qədər eyni İnternet onurğasına bağlı, eyni xidməti eyni anda alan məktəblər tək məkəndə toplanmış kimi, eyni təhsili alma şansına sahib ola bilməkdədir. Peyk ünsiyyət şəbəkəsi ilə məsafələr ortadan qalxır ki, təhsilin ana məqsədi "Hər kəsə çatmaq, hər kəsə eyni təhsili verə bilmə imkanına qovuşmaq", həm də bunu çox sürətli və

daha aşağı xərclərlə etmək, peyküsiyyət texnologiyalarından faydalanmanın rəşional bir alternativ olacađının göstəriciləridir. Məqsəd, İnternetə daxilolma brabrlk deyildir. sas məqsəd, məktəblərin v řagirdlrinbrabr təhsil almalarını təmin etmək üzrə İnternetə daxilolma imkanı təmin etməkdir. Sistemuna görə hazırlanmalı v optimizasiya edilməlidir. Maraqlıdır ki, peyk ünsiyyət řbkləri buřekild qurulmuřdur. Peyk ünsiyyət řbkləri ulduz topologiyası ilə qurulmuřdur. Yəni,məktəblərdən dünyaya qurulan ünsiyyət, tək bir mərkəzi řbk paylayıcısı vasitsilreallařmaqdadır. Sistemin quruluřu; təhsil qurumlarının , valideynlərin v řagirdlrin ünsiyyətində olduqları məzmunun tək bir mərkəzdən nəzarət edilməsinə imkan təmin etməkdədir. Vebsaytların bu mərkəzdə filtrlnmsi ilə zərərlə qəbul edilən məzmunu atılmasına maneə trdilbilir. Bununla yanařı; řagirdlrin əldə edəcəkləri məzmun və Veb saytları bařdan təyin olunaraq,təyinatlı saytların xaricində bařqa bir məzmunu atılmasına da n bařdan maneə trdilbilir. Ancaq bu yanařma řagirdlr məhdud bir təhsil řbksi təmin edər. Lakin, řbknin srtimhdud daxilolmadan ötrü artar, ünsiyyət řbksindəki trafik azalar v xrclr dřr. Bunaqarřılıq istənilən məlumata daxilolma sürəti yavařlayar. Qurulacaq strukturda; "Multicast"řbk texnologiyasının istifadə edilməsi ilə ədədi məzmunun, řbk üzərində əldə olunmalı bütün nöqtələrin eyni anda řbk paylayıcısından keçirilməsi sistemi ilə yuxarıda haqqındaanıřılan mnfilklr ortadan qaldırıla bilər, řbk mnblrinin istifadəsində inanılmaz qnatlredilbilir. Ulduz topologiyası ilə hazırlanmıř ünsiyyət řbksi üzərindəki mərkəzi idarə, məzmunu nəzarət və onun idarəsi baxımından da üstünlüklər təmin etməkdədir. lk məktəblərinin bađlı olduđu tk mərkəz, həm məzmunu həm də ümumi sistemi, tk tk və yabtn olaraq anında izlybilir və ya müdaxilə edbilir. Mərkəzi sistem, xərcə qənaəti təmin edərkən, bař ađrısı yarada biləcək bəzi faktorları da ortadan qaldırmaqdadır. Yeni olmaqla birlikdə çox əhəmiyyətli diđer bir ünsür də řbknin thlksizliyidir. Ötən illərdə, dünya səviyyəsində milyardlarla dollar zərər verən kompüter viruslarının qarřısının alınması böyük əhəmiyyət dařımaqdadır. Mərkəzi strukturları çərçivəsində, peyk řbkləri nisbətən asan qoruna bilməkdədir. řagirdlrin idarli bir təhsil řbksi iind qalmaları halında, yəni řbknin bütün dünyaya açıq olmaması qarřılařılacaq riski də azaltmaqdadır. Peyk texnologiyalarının, təhsil dünyası üçün çox müxtəlif üstünlükləri vardır. Dünyada təhsil məqsədli istifadə edilən řbklr və bu mövzuda əldə edilən müxtəlif təcrübələr ilə bəzi peyk operatoru firmalar n ıxmıřdır. Təcrübələr nəticəsində təhsil řbksinin, tətbiq proqramları, idarə problemi, məzmun idarəsi, xtdki sıxlıđın tənzimlənməsi, ehtiyatlařdırma v təhlükəsizliyi mövzularında ixtisaslařmıřdır. Peyk ünsiyyət řbklrinin bir bařqa stnly də MPEG, video v TV yayımı kimibnzri tamamlayıcı texnologiyaları da İnternet ilə birlikdə istifadə edə bilmə imkanı təmin etməsidir. Təhsil məqsədli hazırlanmıř videolar, TV yayımı keyfiyyətində ümumi və ya xüsusi məqsədli olaraq, eyni anda ölkədəki bütün məktəblərə İnternet xətti vasitəçiliyi ilə çatdırıla bilər (Глаголев, Moskva, 1999, 34-56). Mərkəzdən məktəblərə canlı veriliflr vermək də mümkündür. Yuxarıda yekunlařdırılmađa alıřılan bütün sistemlər, “təhsildə brabrlk” qanunu daxilində, təhsil keyfiyyətinin yüksəldilməsində və yeni imkanların aılmasında böyük rol oynamaqdadır. Məktəblər üçün peyk ünsiyyət řbksi infrastrukturunun təmin edilməsi dřncsi, “Uzaqdan Təhsil” kimi daha inkiřaf etmiř bir həllin qapısını da aralamaqdadır. İki tərəfli İnternetqurulacaq “Virtual Məktəblər”, yeni bir bazar və təhsil imkanı təmin etməkdədir. z ölkəsindən xaricdə yařamaq məcburiyyətində olan, ancaq ölkəsinin təhsilini almaq istəyən tələbələr, peyk ünsiyyət řbksi ilə qurulmuř virtual məktəblərə davam edə biləcək, ölkəsinin məktəblərində tətbiq olunmaqda olan mərkəzi təhsilin eynisini ala biləcək və ya xüsusi hazırlanmıř alternativ thsillrd iřtiak edə biləcəklər. “Uzaqdan interaktiv effektiv təhsil” sistemində, İnternetə əlaqənin cüt yönlü olması ilə, təhsil alan tələbələr təhsil anında tlimiy sual soruřa biləcək, anında cavab ala biləcəklər. Bu sistemdə canlı verilifli qaıran tələbələr, bütün yayımlara daha sonra baxa biləcək v thsillrindən geri qalmamıř olacaqlar. VSAT peyk platformasında, sual-cavab hissəsində uzaqlıđa bađlı olmadan hər kəsə bərabər müddətdə imkan yaradılmaqdadır. Tlimчилr, təhsilin fəaliyyətini l bilmək məqsədiylə kiçik imtahanlar verbilmkd, tətbiq olunan proqram sayəsində standart imtahanlar v sertifikat imtahanları da reallařdırıla bilməkdədir. İdeal həllər bəzən lüks kimi grls

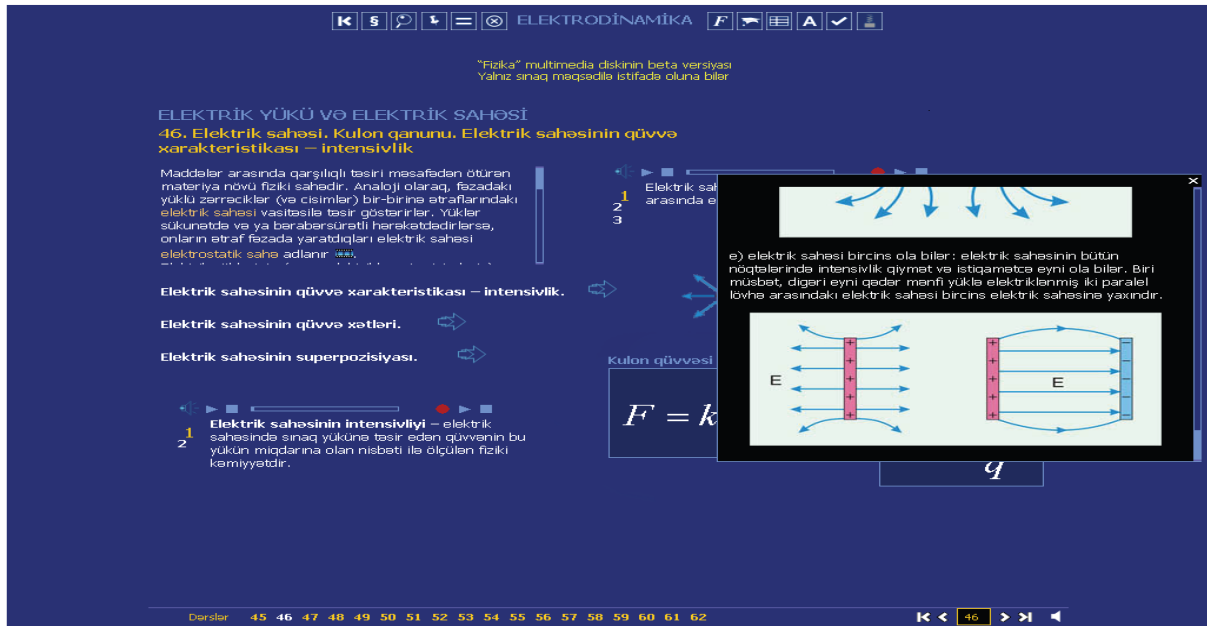
də, inkişaf edən texnologiyalar ilə məlumatın paylama və bölüşümü ən hesablı və effektiv hala gətirə bilməkdədir. İdeal həllər, günümüz dünyasında böyük bir rəqabət içində olan iş dünyasında sıx olaraq istifadə edilməkdədir. Çox yaxında oxşar təcrübələr, təhsil dünyasında da yayılacaq. VSAT platforması istifadə edilərək və iki tərəfli İnternetə qoşulma ilə reallaşdırılmışdır. Təhsilin informatlaşdırılması problemi ümummilli liderimiz H.Ə.Əliyevin və Azərbaycan Respublikasının prezidenti cənab İ.H.Əliyevin daim diqqət mərkəzində olmuşdur. Bu, Azərbaycan Respublikasının təhsil sahəsindəki islahat proqramları və sərəncamlarında aydın şəkildə görünür. Təhsil islahatının tələblərinə əsasən təhsil müəssisələri müasir texnologiyalarla, kompüter və pedaqoji proqram vasitələri ilə təchiz olunur, kompüter mərkəzləri, elektron kitabxanalar, proqram təminatı inkişaf etdirilərək müəllimlərin kompüter savadına, konkret desək, kompyuter mədəniyyətinə yiyələnməsi həyata keçirilir. 2003-cü ildə “Azərbaycan Respublikasının inkişafı naminə informasiya kommunikasiya texnologiyaları (IKT) üzrə Milli Strategiya (2003-2012-ci illər)” qəbul olunmuş və 10 il ərzində bu sahədə görüləcək işlərin ümumi istiqamətləri müəyyənləşdirilmişdir. Respublika məktəblərinin yeni informasiya texnologiyaları ilə təchizi məsələnin bir tərəfidir. Həmin texnologiyaların məktəblərimizdə səmərəli tətbiqi şagirdlərin yaradıcılıq qabiliyyətini inkişaf etdirən fundamentallaşdırma, informatlaşdırma, sosiallaşdırma və s. yeni məsələlərin həllinə yönəldilməlidir. Qeyd edilən təhsil sahələrinə müasir texnologiyanın qoyacağı investisiya ilə əlaqədar konkret inkişaf istiqamətləri müəyyənləşdirilməlidir. Bu məsələlər “Azərbaycan Respublikasında fasiləsiz pedaqoji təhsil və müəllim hazırlığının milli konsepsiya və strategiyası”nda və yeni təhsil qanununda da öz əksini tapmışdır: “Təhsilin inkişaf problemləri ilə bağlı elmi araşdırmalar innovasiya xarakteri daşımaqla, müasir metodlarla qurulmasına, tədrisin yeni texnologiyalarının və digər istiqamətlər üzrə pedaqoji innovasiyaların hazırlanmasına və tətbiqinə yönəldilir”. İndi məktəbin qarşısına qoyulmuş başlıca vəzifə müstəqil düşünməyi, yaradıcı çalışmağı və biliklərə daha dərinlən yiyələnməyi bacaran, təşəbbüskar gənclərin tərbiyə edilməsidir. Bu gün respublikamızda uğurla aparılan təhsil islahatının nəticəsi olaraq ümumtəhsil məktəblərində öyrənilən bütün fənlərdə olduğu kimi, fizika fənninin məzmununu təşkil edən biliklərin xarakteri də dəyişdirilmiş, yeniləşdirilmişdir. Bu mənada müasir cəmiyyətdə informasiya axınından baş çıxaran, hərtərəfli inkişaf etmiş şəxsiyyətin formalaşdırılması əsas məsələ kimi qarşıda durur və hər şey təhsil alanın maraqlarının ödənilməsinə, şəxsiyyət və nəticəyönümlü təlimin həyata keçirilməsinə istiqamətləndirilməlidir. Dünyada informasiya cəmiyyətinin formalaşdığı bir dövrdə Azərbaycan Respublikası müəllimləri qarşısında yeni tələblər qoyulur: öz üzərlərində müstəqil işləməklə bilik və bacarıqlarını daim yeniləşdirmək, sosial fəallıqlarını, eyni zamanda peşəkar mobilliklərini müasir təlim texnologiyaları əsasında yüksəltmək, güclü informasiya axını mühitində meydana çıxan istənilən qeyri-müəyyənliyin həlli üçün effektiv qərar qəbul etmək və s. Bunun üçün təhsilin informatlaşdırılması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu gün təhsil sistemində YİTV-dən istifadə qloballaşan dünyanın, informatlaşan cəmiyyətin innovativ inkişafının zəruri tələblərindən, ehtiyaclarındandır. Təsədüfi deyil ki, akademik R.Ə.Mehdiyev “İctimai və humanitar elmlər: zaman kontekstindən baxış” adlı məqaləsində qeyd edir: “Qloballaşma, informasiya texnologiyaları və internetin hökmranlığı əsərində təhsil prosesini köhnəlmiş metodlarla qurmaq olmaz”. Bu baxımdan müasir təhsil sisteminin ənənəvi təhsil sistemindən prinsipial fərqi məhz onun texnoloji bazasındadır. Respublikamızda təhsil texnologiyaları indiki qədər fərdi kompüter kimi güclü vasitəyə, internet kimi nəhəng informasiya resurslarına malik olmamışdır. Təlimdə didaktik imkanlarına görə YİTV ilə müqayisə edilə bilən texniki vasitə yoxdur. Məhz informasiya cəmiyyətində təhsilin səmərəsi bu texnologiyadan istifadə səviyyəsi ilə müəyyən edilir. Müasir təhsil sistemi bu texnologiyadan maksimum faydalanmaqla təlim prosesində fərdiləşdirmə, fərdi yanaşma, differensiallaşdırma, humanitarlaşdırma, humanistləşdirmə, intensivləşdirmə və optimallaşdırma kimi didaktik prinsipləri çox asanlıqla həyata keçirə bilər. Bunun üçün bəzi məsələlərin həlli zərurəti meydana çıxır:

- birincisi, öyrənənlərdə texnoloji savad, mədəniyyət və təfəkkürün formalaşdırılması üçün cəmiyyətin yaradıcı mütəxəssislərlə təminatını həyata keçirmək. Bunlar isə sadəcə müasir pedaqoji texnologiyaya yiyələnmiş bilik daşıyıcıları deyil, həm də təfəkkür prosesinin təşkilatçısı kimi çıxış

etməlidir;

- ikincisi, tədris prosesində özünü doğrultmuş təlim vasitələri, forma və metodlar təkmilləşdirilməli, müasir pedaqoji texnologiyaların, xüsusən də yeni informasiya texnologiyalarının tətbiqi təmin edilməlidir. (Murquzov M.İ., Abdurazaqov R.R, 2007, Bakı.) Təhsilin informatlaşdırma prosesi pedaqoji fəaliyyətin yeni bazasının yaradılmasını, tədris informasiyalarının toplanması, emalı, saxlanması və yayılması vasitələrinin infrastrukturunun formalaşdırılmasını tələb edir. Fizikanın tədrisi də bu prosesdən kənar qala bilməzdi. Buna görə də son illərdə fizika təlimində şagirdlərin yalnız təlim və tərbiyəsi deyil, eyni zamanda onların inkişafına da xüsusi diqqət yetirilir. Fizikanın tədrisində bu məsələlərin həlli informasiya texnologiyalarının tətbiqi ilə fundamental psixoloji, pedaqoji tədqiqatların aparılmasını, dünya təcrübəsinin öyrənilib ölkəmizdə tətbiq edilməsini, bu texnologiyalarla əlaqədar proqram təminatının, elektron dərsliklərin yeni variantının yaradılmasını, fənnin tədrisində yeni informasiya texnologiyalarından istifadənin nəzəri və praktik problemlərinin işlənməsini tələb edir. Müasir fizika müəlliminin elmi metodik səviyyəsi onun müasir təlim texnologiyalarından istifadə edərək tədris informasiyasını şagirdlərə necə çatdırması ilə müəyyən olunur. Fizika fənninin məntiqi quruluşu, proqram və kurikulumlardakı reallıqlar YİTV-nin tətbiqinə daha geniş imkan verir. Bu gün fizika proqramlarında ciddi dəyişikliklər edilmişdir. Dəqiq desək, yuxarı siniflərdə tədris materialları məzmunca dərinləşdirilmiş, ümumiləşdirmə prinsipi əsasında yenidən işlənmişdir. Təəssüf ki, bu materialların tədrisinə çox az vaxt ayrılmışdır: baza təhsilində X sinifdə həftədə 2, XI sinifdə isə 1 saat. Bu isə ziddiyyətli vəziyyətin yaranmasına səbəb olmuşdur. Lakin kursun quruluşu sadələşdirilsə də, elmi səviyyənin yüksəldilməsinə nail olunmuşdur. Məsələn, X sinfin fizika kursunda mexanika və molekulyar fizikanın müxtəlif modellərini fizikanın fundamental prinsipləri ilə məntiqi əlaqələndirmək mümkün olmuşdur. İlk dəfə olaraq mexaniki hərəkətin nisbiliyi, Qaliley çevrilmələri, sürətlərin toplanması fəza-zaman simmetriya prinsipi əsasında verilmiş, “dinamikanın əsasları”, “Saxlanma qanunları”, “Relyativistik mexanika” bölməsində, “Kinematikanın əsasları” və “Qravitasiya qüvvələri” fəsillərində müvafiq dəyişikliklər edilərək təkmilləşdirilmişdir. Eyni əməliyyatlar fizika kursuna daxil olan başqa bölmələr üzrə də aparılmışdır. Belə ki, tədris materialları xeyli sadələşdirilmiş, elmi və məntiqi cəhətdən gücləndirilmiş, müəllim və şagirdlər üçün əlverişli vəziyyətə gətirilmişdir. Fizika təlimində yeni informasiya texnologiyalarının tətbiqində müəllimlərin produktiv fəaliyyəti üçün imitasiya modelləşdirməsi mikro proseslərin əyaniləşdirilməsini təmin edir, informasiyalaşdırma probleminin həllində müəllim və şagirdlərin imkanlarını genişləndirir, müəllimin peşəkarlıq və səriştəliyinə təsir edən amillərin yaratdığı motivasiya isə möhkəm və sistemli biliklərin formalaşdırılmasını, yüksək nəticənin alınmasına zəmin yaradır;-(Cəfərov S.A., Hacıyeva B.X. 2021, Naxçıvan: 109-113) Fizika təlimində müəllimlərin YİTV-dən səriştəli istifadəsində pedaqoji fəaliyyətin produktivliyinə təsir edən amillərin qiymətləndirilməsi ilə əlaqədar işlənmiş metodika təhsil trayektoriyasının tam təsvirini, pedaqoji səmərəliliyi əvvəlcədən müəyyənləşdirməyə imkan verir. Respublikanın təhsil sistemində, xüsusəndə fizika təlimində yeni informasiya texnologiyaları vasitələrindən (YİTV) istifadənin vəziyyətinin üç mərhələsi və yeri müəyyənləşdirilmiş, YİTV –in təhsildə tətbiqinin iki növü verilmişdir. tədrisi prosesinin idarə olunması ,müəllim əməyinin elmi təşkili və pedaqoji tədqiqatların effektivliyinin yüksəldilməsində EHM-in rolu qeyd edilmiş, onun tətbiqi yolları, çox mürəkkəb cihazlar göstərilmişdi. Fizikanın tədrisi prosesində fənnə daxil olan nəzəriyyələrin izahında, fundamental təcrübələrin mahiyyətin açılmasında gətirilməsi mümkün olmayan təcrübələrin nümayişində və s. xüsusən də mürəkkəb cihazların tələb edən eksperimentlərin aparılmasında müəllim fərdi kompüterlərdən istifadə edə bilər. Fiziki proseslərdə mikroaləmin öyrənilməsində meydana çıxan formalizmi aradan qaldırmaq, idraki fəaliyyəti artırmaq daha mürəkkəbnümayiş eksperimentlərin komitasiya modeli ilə əvəz olunması üçün kompüter nümayiş proqramları xüsusi əhəmiyyət kəsb edir (İsmayılov İ., Bakı: 2008, 140-170). Fizikanın tədrisində YİTV-nin tətbiqi ilə məsələ həllində yüksək əyanilik hesabına məsələnin mahiyyətinin asan başa düşülməsi, həllin modellərlə həyata keçirilməsi, mürəkkəb hesablamaların avtomatik yerinə yetirilməsi, şagirdlərin müstəqil alqoritm və sadə proqramlar tərtib etmək bacarıq və vərdişlərinə

şagirdlərin fənnə, mövzuları öyrənməyə maraqlarını artırır və tədrisin keyfiyyətini yüksəldir.



Şəkil 2.

- İlk öncə məktəblər yeni kompüterlər və audiovizual vasitələrlə təmin olunmalı;
- Fizika dərslərində audiovizual sistemlərin istifadəsinə diqqət artırılmalı;
- Kompüterlərdən istifadəni yaxşılaşdırmaq məqsədilə müəllimlər xüsusi kurslaracəlb olunmalı;
- Məktəb rəhbərliyi dərslərdə audiovizual sistemlərdən istifadəyə nəzarət etməlidir.

Kompüter texnologiyalarının multimediya imkanlarının fizika tədrisində düzgün istifadəsi, informasiyanın bir neçə kanalından eyni vaxtda istifadə etməyə imkan verir. Şagird təlim materialını həm görür, həm eşidir, həm fəal surətdə materialın mənimsənilməsinə cəlb edilir (öyrənmə, nəzarət, korreksiya). Bu amillər şagirdlərin təfəkkür fəallığının yüksəlməsinə səbəb olur.

ƏDƏBİYYAT

1. Mərdanov M. Azərbaycan təhsili islahat yollarında problemlər, vəzifələr. Bakı: 2001
2. Mehrafov A. Azərbaycan təhsilinin müasir problemləri. Bakı: Mütərcim, 2008, 447 səh.
3. Məmmədov Ə.M. Tədris prosesində hesablama texnikasından istifadə edilməsi: Dərs vəsaiti, Bakı: 1989, 106 s.
4. Тихонов В.А., Райх В.В. – Информационная безопасность: концептуальные, правовые, организационные и технические аспекты. М.:2006 г
5. Audiovizual tədris sistemləri və onlardan istifadə qaydaları. Bakı: Çarşoğlu, 2006, 16 səh.
6. Каймин В.А. – Информатика и дистанционное обучение. – Материалы седьмой международной конференции. М.: 1999
7. Глаголев В.В – Оболочка дистанционного обучения и контроля в средеинтернет/интранет. М.: 1999
8. Murquzov M.İ., Abdurazaqov R.R. Yeni nəsill multimedia dərsləri. Elektrodinamika. III hissə, Bakı: Baknəşr, 2007
9. Сивергин М. Ю. – Телевизионные образовательные технологии. Ж-л “Дистанционное образование”. 2001.
10. Белянин М. Д. – Успехи и проблемы ИКТ – индустрии. Ж-л “Сети и связь”, №3, 200410
11. Сəfərov S.A., Hacıyeva B.X. Fizikadan laboratoriya məşğələlərində yeni informasiya texnologiyalarından istifadə metodikasının ümumi məsələləri. Elmi Əsərlər. Naxçıvan Müəllimlər

İnstitutu. 2021. N-2(64), səhifə 109-113

12.İsmayılov İ. Fizikanın tədrisində yeni informasiya texnologiyalarından istifadə (Laboratoriya praktikumu). Bakı: 2008, 170 səh.

SUMMARY

Seyfaddin Jafarov

Aygul Rzayev

THE ROLE OF SATELLITE COMMUNICATION IN PHYSICS TEACHING PROCESSES

The study examines the possibilities of using satellite communications in education in the implementation of e-learning. The research analyzes the functional characteristics of satellite communications in the implementation of distance education. The development of the use of NITplementation of NIT; Virtually all countries are actively developing computer training technologies. The first experiments with the use of computers in the training process date back to the early 60's. First, the first software training tools were created in the form of automated training courses (ATC), and then in the form of automated training systems (ATS), which implement programmed forms of training. Computer learning technology is a learning technology based on the principles of informatics and implemented through the computer. Examples of the implementation of physics teaching with the help of electronic textbooks and the Internet are given in the active learning method. In modern times, there are many computer programs designed to improve and enhance the learning process.

***Key words:** education technology, computer aided education system, computer, Physics, The satellite*

РЕЗЮМЕ

Сейфаддин Джафаров

Айгуль Рзаева

РОЛЬ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

В исследовании рассматриваются возможности использования спутниковой связи в образовании при внедрении электронного обучения. В исследовании анализируются функциональные характеристики спутниковой связи при внедрении дистанционного обучения. Развитие использования СНИТ в республиканской системе образования идет по трем направлениям: 1) внедрение компьютеризации в городских школах; 2) определение существующей инфраструктуры для применения и интенсивного использования СНИТ в средних школах; 3) определение существующей инфраструктуры для внедрения модернизированного образовательного программного обеспечения и массового внедрения новых технологий на основе внедрения СНИТ; Практически во всех странах активно развиваются компьютерные технологии обучения. Первые эксперименты с использованием компьютеров в тренировочном процессе относятся к началу 60-х годов. Сначала были созданы первые программные средства обучения в виде автоматизированных учебных курсов (АУК), а затем в виде автоматизированных систем обучения (АСО), реализующих программные формы обучения. Компьютерная технология обучения - это технология обучения, основанная на принципах информатики и реализуемая через компьютер. Приведены примеры реализации обучения физике с помощью электронных учебников и Интернета в методе активного обучения. В наше время существует множество компьютерных программ, предназначенных для улучшения и улучшения процесса обучения.

***Ключевые слова:** технологии обучения, автоматизированная система обучения, компьютер, физика, спутник*

ZƏFƏR QƏDİRÖĞLÜ
İSMİXAN NƏSİBOV
AMEA Fizika İnstitutu

Cu İLƏ LEGİRƏ OLUNMUŞ CdIn₂S₄ MONOKRİSTALLARINDA FOTOKEÇİRİCİLİYİN OPTİK SÖNDÜRÜLMƏSİ

Cu ilə legirə olunmuş CdIn₂S₄ monokristallarında fotocərəyanın optik üsulla söndürülməsi, fotocərəyanın relaksasiyası, termostimulə edilmiş cərəyan və qaranlıqdakı cərəyanın temperaturdan asılılığı öyrənilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, Cu ilə legirə olunmuş CdIn₂S₄ kristalları 0.62÷3.0eV enerji intervalında ftohəssaslığa malikdir. Ftohəssaslıq mərkəzlərinin ionlaşma enerjisi ($E_{vr}^0 = 86eV$) və yapışma səviyyəsinin enerjisi ($E_t = 0.17eV$) müəyyən olunmuşdur. Alınan nəticələr üçsəviyyəli rekombinasiya modeli çərçivəsində (r-və s-rekombinasiya və t-yapışma səviyyələri) izah edilmişdir.

Açar sözlər: *fotoelektrik xassələri, fotocərəyanın optik söndürülməsi, termostimulə edilmiş cərəyan, lokal səviyyələr, rekombinasiya mərkəzləri, ftohəssaslıq mərkəzləri, anistruktur defektlər*

Giriş

CdIn₂S₄ üçqat birləşməsi $A^2B_2^3C_4^6$ tipalmazabənzər yarımkəçirici birləşmələr sinfinə aiddir. CdIn₂S₄ spektrin görünən hissəsində yüksək ftohəssaslığa və parlaq fotoluminessensiyaya malikdir. Bu yarımkəçiriciyə maraq onun günəş elementi, fotokatalitik material, fotodetektor, işıq şüalandıran diod, rentgen şüalanması detektoru və s. kimi tətbiq oluna bilməsi imkanı ilə əlaqədardır [1-18]. Göstərilən xassələr CdIn₂S₄ üçqat birləşməsinin optoelektron cihazlarda istifadəsini şərtləndirir, generasiya və rekombinasiya proseslərinin mexanizmini tədqiq etməyi tələb edir.

CdIn₂S₄ birləşməsi fotoelektrik parametrlərini aşqarlama və homogenlik oblastında ayrı-ayrı komponentlər üzrə artırmaqla CdIn₂S₄ birləşməsinin xüsusi müqavimətini və ftohəssaslığını geniş diapazonda dəyişdirmək mümkündür. CdIn₂S₄ monokristallarının kristal quruluşunun kation altqəfəsində bir-birinə nəzərən nizamlı düzülüşü iki növ atom stexiometriyadan bir az kənara çəxmaqla geniş diapazonda dəyişdirilməsi mümkün olan bərk cisimlər qrupuna aiddir. Məlumdur ki, Cu, Ag və ya Au aşqarı daxil etməklə, habelə tərkibindəki kükürdün miqdarını artırmaqla CdIn₂S₄ birləşməsinin xüsusi müqavimətini və ftohəssaslığını geniş diapazonda dəyişdirmək mümkündür.

CdIn₂S₄ monokristallarının kristal quruluşunun kation altqəfəsində bir-birinə nəzərən nizamlı düzülüşü iki növ atom vardır. Bu zaman kationların qarşılıqlı əvəzlənməsi ilə şərtlənən antistruktur defektlərinin (Cd_{in} и In_{Cd}), kadmium və kükürd vakansiyalarının (V_{Cd} və V_S), düyünlərarası kadmium (Cd_{int}) və düyünlərarası kükürd (V_{int}) atomları kimi defektlərin, habelə bu nöqtəvi defektlərin komplekslərinin yaranması mümkündür. Bu faktorlar yarımkəçirici birləşmənin qadağan olunmuş zonasındakı lokal səviyyələrin bolluğuna və tarazlıqda olmayan fotoelektron proseslərin xüsusiyyətlərinin müxtəlifliliyinə gətirib çıxarır. Amma CdIn₂S₄ birləşməsinin qadağan olunmuş zonasındakı lokal səviyyələrin enerji spektri, generasiya və rekombinasiyaya proseslərinin mexanizmi hələ kifayət qədər öyrənilməmişdir.

Təqdim olunan işdə məqsədimiz Cu ilə legirə edilmiş CdIn₂S₄ (1 mol CdIn₂S_{4,01}-ə 0,002 mol Cu daxil edilmişdir) birləşməsinin qadağan olunmuş zonasındakı lokal səviyyələrin enerji spektrini, defektlərin və aşqar atomlarının ftohəssaslıq mərkəzlərinin formalaşmasındakı və generasiya-rekombinasiya proseslərindəki rolunu öyrənməkdir. Bu məqsədlə Cu ilə legirə edilmiş CdIn₂S₄ monokristallarının elektrik və fotoelektrik xassələri tədqiq olunmuşdur. Fotocərəyanın optik üsulla söndürülməsinin spektral paylanması, optik üsulla söndürmənin kinetikasi, fotokeçiriciliyin spektral paylanması, qaranlıqdakı cərəyanın, fotocərəyanın və termostimulə edilmiş cərəyanın temperaturdan asılılığı öyrənilmişdir. Bu təcrübələr nisbətən sadə üsulla qadağan olunmuş zonadakı lokal səviyyələri aşkar etməyə və onların parametrlərini təyin etməyə imkan verir.

Birləşmənin sintezi və nümunələrin hazırlanması

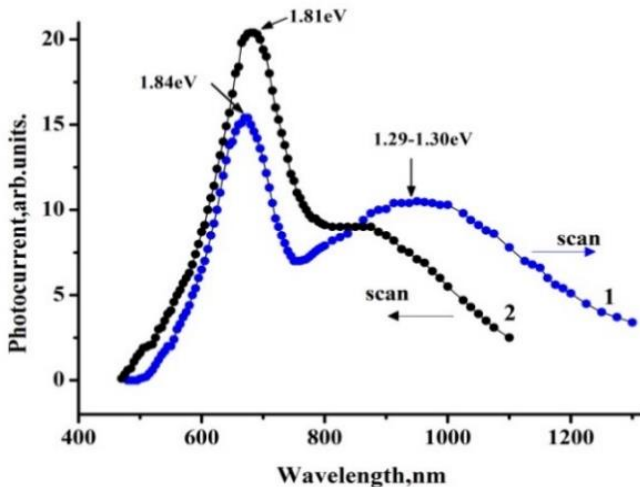
CdIn_2S_4 birləşməsinin polikristalları yüksək təmizlik dərəcəsinə malik ilkin elementlərin (99.999%-dən yüksək təmizlikdə) kvarts ampula içərisində, vakuumda sintezi nəticəsində alınmışdır. Sintezdən alınmış məhsul monokristalların göyərdilməsində istifadə edilmişdir. Monokristallar əridilmiş məhluldan istiqamətlənmiş kristallaşma üsulu ilə alınmışdır. Rentgen tədqiqatları göstərir ki, CdIn_2S_4 kubik şpinel strukturunda (O_h^7 - Fd3m fəza qrupu) kristallaşır ($a=10.78\text{\AA}$). Nümunələrin qaranlıqdakı xüsusi müqaviməti $10^6\div 10^8\text{Om.cm}$ aralığında dəyişir. $T=300\text{K}$ temperaturda və 200Lüks işıqlanmada nümunələrin qaranlıqdakı və işıqdakı müqavimətlərinin nisbəti $10^2\div 10^5$ -ə bərabərdir.

CdIn_2S_4 monokristalları n-tip keçiriciliyə malikdir. Cu ilə legirə edildikdə CdIn_2S_4 birləşməsinin rəngi açıq qırmızıdan qaraya dəyişir. Cu aşqarı keçiriciliyin tipini dəyişdirmir. Ölçmələri aparmaq üçün nümunələr paralel üzvlü lövhə şəklində hazırlanmışdır. Omik kontaktın alınması üçün kristallik indiumdan istifadə edilmişdir. Nümunələrə tətbiq olunan elektrik sahəsinin intensivliyi 20V/cm -dən böyük olmamışdır. İntensivliyin bu qiymətlərində volt-ampere xarakteristikası xəttidir və həcmi yüklərlə əlaqəli cərəyanların yaratdığı effektlərin baş verməsinin qarşısı alınır. Ölçmələri aparmaq üçün nümunə xüsusi kriostatda və 0.1Pa təzyiqdə yerləşdirilmişdir. Termostimulə edilmiş cərəyanın ölçülməsi zamanı nümunələr uzun müddət qaranlıqda saxlanılmış, 110K temperatura qədər qaranlıqda soyudulmuş və bundan sonra məxsusi udma oblastından işıqlandırılmış və elektrik sahəsi tətbiq edilmişdir.

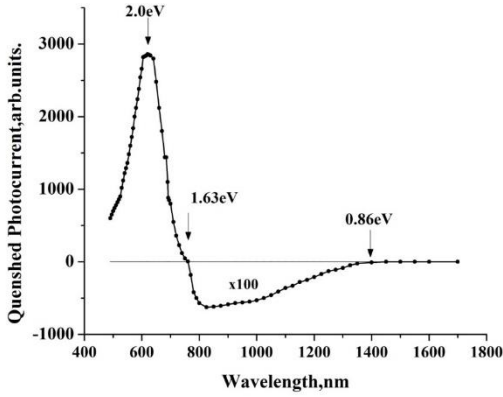
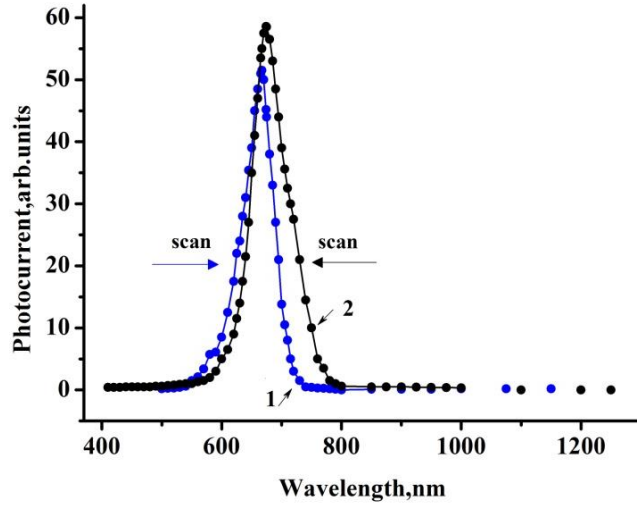
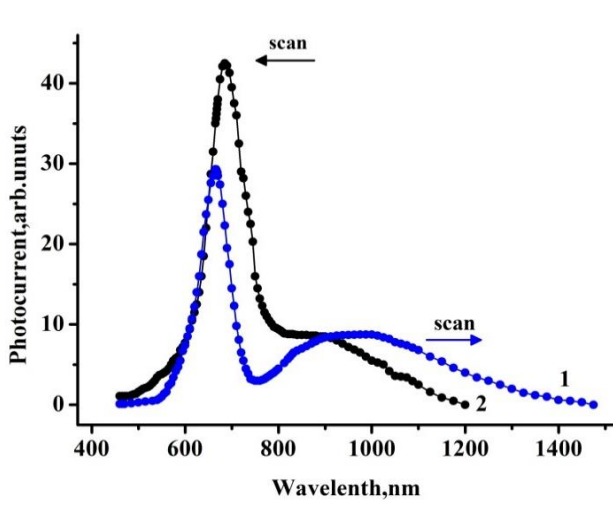
Fotokeçiriciliyin optik üsulla söndürülməsini tədqiq edərkən fon fotocərəyan spektrin məxsusi udma oblastından Sİ-6-300 lampası ilə işıqlandırmaqla, spektral, neytral və su süzgəclərlə yaradılmışdır. Aşqar oblastdan işıqlandırmaq üçün (əlavə həyəcanlandırma SF-4 monoxromatorundan istifadə edilmişdir.

Təcrübədən alınan nəticələr və onların araşdırılması

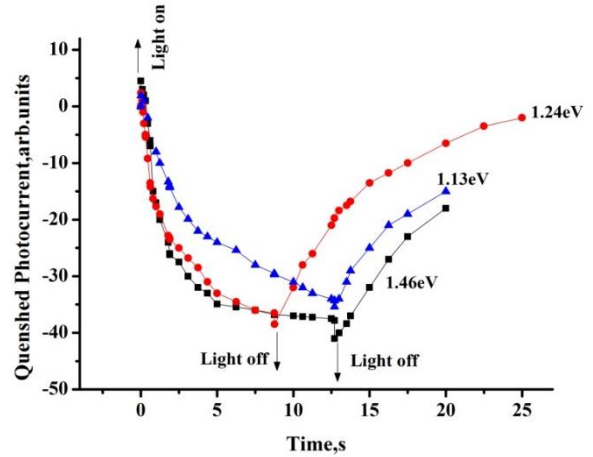
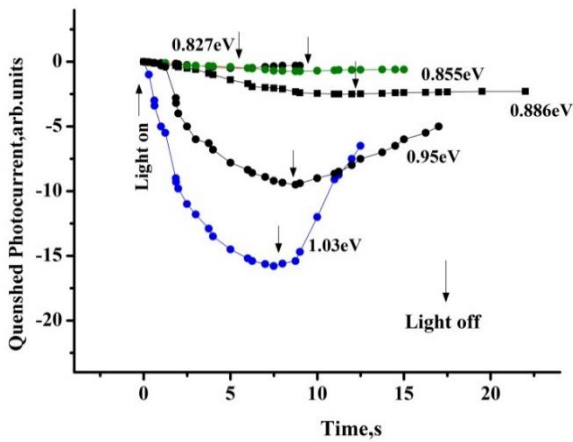
Təcrübələr göstərir ki, Cu ilə legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristalları $0.62\div 3.0\text{eV}$ enerji aralığında fətohəssaslığa malikdir. Şəkil 1-də nümunəni işıqlandıran işığın intensivliyinin fərqli qiymətlərində (yuxarıdakı şəkildə $I_1=I_0$; ortadakı şəkildə $I_2=4I_0$; aşağıdakı şəkildə $I_3=10I_0$) və dalğa uzunluğunun skanirə edilməsinin müxtəlif istiqamətlərində (kiçik dalğa uzunluğundan böyük dalğa uzunluğuna 1 və əksinə 2) Cu ilə legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristallarının fotokeçiriciliyinin spektral paylanması ($T=300\text{K}$)



Şəkil 1. İşıqlandırmanın intensivliyinin fərqli qiymətlərində (yuxarıdakı şəkildə $I_1=I_0$; ortadakı şəkildə $I_2=4I_0$; aşağıdakı şəkildə $I_3=10I_0$) və dalğa uzunluğunun skanirə edilməsinin müxtəlif istiqamətlərində (kiçik dalğa uzunluğundan böyük dalğa uzunluğuna 1 və əksinə 2) Cu ilə legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristallarının fotokeçiriciliyinin spektral paylanması ($T=300\text{K}$)



və dalğa uzunluğunun skanirə edilməsinin müxtəlif istiqamətlərində (kiçik dalğa uzunluğundan böyük dalğa uzunluğuna 1 və əksinə 2) Cu ilə legirə edilmiş $CdIn_2S_4$ monokristallarının fotokeçiriciliyinin spektral paylanması ($T=300K$) təsvir edilmişdir. Göründüyü kimi,

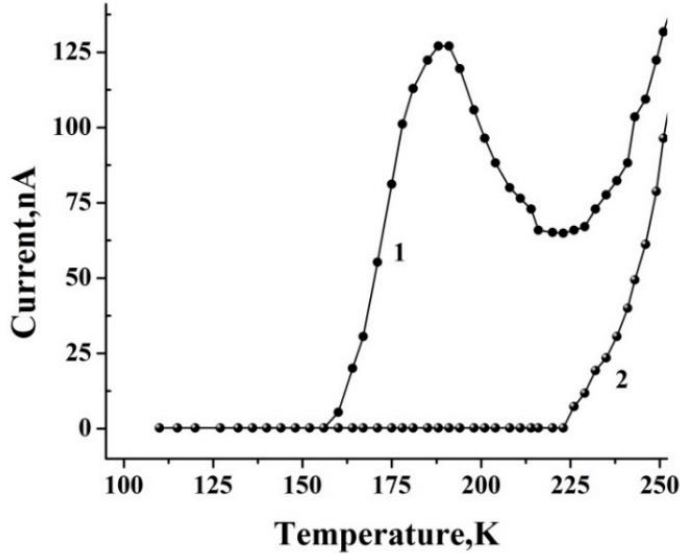


Şəkil 2. Cu ilə legirə edilmiş monokristallarında $CdIn_2S_4$ fotocərəyanının optik söndürülməsinin spektral paylanması ($T=100K$)

Şəkil 3. Cu ilə legirə edilmiş $CdIn_2S_4$ monokristallarında fotocərəyanının optik söndürülməsinin keçid əvriyələri ($T=110K$)

Fotokeçiricilik spektrinin iki maksimumu var. Birinci maksimum itidir və onun yerləşməsi dalğa uzunluğunun skanirə edilməsinin istiqamətindən asılıdır. Bu maksimum kiçik dalğa uzunluğundan böyük dalğa uzunluğuna skanirə edəndə 1.84 eV, əksinə skanirə edəndə 1.81 eV enerjisində uyğun gəlir. (1,29-1,30) eV enerjisində uyğun gələn ikinci maksimum nisbətən genişdir. Işıq intensivliyini artırıdığımızda bu maksimum birinci maksimumla müqayisədə kiçilir və daha böyük intensivlikdə müşahidə olunur.

Şəkil 2-də Cu ilə legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristallarında fotocərəyanın optik söndürülməsinin spektral paylanması təsvir edilmişdir ($T=110\text{K}$). Optik söndürmə spektrinin qırmızı sərhəddinə görə fotohəssaslıq səviyyələrinin valent zonanın zirvəsindən hesablanan optik enerjisi müəyyən edilmişdir: $E_{\text{vr}}^0 = 0.86\text{eV}$. Şəkildən görüldüyü kimi, optik söndürmə spektrin geniş oblastında $0.86\div 1.63\text{eV}$ baş verir.

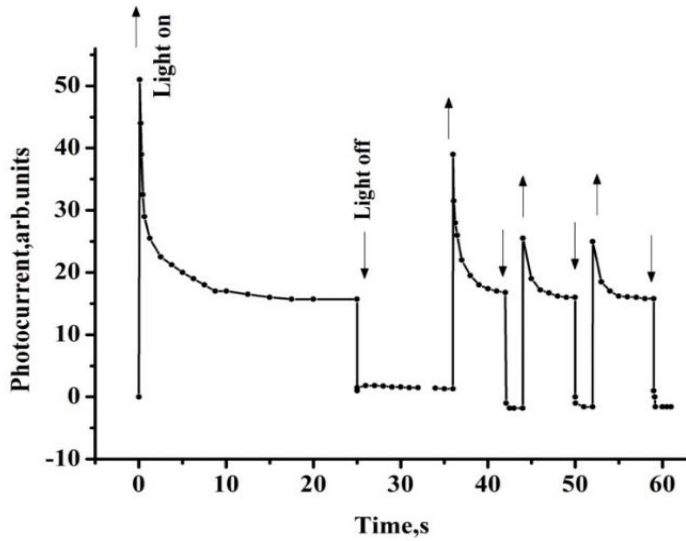


Şəkil 4. Cu ilə legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristallarında termostimulə edilmiş cərəyanın (1) və qaranlıqdakı cərəyanın (2) temperaturdan asılılığı

Şəkil3-də Cu ilə a legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristallarında fotocərəyanın optik söndürülməsinin keçid əyriyələri ($T=110\text{K}$) verilmişdir. Fotocərəyanın optik söndürməsinin kinetikasının tədqiqi göstərir ki, fotonun enerjisinin $0.86\div 1.06\text{eV}$ qiymətlərində yalnız fotocərəyanın söndürülməsi müşahidə olunur. Bu o deməkdir ki, fotonun enerjisinin bu qiymətlərində elektronlar valent zonadan fotohəssaslıq mərkəzlərinə, deşiklər isə fotohəssaslıq mərkəzlərindən azad olaraq valent zonaya keçirlər. Bu isə öz növbəsində fotohəssaslıq mərkəzlərindən rekombinasuiya edən elektronların sayının azalmasına və sürətli s-rekombinasiya mərkəzlərindən rekombinasiyanın intesivləşməsinə gətirib çıxarır. Nəticədə keçirici zonadakı elektronların yaşama müddəti və konsentrasiyası azalır. Fotonun enerjisinin $1.2\div 1.63\text{eV}$ qiymətlərində fotocərəyanın əvvəlcə generasiyası, sonra isə sönməsi müşahidə olunur. Yəni işıq dalğası elektronları lokal səviyyədə qadağan olunmuş zonaya keçirərək fotocərəyanı artırır və eyni zamanda deşikləri fotohəssaslıq mərkəzlərindən valent zonaya keçirərək fotocərəyanı azaldır. Amma baxılan enerji oblastında fotocərəyanın sönməsi fotocərəyanın generasiyasını üstələyir. Fotocərəyanın generasiyasının uzundalğalı kənarına görə lokal səviyyənin aktivləşmə enerjisi $E_c-1.06\text{eV}$ müəyyən edilmişdir.

Şəkil4-də Cu ilə legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristallarında TSC-nin (1) və qaranlıqdakı cərəyanın (2) temperaturdan asılılıqları təsvir edilmişdir. TSC nümunə 110K temperaturda $\lambda=640\text{nm}$ dalğa uzunluqlu monoxromatik işıqla işıqlandırıldıqdan sonra ölçülmüşdür. Təcrübələr göstərir ki, TSC-nin maksimumuna uyğun temperatur T_{max} işıqlandırma müddətindən asılı deyil T_{max} -un nümunənin işıqlandırma müddətindən, yəni yapışma səviyyələrinin dolma dərəcəsindən asılı olmaması aşkar olunan yapışma səviyyələrinin yavaş tipli olmasının nəticəsidir. Bu fakt yapışma səviyyələrinin dərinliyini aşağıdakı düsturla hesablamağa imkan verir. Yapışma səviyyələrinin dərinliyi üçün $E_t = 0.17\text{eV}$ qiyməti alınmışdır.

Cu ilə legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristallarında qaranlıqdakı cərəyanın temperaturdan asılılığı $110\div 300\text{K}$ temperatur intervalında ölçülmüşdür. $110\div 225\text{K}$ temperatur intervalında qaranlıqdakı elektrik cərəyanının artması müşahidə olunur. Bu fakt mislə aşqaralama nəticəsində akseptor mərkəzlərinin konsentrasiyasının artması ilə izah olunur. Birvalentli mis atomları CdIn_2S_4 birləşməsinin kristal qəfəsində ikivalentli kadmium atomlarının yerini tutaraq (Cu_{Cd}) akseptor mərkəzləri yaradırlar. Akseptor mərkəzlərinin konsentrasiyasının artması



Şəkil5. $\lambda=700\text{nm}$ dalğa uzunluqlu işıqla ardıcıl işəqləndirmə zamanı fotocərəyanın relaksasiyası ($T=300\text{K}$)

hesabına, daha dayazda yerləşmiş donor səviyyələri “neytrallaşdırılır” və elektrik cəhətdən daha dərinə yerləşən donor səviyyələri aktivləşirlər. Yəni termodinamik tarazlıq zamanı akseptor mərkəzlər kristalda olan donor mərkəzləri hesabına kompensə olunurlar. Bu isə öz növbəsində Fermi səviyyəsini qadagan olunmuş zonanın ortasına tərəf sürüşdürür və nəticədə qaranlıqdakı elektrik cərəyanı daha yüksək temperaturalarda aktivləşməyə başlayır. Güman ki, fotocərəyanın spektral paylanmasındakı (1,29-1,30) eV enerjisinə uyğun gələn ikinci maksimum kiçik dalğa uzunluğundan böyük dalğa uzunluğuna skanirə edən zaman bu səviyyələrin elektronlarla dolmasının nəticəsində yaranır.

Şəkil5-də $\lambda=700\text{nm}$ dalğa uzunluqlu işıqla ardıcıl işəqləndirmə zamanı fotocərəyanın relaksasiyası ($T=300\text{K}$) təsvir edilmişdir. Bu göstərir ki, Cu ilə legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristallarında II növ uzunmüddətli relaksasiya, başqa cür desək, “fotoelektrik yorğunluğu” müşahidə olunur. İşıqlandırmanın ilk saniyələrində fotocərəyan maksimum qiymətə çatır, sonra isə işıqlandırma prosesində fəthəssaslıq azalır. İntensiv işıqlandırma nəticəsində fotocərəyan bir neçə tərtib azalaraq qaranlıqdakı qiymətə yaxın qiymətə qədər azala bilər.

Nəticə

Cu ilə legirə edilmə nəticəsində CdIn_2S_4 monokristallarında fəthəssaslıq mərkəzləri dəyişikliyə uğrayır. Belə ki, legirə edilməmiş CdIn_2S_4 monokristallarında fəthəssaslıq mərkəzlərinin (r-mərkəzlərinin) valent zonadan olan enerji uzaqlığı $E_{vr}^0=0,73\text{eV}$ -a bərabərdir. Amma Cu ilə legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristallarında fəthəssaslıq mərkəzlərinin valent zonadan enerji uzaqlığı üçün $E_{vr}^0=0,86\text{eV}$ qiymətini alır. Hesab edirik ki, r-mərkəzlərin enerji uzaqlığının dəyişməsi kristal qəfəsdə Cu_{Cd} antistructur defektlərinin yaranması ilə əlaqədardır. Cu^+ və Cd^{2+} ionlarının radiusları çox yaxındır: $R(\text{Cd}^{2+})=0,97\text{Å}$ и $R(\text{Cu}^+)=0,96\text{Å}$. Buna görə də Cu atomlarının kristal qəfəsdə Cd atomlarının yerini tutma ehtimalı çox böyükdür. Yəni, kadmium vakansiyaları (V_{Cd}) mis Cu atomları ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq Cu_{Cd} defektini əmələ gətirirlər. Nəticədə, yaranmış Cu_{Cd} defektləri r fəthəssaslıq mərkəzi rolunu oynayırlar.

Tədqiqatların nəticələri Cu ilə legirə edilmiş CdIn_2S_4 monokristallarında elektron keçidlərini üçsəviyyəli enerji sxemi əsasında (qadağan olunmuş zonada yerləşən r-yavaş və s-sürətli rekombinasiya və t-yapışma səviyyələri) izah etməyə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Д.Т.Гусейнов, Т.Г.Керимова, Зафар Кадыроғлы. *Эффекты обусловленные отталкивающим барьером в соединении CdIn₂S₄*. ФТП, **30** (1996) 974-979.
2. E.Grilli, M.Guzzi, P.Cappeleti and A.V.Moskalonov. *Photoluminescence of CdIn₂S₄ single crystals. Recombination process and localized levels*. Phys.St. Sol.(a), **59** (1980) 755-765.
3. Z.Кадироғлы, Т.Г.Керимова. *Photoelectronic and electrical properties of CdIn₂S₄ single crystals*. Defects in Semiconductors ISDS-25, Book of abstracts, St Peterburg, Russia, (2009) 310-311.
4. Zəfər Qədiroғлы,Т.Н.Кərimova. *CdIn₂S₄<Cu> monokristallarının elektrik və fotoelektrik xassələri*.Azerbaijan Journal of Physics,**XIX**,2 (2013)39-43.
5. Зафар Кадыроғлы,Гусейнов Д.Т., Керимова Т.Г., Алиев М.А. *Фоточувствительная структура на основе соединения CdIn₂S₄*. Fizika, **14**, №3 (2008) 78-80.
6. Зафар Кадыроғлы, Т.Г.Керимова,Р.А.Гулиев,М.А.Алиев. *Электрические и фотоэлектрические свойства легированного примесью Fe*.Transactions of National Academy of Science of Azerbaijan, series of physics-mathematical and technical sciences, Physics and Astronomy,**XXXII**, №2(2012)36-41.
7. Г.Б.Абдуллаев, Г.Л.Беленький, Л.С.Ларионкина, Р.Х.Нани, Э.Ю.Салаев. *Об эффекте световой памяти в кристаллах CdIn₂S₄*. ФТП, **7** (1973) 821-822.
8. З.Кадыроғлы,Т.Г.Керимова,Д.Т.Гусейнов. *Влияние центров окруженных отталкивающим барьером на неравновесные процессы в CdIn₂S₄*.-Труды международной конференции «Fizika –2005»,Баку, Элм (2005)849-852.
9. С.Н.Мустафаева,М.М.Асадов,Д.Т.Гусейнов.*Рентгенодозиметрические характеристики монокристаллов CdIn₂S₄<Cu>*. Журнал технической физики,**81**,№1(2011)144-147.
10. J.H.Kwang. *Growth and optoelectrical properties of CdIn₂S₄ epilayers by hot wall epitaxy*. Journal of Ceramic Processing Research, **6**, №3 (2005) 201-204.
11. Alaa.A.Al-jubory.*Structural and optical properties of CdIn₂S₄:Cu thin film prepared by shemical spray pyrolysis*.J.of university of anbar for pure science,**6**, №3 (2012).
12. Y.Li, R.Dellert,D.Bahnemann. *Preparation of porous CdIn₂S₄ photocatalyst films by hydrothermal crystal growth at solid/liquid/gas intervaces*. Thin Solid Films, **516** (2008)4388-4392.
13. R.R.Sawant,K.Y.Rajpure, C.H.Bhosale. *Determination of CdIn₂S₄ semiconductor parameters by (photo)electrochemical technique*. Physica B, **393**(2007)249-254.
14. A.V.Kokate,M.R.Asabe,S.B.Shelake,P.P.Hankare,B.K.,Chougule. *Structural,optical and electrical studies on pulse electrodeposited CdIn₂S₄ thin films*.Physica B,**390**(2007)84-90.
15. Wanjun Wang, Tsz Wai Ng,Wing Kue Ho,Jianhui Huang,Shijing Liang,Taicheng An, Guiying Li, Jimmy C Yu, Po Keung Wong.*CdIn₂S₄ microsphere as an efficient visible–light–driven photocatalyst for bacterial inactivation: Synthesis,characterizations and photocatalytic inactivation mechanisms*. Applied Catalysis B:Environmental **129**(2013)482-490.
16. Ji-Peng Song, Peng-Fei Yin,JinyMao,Shi-Zhang Qiao and Xi-Wen Du.*Catalytically active and chemically inert CdIn₂S₄ coating on a CdS photoanode for efficient and stable water splitting*. Nanoscale, **9**,19(2017)6296-6301.
17. Xiao Shao,Wei-Yie Xin, Xiao-ong Yin and Shuai-Hua Ma.*Composite photocatalyst CdIn₂S₄-In(OH)₃ reducing carbon dioxide to methyl formate*.Advanced Materials, Technology and Application (2016)121-127.
18. L.K.Dhandole,M.A.Mahadik,H-S Chung,W.S.Chae,J.S.Jang.*CdIn₂S₄ chalcogenide/TiO₂ nanorod heterostructured photoanode : An advanced material for photoelectrochemical applications*. Applied Surface Science,**490**,1 October(2019)18-19.

SUMMARY

**Zafar Kadiroğlu
Ismixan Nasibov**

**OPTICAL QUENSHING OF THE PHOTOCURRENT IN SINGLE GRYSTALS
CdIn₂S₄ DOPED Cu**

The optical quenching of the photocurrent, the relaxation of the photocurrent, the thermally stimulated current, and the temperature dependence of the dark current in Cu-doped CdIn₂S₄ single crystals has been studied. It has been determined that Cu-doped CdIn₂S₄ crystals have photosensitivity in the energy range 0.62 ÷ 3.00 eV. The ionization energy of photosensitivity centers ($E_{\nu}^{\circ}=0.86\text{eV}$) and the attachment energy ($E_t=0.17\text{eV}$) were determined. The results were explained in terms of a three-level recombination model (levels of r- and s-recombination and t-trap).

Key words: *photoelectric properties, optical quenching of photocurrent, thermally stimulated current, local levels, recombination centers, photosensitivity centers, structural defects.*

РЕЗЮМЕ

**Зафар Кадыроғлы
Исмихан Насибов**

**ОПТИЧЕСКОЕ ГАШЕНИЯ ФОТОТОКА В МОНОКРИСТАЛЛАХ
CdIn₂S₄ ЛЕГИРОВАННЫХ Cu**

Изучено оптическое гашение фототока, релаксация фототока, термостимулированный ток и температурная зависимость темнового тока в монокристаллах CdIn₂S₄, легированных Cu. Определено, что кристаллы CdIn₂S₄ легированные Cu обладают фоточувствительностью в диапазоне энергий 0.62÷3.00эВ. Определены энергия ионизации центров фоточувствительности ($E_{\nu}^{\circ}=86$ эВ) и энергия прилипания ($E_t=0.17\text{eV}$ эВ). Результаты были объяснены в рамках трехуровневой модели рекомбинации (уровни r- и s-рекомбинации и t-прилипания).

Ключевые слова: *фотоэлектрические свойства, оптическое гашение фототока, термостимулированный ток, локальные уровни, центры рекомбинации, центры фоточувствительности, структурные дефекты.*

ASTROLOJİ SİMVOLİZMDƏ İDEYA-MƏZMUN VƏ MƏNƏVİ-ƏXLAQİ AXTARIŞLAR

Məqalədə astroloji simvolizmdə ideya-məzmun və mənəvi-əxlaqi axtarışlar tədqiq və təhlil obyektinə çevrilmişdir. Qeyd olunur ki, mifologiyadan kainata baxış mifoloji inamların vasitəsilə öz əksini tapmışdır. O da göstərilir ki, kosmoloji miflərdə zaman və məkan varlığın yaradıcıları kimi təqdim olunur. Kosmoloji mifologiyaya keçiddə, hər şeydən öncə, kosmik mifologiyanın – yəni başımız üzərində dayanan ulduzlu səmanın yeganə mənbə olduğunu görə bilərik. Məqalədə, həmçinin kosmoloji miflərin yazılı mədəniyyət nümunələrində necə əksini tapması müqayisəli şəkildə araşdırılmışdır.

Açar sözlər: astroloji simvolizmlər, kosmoloji miflər, mifoloji inamlar, kainata baxış, mənəvi-əxlaqi axtarışlar.

Mifologiya öz tarixi inkişaf prosesində mifoloji şüurun çoxsaylı mərhələlərindən keçmişdir: animizm, fetişizm, totemizm, antropomorfizm, şamanizm və s. Bu cərəyanlar qədim əcdadlarımızın inanc sisteminin xüsusi mərhələləri olmuşdur. Məqalədə, həmçinin astronomiyada miflərdən istifadə məsələlərini təhlil edərkən mifologiyanın iştirakının hansı şərtlərdən asılı olduğu da müəyyənləşdirilmişdir. Burada mifologiyanın tarixi inkişaf mərhələlərindən keçərək tam sabitləşənə qədər neçə minilliklər ərzində ibtidai şüura hakim olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

Müasir sosial antropologiya etiraf edir ki, bütün bəşəriyyət üçün təsnifat modeli – təsnifatda anadangəlmə olaraq bacarıqlar vardır ki, bunsuz fərdin məkan-zaman və sosiomədəni fərqləri qəbul edilə bilməzdi. Qərb antropoloqu C.Overinq bununla bağlı aşağıdakı nəticələrə gəlmişlər: “Müxtəlif insanlar arasında nə qədər ki, eyni kateqoriyalar yaranır, bizdə yalnız bu təsnifatın insan qavrayışının əsasında oturan hansısa ümumi prinsipləri təsnifatı əks olunur” [1, s. 38]. Əslində, sistemləşmə anadangəlmə idraki bacarığa xasdır. Baxmayaraq ki, təsnifat modelləri ayrı-ayrı fərdi təcrübənin qarşılıqlı əlaqələri, lingvistik forma, mədəni ənənə, sosial kontekst və həyat şəraitləri əsasında ortaya çıxır. Bu tədqiqatçı üçün təsnifat funksiyası sosial-mədəni dövrdə yox, insan bədənində (onun ritmlərində, psixosomatikasında və konstitusiyasında) gizlənmişdir. Belə yanaşma psixoanalitikliklə birləşməklə bizi E.Kassirenin baxışlarına yaxınlaşdırır. Onun fikrincə, mifoloji kainatın vahid, yeganə struktur modeli insan bədəninin quruluşuna aparıb çıxara bilər [2, s. 104-105].

Simvolik formaların elmi yaradıcıları üçün mifin və ya əfsanənin məkanı tamamilə struktur məkan kimi göz önündə dayanır. Belə struktur məkanda onun bütün elementlərinin əlaqələrini fərqləndirmək olar. Bu, qeyri-iradi olaraq dində, incəsənətdə, dildə və elmi düşüncədə özünə mütləq yer tutur. Mifik məkanın quruluşunda o elə bir yeganə struktur ortaya çıxarır ki, onun da əsasında bütün kainatın modeli qurulur. “Bütün hadisələri bütün varlığı ümumi məkan qaydalarına tabe etdirmək cəhdi-ümumiyyəti: müvəqqəti qaydaya tabe etdirməklə öz mükəmməl təcəssümünə çatır... burada dünyanın mənzərəsinin artdığı struktur əks olunur; baxmayaraq ki, onun sözün əsl mənasında kökləri daha uzaqlara – mifoloji şüurun ibtidai təbəqəsinə gedib çıxır” [2, s. 85] və onlar dildə özünü bürüzə verir.

Təsdiqlədiyimiz təsnifatın əsasında qoyulmuş dünyanın yaranmasının kosmoqonik modeli Zodiak strukturunda ortaya çıxır. Astroloji simvolizm heç də əvvəl (ilkin) deyil, o, şüurun sonrakı proyeksiyasıdır, daha doğrusu, elm mərhələsində keçidin başlanğıcıdır ki, bu, üç min ilə yaxın davam etmişdir. Mifə gəldikdə isə o, prinsip etibarilə kosmikdir. Y. Meletinskinin sözlərinə görə: “gördüyümüz kimi bir sıra kosmoqoniyalarda dünyanın bir kosmik insan bədənini kimi düşüncəsi üstünlük təşkil edir, buna görə də kainatın yüz fərqli hissəsi: insan vücudunun hissələrinə uyğundur ki, bu da makro və mikro aləmin birliyini nümayiş etdirir” [3, s. 212]. Odur ki, mifoloji obrazların ilk

sistemlərini qədim zodiaklar təklif etmişdi. Bu, təsnifatların vətəni hesab edilən Şumerdə baş vermişdi. Bu təsnifat vərdişlərini, astronomik hesablamaları isə şumerlərdən yunanlar qəbul etmişdir. Artıq e.ə. III minillikdə Günəş dövrləri allahlara – planetlərə qarşı qoyulmuş hissələrə, parçalara bölünmüşdü.

Astrologiyada tarixən xaotik mifoloji rasionallıq (ağıllı) münasibətin, onun Zodiakda qaydaya salınan allahlar və təbiət qüvvələrinə zaman və məkan yerini müəyyənləşdirməklə bağlı cəhd edilmişdir. Keçid mərhələsi kimi mifoloji düşüncə müasir olmaqla onlar arasında körpü kimi xidmət etməklə, həm də elə onun mövqeyindən mifin dərinə tərəf addım atılmışdır. Ənənəvi fərqləndirilən mifoloji obrazlar (tufan yaradan, yeraltı dünya allahı, ilahi ekizlər və s. Burada astral allahları Günəş, Ay və Ulduzlar – Zöhrələr) bütöv şəkildə hər hansı zodiakal mifologiyaya müvafiqdir.

Zodiakın strukturu kosmoqonik fazaların ardıcılığını əks etdiriyindən mifoloji obrazların genezis mərhələləri bəşər dünyasının tarixi mərhələsinin ibtidai quruluşuna müvafiq olmaqla, zodiakal dairə olduqca rahat proyeksiya olunmaqla işarələrin əks ardıcılığını korrelyasiya edir. Daha doğrusu, ən qədim obrazları – böyük ana – Dənizi, yaradıcı – Göyü, elə bir ilkin yaradıcı ki, insanların taleyini onların Yerdə yaşamaq vərdişlərini müəyyənləşdirməklə, həm də zodiakal dairənin sonuna müvafiq olur (Balıqlara, Dolçaya, Oğlağa və s.). Allahlar isə daha yeni arxetipik funksiyalar – sevgi ilahəsi obrazı, yaxud sevgi hissələrinin poetikləşməsinə nümayiş etdirən ideal əsgər, yaxud mənəvi idealların inkişafına – onun əvvəlinə (Buğaya və Qoça) müvafiqdir.

Astronomik analogiyaları presessiya siklində nəzərdən keçirmək olar (gecə-gündüzün nisbətən ekliptik bürcünün qarışdırılma nöqtəsi kimi götürülən); mədəni Misir ənənəsində (I əsrin Dender təqvimində), kosmoqonik inkişafın spiralının Günəşin ekliptik bürc şəklində getməsinə söyləmək olar. Müşahidələr göstərir ki, şüuraltında və düşüncədə yaradıcılığın mifiki ardıcılığını qorunaraq yenidən yaranmaqla qədim tarixin mərhələlərinə müvafiq olmaqla arxetiplərin zodiakal klassifikasiyasını və yaxud təsnifatını özündən asılı edir. Burada birinci yeri C.Kempbell göstərir və buradakı mifiki obrazların ardıcılığı insanın, bəşər övladının inkişafını təkrarlayır. İkinci, bu, insanlarla trans vəziyyətində və arterapiyada gedən psixoloji təcrübə işidir. Bu zaman sarsıntılarının, yaxud şəkil-obrazların daxili mərhələsi şəxsiyyətin dərinədə olan problemlərini ortaya çıxarıb bir-birini ardıcılıqla əvəzləməklə mifoloji obrazların doğuluşu analogi tarixi mərhələlər, mifoloji yaradıcılığın arxetipik fazalarında uyğun zodiakal ardıcılıqla gedir. Sonuncu obraz və simvolların təbii psixoloji və mənəvi təsnifatını ortaya çıxarmaqla bu fazaların simvolik mənasını interpretasiya etməyə imkan verir. Daha doğrusu, konkret insanın, şəxsiyyətin inkişafı, bu mərhələlərin mənasını təsvirinə istiqamətlənməyən psixi prosesin istiqamətini görmək və təbiinin məqsədini dərk etməyə şərait yaradır.

Eramızdan əvvəl IX əsrdə Hindistanda müxtəlif mif və ritualların mühüm psixoloji şərhləri meydana çıxmışdır [4, s. 357]. C.Kempbellin yazdığı kimi, “mifoloji simvollar – özbaşnalıq məhsulu deyil, onları düşüncənin iradəsi ilə araya-ərsəyə gətirmək olmaz, icad da etmək, boğmaq da mümkün deyildir. Onlar psixikanın spontan məhsuludur və onlardan hər biri özü-özlüyündə özünün ilkin mənbələrinin toxunulmamış, doğulmamış qüvvəsini daşımaqdadır” [5, s. 17]. Bu, mifoloji süjetlərdə də eynilə ümumi kosmoqonik modelin – allahların, yaxud arxetipik enerjinin münasibətlərini özündə əks etdirir: onu özbaşına yaratmaq yox, yalnız ortaya çıxarmaq mümkündür. O, düşüncəmizdə Günəş sisteminin bizim həyatımızdakı quruluşu kimi Yerdə gedən prosesləri təsvir edən, yaxud ilin fəsillərinin dəyişilməsini simvolizə edən Zodiak strukturudur ki, məhz bizim psixikamız lap qədim zamanlarda ilin fəsillərini elə beləcə qəbul etməyə meyilli olmuşdur.

İkiçayarası, yaxud Misir zodiakal təsnifatı Günəşin ekliptik koordinatlarının səma torlarını allahların müəyyən keyfiyyətlərilə uyğunlaşdırmağı bacarmışdırsa, bu gün artıq yolunu azıb, çaşmaq kimi yox, qədim dövr insanların mədəni nailiyyəti kimi nəzərdən keçirilməlidir. Bu belə bir ideyanı təsdiq edir ki, arxetiplər qədim şüurda heç də inkişafın yaddan çıxarılmış, hətta əgər onların daimi aktuallaşması getməsə belə, sadəcə kiçilmiş pillələri deyildir. Lakin təbii, sosial və fərdi həyatın hadisələri global və daimi olmaqla, həm də eyni zamanda müəyyən qanunların aktuallaşması orada öz əksini tapır və hərəkətləri dəyişilməz qanunlar görünən tərzdə planetləri nümayiş etdirir. Məhz elə

buna görə də 5 min il əvvəl qədim Şumerdə allahlarm arxetiplərini dünyanın keyfiyyətini kosmik dinamika ilə uyğunlaşdırmağın mümkünlüyü ortaya qoyulmuşdur. Bu, ilk mücərrəd biliklərin olduqca böyük fəlsəfi kəşfi idi ki, bunu planetlərin hərəkəti ilə bağlı olan hesablama, yaxud riyaziyyatın inkişafı üçün sıçrayış rolunu oynayan Günəşin tutulması hesablamalarından da böyük bir şey kimi qəbul etmək vacib idi. Bu bir daha təsdiq etdi ki, Kainatın fiziki prosesləri insan şüurunda analogiyaya malikdir. Bu, ilk dəfə olaraq hərəkət qanunlarını fikirlər sferası ilə uyğunlaşdırdı.

Universal struktur modelin mifologiyada təsvirinin axtarışında bu ilkinləri tarixən məlum mifoloji obrazların təsnifatı kimi istifadə etmək olar; çünki E. Kassirerin göstərdiyi kimi, mifologiyada daxili strukturluğun “dünyanın astroloji mənzərəsinin klassik ifadəsinin bitkinliyi vardır... Varlığın əvvəlcədən individuum (fərd) üçün məlumluğu müəyyəndir ki, bu da Kainatda da hərəkətdə, fəaliyyətdədir... Nəyi nəzərdən keçirməyimizdən asılı olmayaraq, təbii fəlakətlərin gedişi, zamanlar qaydası, cisimlərin tərkibi, yaxud tipik xassələri, insanlarda “temperamentin” növləri – biz onlarda daim eyni bölümlərin, parçalanmaların ilkin sxemini, eyni bütünün “üzərinə öz fərdi xüsusiyyətlərini qoyan “artikulyasiyanı” [2, s. 104-106] görəcəyik. Beləliklə, astroloji ənənə analogi universal sistemdir ki, onun bütün tiplərini birliyə yaxınlaşdırır. Baxmayaraq ki, bu Yeni Zaman elm tərəfindən rədd edilmiş və bununla analogiya üzrə düşüncə prinsiplərinin özü ilə birgə (M. Fukonun göstərdiyi kimi) qanunauyğun şəkildə elm üçün bu prinsipin elmi baxımdan öyrənilməsi və reabilitasiyası ilə birgə doğula bilər. Daha doğrusu, mifologiya (lap qədim arxetiplərin müasir semantik proyeksiyası), astroloji ənənə kimi onun hesablama metodları humanitar elmlər sırasında onların hamısından daha çox və ciddi yer tuta bilər.

Mifologiyanın bazası kimi xidmət edən simvolik yanaşma məcrası altında K.Q.Yunq astrologiyayı aşağıdakı kimi başa düşürdü: “Psixologiyanın müraciət etdiyi astrologiya kollektiv instiktiv kimi, bir neçə simvolik konfigurasiyalardan ibarətdir: planetlər – bu şüuraltı hakimiyyət simvolları olan allahlardır” ki, onlarda mifoloji arxetiplərin analogiyaları vardır [6, s. 175-177]. Mifologiyanın fərqləndirdiyi ənənəvi allahlarm tipik obrazları və onlar arasında olan süjet münasibətləri zodiak dairəsində münasibətlər strukturuna olduqca yaxşı oturur. Bu model öz növbəsində mifologiyanın rahat mənimsənilməsinə kömək edir ki, onun xaotik çoxsaylı obrazlarını mühüm ardıcıl sistemə daxil etməklə, həm də onları mükəmməl istiqamətlərə keçirməyə kömək edə bilər. Bu, zodiakal dairə sistemindən mifoloji obrazların struktur təsnifatı üçün rahat model yaratmaqla, həm də tarixi baxımdan ilkin və yetərinə sadədir.

Beləliklə, göstərməyə çalışdıq ki, dünya xalqlarının mifologiyası bir-birilə qarşılıqlı təsir əlaqələrində olub, cəmiyyət həyatında mənəvi-ruhani münasibətlərin formalaşması ilə tərəqqi etmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Overing I., Rapport N. Social and cultural Routledge, 2000, 39 c.
2. Кассирер Э. Философия символических форм. т. 2 Мифологическое мышление. Москва: Санк – Петербург, 2001, 280 с.
3. Мелетинский Е. М. Поэтика мифа. Москва: «Наука». 2000, 406 с.
4. Мифы народов мира. /Энциклопедия в 2-х т. /под ред.Токарева С.А. Электронное издание, Москва: 2008, 1147 с.
5. Кэмпбелл Дж. Тысячеликий герой. Киев: 2015, 381 с.
6. Yunq K.Q. Letters. Letter to Andre Barbault, 26 may, 1954. London: RKC c.175 -177

SUMMARY

Tarana Jamalova

**IDEOLOGICAL-CONTENT AND SPIRITUAL-MORAL RESEARCHES
IN ASTROLOGICAL SYMBOLISM**

In the article, the idea-content and spiritual-moral searches in astrological symbolism have become the object of research and analysis. It is noted that the view to universe from mythology is reflected through mythological beliefs. It is also shown that in cosmological myths, Time and Space are presented as the creators of existence. In the transition to cosmological mythology, we can see first of all, that cosmic mythology is the only source of the starry sky above us. The article also investigate comparatively how cosmological myths are reflected in written culture examples.

Mythology has gone through many stages of mythological consciousness in the process of its historical development: animism, fetishism, totemism, anthropomorphism, shamanism etc. These currents were special stages in the belief system of our ancient ancestors. In the article, it has also been determined under as well as what conditions the participation of mythology depends when analyzing the use of myths in astronomy. Here it is established that mythology dominated primitive consciousness for thousands of years until it passed through the stages of historical development and became fully stabilized.

Key words: astrological symbolism; cosmological myths; mythological beliefs; view of the universe; spiritual-moral researches.

РЕЗЮМЕ

Тарана Джамалова

**ИДЕЙНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ И ДУХОВНО-НРАВСТВЕННЫЕ ПОИСКИ
В АСТРОЛОГИЧЕСКОЙ СИМВОЛИКЕ**

В статье идейно-содержательные и духовно-нравственные поиски в астрологической символике стали объектом исследования. Отмечается, что мифологический взгляд на вселенную отражается через мифологические верования. Также показано, что в космологических мифах время и пространство представлены как творцы бытия. Переходя к космологической мифологии, мы видим, что, прежде всего, космическая мифология, то есть звездное небо, стоящее над нашими головами, является единственным источником. В статье сравнительно рассмотрено, как космологические мифы отражаются на примерах письменной культуры.

Мифология в процессе своего исторического развития прошла многочисленные этапы мифологического сознания: анимизм, фетишизм, тотемизм, антропоморфизм, шаманизм и др. Эти течения были особыми этапами системы верований наших древних предков. В статье также определено, от каких условий зависит участие мифологии при анализе вопросов использования мифов в астрономии. Здесь определено, сколько тысячелетий первобытное сознание доминировало над мифологией, пока она не прошла через этапы исторического развития и полностью не стабилизировалась.

Ключевые слова: астрологическая символика; космологические мифы; мифологические верования; взгляд на вселенную; духовно-нравственные поиски.

TERMOELEKTRİK MATERİALLARIN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Məqalədə termoelektrik materialların xüsusiyyətləri, termoelektrik effektivlik əmsalı və onların artırılması üsulları, tətbiq sahələri analiz edilib, həmçinin yeni və daha ucuz termoelektrik materialların axtarışı təhlil edilir.

Açar sözlər: termoelement, termogeneratorlar, termoelektrik soyuducular.

Müasir elm və texnikanın vacib problemlərindən biri də enerjinin termoelektrik çevrilməsidir. Hazırda aparılan tədqiqat işlərində termoelektrik materialların effektivliklərinin artırılması ilə yanaşı, həm də yeni, daha perspektivli materialların axtarılması nəzərdə tutulur. Bu tədqiqat işlərinin əsasını həm aşağı temperaturlu soyutma, həm yüksək temperaturlu qızma termoelementlərin hazırlanması, həm də termoçeviricilərin yeni növlərinin axtarışı təşkil edir. Həmin materiallar defektli kristallik və mürəkkəb zona quruluşuna malik, çoxkomponentli yarımkəçirici birləşmələr və onların bərk məhlulları hesab edilə bilər. Çünki bu materiallar kiçik istilikkeçirmə əmsalına, kifayət qədər yüksək elektrik keçiriciliyinə, termoe.h.q. əmsalına malikdirlər. Onların tərkiblərini dəyişməklə arzu edilən parametrlərə malik, yüksək termoeffektivlikli maddələr almaq mümkündür (Panken W. A., Koeng D. R 1979, 1425-1431).

Məlumdur ki, güclü termogeneratorların hazırlanması üçün istifadə olunan materialların termoeffektivlik əmsalları $z = \frac{\alpha^2 \sigma}{\chi}$ kifayət qədər yüksək qiymətə malik olmalıdır. Geniş keçirici zonalı yarımkəçiricilərdə qadağan olunmuş zonanın eni kiçik olur. Temperaturun bir qədər dəyişilməsilə məxsusi keçiricilik başlayır. Məxsusi keçiricilikdə elektronların və deşiklərin eyni zamanda iştirak etməsi termoe.h.q.-nin yox olmasına gətirir. Termoelement üçün aşqarların optimal konsentrasiyasında ($10^{19} - 10^{20} \text{sm}^{-3}$) məxsusi keçiriciliyin olmaması üçün qadağan olunmuş zonanın eni $\epsilon_g \geq 4kT$ şərtini ödəməlidir. Termoelektrik materiallar üçün yüksək temperaturlarda yürüklük kiçikdir, bu halda effektiv kütlə də kiçik qiymət alır. Ona görə də adsız ədəd olan zT hasilini z -ə nəzərən temperaturdan daha zəif asılı olur. Bu xüsusiyyət təcrübələrdə də təsdiq edilmişdir. Bütün bunlara baxmayaraq, müasir nəzəriyyəyə əsasən effektivliyin optimal qiymətini dəqiq müəyyənləşdirmək mümkün olmur. Bunun səbəbi effektiv kütlə, qəfəsin istilikkeçirməsi, qadağan olunmuş zonanın eni, səpilmə parametrləri arasında qarşılıqlı əlaqənin çox mürəkkəb olmasıdır. Hələ keçən əsrin ortalarında başlayaraq termoelektrik enerji çeviriciləri kimi yarımkəçirici materiallar aşkar edilərək tədqiq edilmişdir. Müasir termoelementlər üçün $z \cdot T \leq 1$ şərti ödənilir və bu səmərəlilik əmsalından daha çox istifadə edilir. Hazırda, əsasən, Bi_2Te_3 , PbTe və GeSi birləşmələrindən istilik enerjisini elektrik enerjisinə çevirmək üçün istifadə edirlər. İlk dəfə olaraq termoelektrik soyutma üçün Bi_2Te_3 birləşməsindən, daha sonralar isə onun əsasında alınmış bərk məhlullardan $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_3$ və $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-x}\text{Se}_x$ istifadə edilmişdir. (Айвазов А.А., Анухин А.И., Мазина А.И., Бабошко Н.А. 1991, 922-928).

Termoelektrik soyuducular xüsusi təyinatlı kosmik cihazların, tibdə və biologiyada istifadə olunan sensorların xarakteristikalarının termostabiliyini təmin etmək məqsədilə istifadə edilir. Bu cihazlar ölçülərinin kiçik olması və lokal təsiretmə qabiliyyətlərinə malik olmaları ilə fərqlənirlər. Termoelektrik soyuducular ozon təbəqəsinə əsasən hazırlanmış soyuduculara nisbətən ekoloji baxımdan çox sərfəlidir: səssiz işləyir, titrəmə olmur, atmosferi çirkləndirmir (Goldsmid H.J., Douglas R.W 1954, 386-390). Bunlarla yanaşı, enerjinin termoelektrik çeviriciləri aşağıdakı üstünlüklərə malikdir:

- Həm qızdırma, həm də soyutma imkanlarına malikdir;
- Sürətli soyutma qabiliyyətinə malikdir;
- Temperaturun yüksək dəqiqliklə nizamlanması və cərəyanın dəyişməsi ilə termostatik

mühitin yaradılması mümkündür;

- Termoelektrik parametrləri kənar amillərin təsirindən zəif asılıdır;
- Texniki nəzarətə ehtiyac yoxdur.

Peltze effekti əsasında hazırlanmış termoelektrik soyutma məqsədilə soyuducu aqreqatların, iqlim kameralarının, vakuum tələlərin hazırlanmasında, elektron sxemlərin komponentlərinin soyudulmasında tətbiq edilir. Termoelektrik qızdırmadan dönməyən qızdırma, termostatlar, az istilik ətalətliyinə malik miniatur qızdırıcı elementlərin hazırlanmasında istifadə edilir. Amma nəzərə alınmalıdır ki, Peltze effektinə əsaslanaraq hazırlanan soyuducu aqreqatlar kifayət qədər bahalıdır. Bu onunla əlaqədardır ki, yarımkəçiricilər üzərində aparılan texnoloji əməliyyatlar və bu məqsədlə istifadə edilən materialların tellur komponenti kifayət qədər bahadır. Bu səbəbdən də Bi_2Te_3 birləşməsinə və onun bərk məhlullarına əsaslanaraq hazırlanan soyuduculardan geniş istifadə edilmir. Amma bu effektə əsaslanaraq hazırlanan elementlərdən və qurğulardan elektron qurğularının inteqral sxemlərinin temperaturlarının stabil saxlanılmasında çox effektiv vasitə kimi istifadə edilir (М.К.Жигинская, С.А. Немов, Т.Е. Свечникова, Л.Н. Лукьянова, П.П. Константинов, В. А. Кутасов 2003, 1193-1196).

Bəzi məsələlərin effektiv həllini təmin etmək üçün hazırlanma texnologiyası sadə olan yeni və daha ucuz termoelektrik materialların axtarışı dövrümüzün aktual problemlərindən biridir.

ƏDƏBİYYAT

1. Panken W. A., Koeng D. R.: Baseline design of the thermoelectric reactor space power system. Proc. 14th Intersoc. Energy Conv. Eng. Conf. Vol.2, 1979, pp.1425-1431
2. Айвазов А.А., Анухин А.И., Мазина А.И., Бабошко Н.А. Термоэлектрические свойства твердых растворов $\text{Bi}_{1,6}\text{Sb}_{0,4}\text{Te}_3$. Неорганические материалы, 1991, т.27, №5 с.922-928.
3. Goldsmid H.J. and Douglas R.W. The use of semiconductors in thermoelectric refrigeration. British Journal of Applied Physics, vol.5, London 1954, pp.386-390
4. М.К.Жигинская, С.А. Немов, Т.Е. Свечникова, Л.Н. Лукьянова, П.П. Константинов, В. А. Кутасов Теплопроводность Bi_2Te_3 : Sn и влияние на нее дополнительного легирования атомами Pb и I. Физика твердого тела, 2003, том 45, вып.7 с.1193-1196

SUMMARY

Aysel Hamzayeva, Niyazi Guliyev

FEATURES OF THERMOELECTRIC MATERIALS

The article features of thermoelectric materials, coefficient of thermoelectric efficiency and ways of their augmentation, a scope, and as to search of new, cheaper thermoelectric materials are analyzed.

РЕЗЮМЕ

Айсель Гамзаева, Ниязи Гулиев

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В статье анализируются особенности термоэлектрических материалов, коэффициента термоэлектрической эффективности и способы их увеличения, области применения, а также поиску новых, более дешевых термоэлектрических материалов.

СЕВИНДЖ АЗИМОВА

НАДИР АБДУЛЛАЕВ

sevinc_azimova_82@mail.ru

Институт Физики им. Г.М. Абдуллаева

Академии Наук Азербайджана

ДИНАМИКА ФОНОНОВ, В СЛОИСТЫХ КРИСТАЛЛАХ $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3}<Ni>$

Исследовались слоистые монокристаллы $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3}<Ni>$ с использованием в широком спектральном интервале, рамановского рассеяния, а также метода спектроскопии. Изучена динамика фононов, обнаружены особенности, связанные с наличием упорядочения в дефектных позициях, электронные переходы подтверждают координационные особенности ионов Ni^{2+} .

Ключевые слова: ИК поглощение, комбинационное рассеивание, фононные частоты.

1. Введение

Смешанные троичные соединения в последнее время получает все большее внимание к структурным и вибрационным свойствам в качестве оптоэлектронных устройств (Radautsan, 79,1980).

Явление комбинационного рассеивания удобнее оценивать пользуясь представлениями об энергетических уровнях.

Молекула обладает колебательными энергетическими уровнями $h\nu_1, h\nu_2, h\nu_3$ и т.д. При падении фотон взаимодействует с такой молекулой и приобретает энергию $h\nu_0$, эта энергия преломляется, отражается или рассеивается, причем энергия (частота) в таком случае не изменяются.

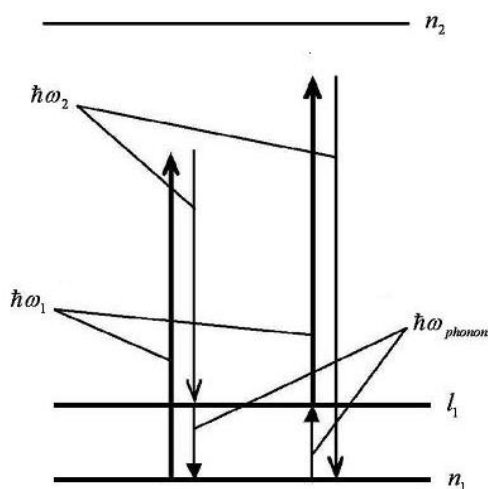


Рис.1. Виртуальные переходы электрона, соответствующие стоксовым (слева) процессам и антистоксовым (справа) процессам. Стрелки, направленные вверх соответствуют поглощению, вниз излучению кванта n_1 и n_2 - электронные уровни, l_1 - колебательный уровень.

Комбинационным рассеянием называется та часть энергии, которая остаётся внутри вещества и тратится на возбуждение колебательных уровней. Сохраняется такая энергия в виде рассеянного излучения с частотами $(\nu_0 \nu_1), (\nu_0 \nu_2)$ и т.д. Энергетические уровни с частотами ν_1, ν_2 и т.д. будут иметь значительную концентрацию носителей заряда вокруг уровней, если энергетические уровни близко расположены к основному состоянию с минимальной энергией. Заселенность определяется

распределением Больцмана. В таком случае молекулы после взаимодействия с падающими фонами могут вернуться в основное состояние с суммарными частотами $(\nu_0 + \nu_1), (\nu_0 + \nu_2)$ и т.д. ИК и КРС отличаются тем, что в ИК поглощении это взаимодействие рассматривается в процессе колебания атомов в молекуле с помощью изменения дипольного момента, а в КРС электромагнитное излучение контактирует с пульсирующим, деформируемым электронным облаком молекулы (Сушинский, 1969).

Монокристаллы типа Bi_2Te_3 обладают ромбоэдрической структурой и относятся к кристаллам с пространственной группой $D_{3d}^5 (R\bar{3}m)$ (Гольцман, 1972, с.320). ИК и КРС по следующим механизмам взаимодействия между падающим излучением и энергетическими уровнями молекулы: в ИК поглощении это взаимодействие рассматривается в процессе колебания атомов в молекуле с помощью изменения дипольного момента; в КРС электромагнитное излучение контактирует с пульсирующим, деформируемым электронным облаком молекулы (Сушинский, 1969).

Ниже приведена структура кристаллической решётки монокристаллов типа Bi_2Te_3 , справа показаны смещения атомов для КР и ИК-активных мод.

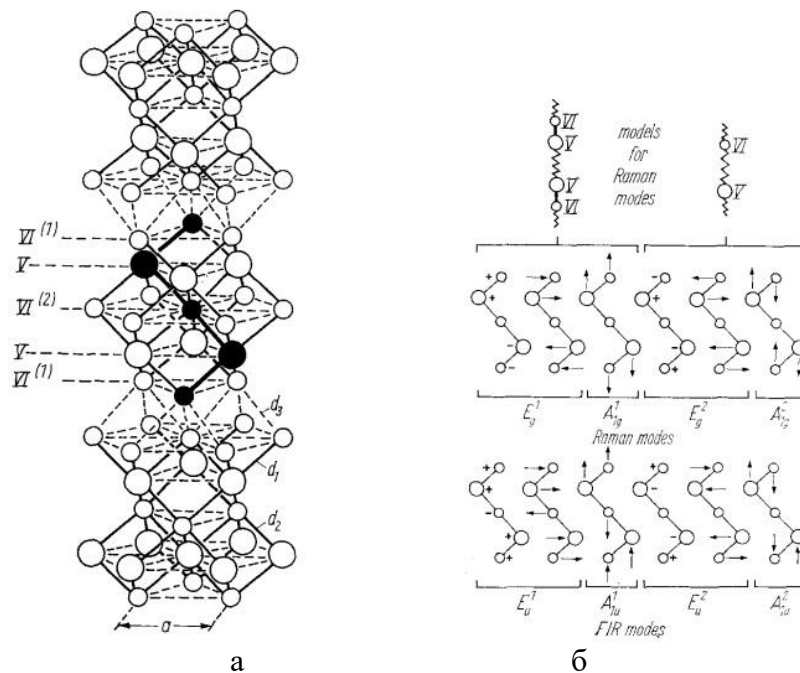


Рис.2. а). Кристаллическая структура ($R\bar{3}m$) ромбовидного соединения V, -VI. Значения для d_4, d_3 равны. Сплошные прямые соответствуют ковалентным связям. Акцентированная основа является одним из трех в ячейке Вигнера-Зейтца кристалла. б). Инфракрасные и рамановские режимы соединений ромбоэдров V, VI (верхние индексы 1, 2 в обозначениях E и A соответствуют низко- и высокочастотному режимы соответственно). Линейно-цепные модели для комбинационно-активных мод, схематично показаны вверху (Гольцман, 1977, с. 619).

Величины частот КР ($E_g^1, A_{1g}^1, E_g^2, A_{1g}^2$) и ИК ($E_u^1, A_{1u}^1, E_u^2, A_{1u}^2$) активных мод (в $см^{-1}$) в монокристаллах Bi_2Te_3 и Bi_2Se_3 при температуре 300K приведены ниже в таблице 1. (Абдуллаев, с. 242, 2013).

Таблица 1

Соста в	A_{1g}^1	A_{1g}^2	E_g^1	E_g^2	A_{1u}^1	A_{1u}^2	E_u^1	E_u^2
Bi_2Te_3	62,5	134	-	103	94	120	50	95
Bi_2Se_3	72	174,5	-	131,5	-	-	65	129

Элементарная ячейка Bi_2Te_3 состоит из пяти атомов и, соответственно, 15 решёточных колебательных мод в центре зоны Бриллюэна (при $q = 0$), три из которых акустические и 12 оптические моды. 12 оптических мод характеризуются $2E_g + 2A_{1g} + 2E_u + 2A_{1u}$ симметрией, каждая из E_g и A_{1g} мод дважды вырождены. На рисунке 1в, справа показаны соответствующие смещения атомов при колебаниях для раман-активных мод E_g^1 , A_{1g}^1 , E_g^2 , A_{1g}^2 . При колебаниях E_g^1 , E_g^2 смещения атомов происходят перпендикулярно оси c - оси симметрии третьего порядка, т.е. в плоскости слоёв, а при колебаниях A_{1g}^1 , A_{1g}^2 смещения атомов происходят, соответственно, параллельно оси c , т.е. перпендикулярно плоскости слоёв. Спектры комбинационного рассеяния (KP) и инфракрасного ($ИК$) отражения бинарных объёмных монокристаллов Bi_2Te_3 , Bi_2Se_3 и Sb_2Te_3 хорошо изучены теоретически и экспериментально структуры (Гольцман, 1977, с. 619).

Учитывая вышесказанное о бинарных объёмных монокристаллах и спектрах оптического пропускания, в данной статье исследованы слоистые твёрдые растворы $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$ ингеркалированные никелем.

Цель работы заключалась в исследовании фононных возбуждений и электронной структуры ингеркалированных никелем примесных слоистых кристаллов $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$

2. Эксперимент

Спектральные исследования проводились на 3D конфокальном рамановском микроскопе *Nanofinder 30 (Tokyo Instr.)*, длина волны возбуждения $\lambda = 532$ нм. Радиус падающего на плёнку лазерного луча был около 4 мкм.

Как видно из рисунка 3, в спектре комбинационного рассеяния монокристалла $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$ хорошо наблюдаются три спектральные линии с частотами 60 $см^{-1}$, 101 $см^{-1}$ и 136 $см^{-1}$.

Эти значения близки к положениям спектральных линий, с частотам KP -активных мод A_{1g}^1 , E_g^2 и A_{1g}^2 в Bi_2Te_3 (Таблица 1). Спектральные линии достаточно узкие с полуширинами около $7-8$ $см^{-1}$.

Ширина пика сильно уменьшается кристаллы становятся крупнее.

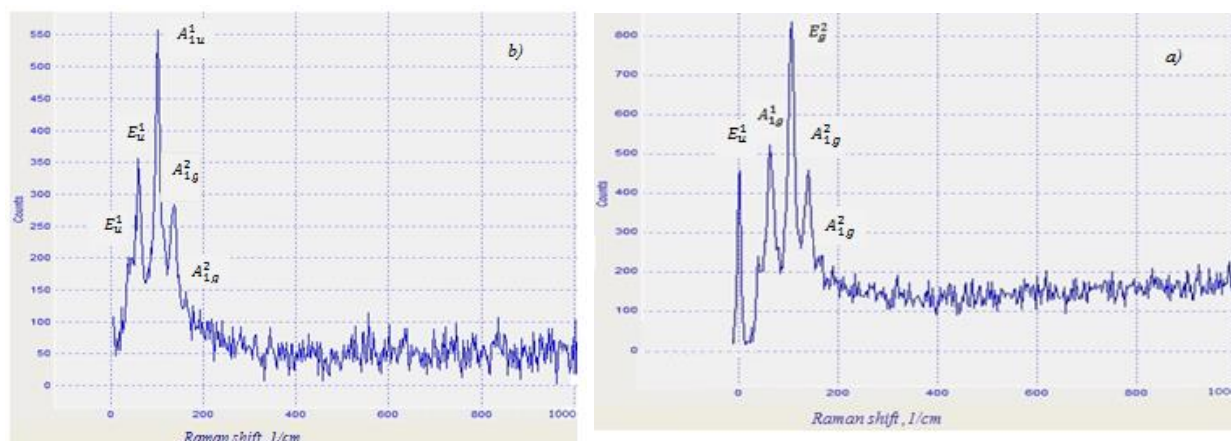


Рис.3. Спектры комбинационного рассеяния света безпримесного $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$ (a) и легированного никелем $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$ (b). при мощности падающего на образец лазерного излучения $0,6$ мВт; 532 нм.

Отметим, что после отжига $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$ линии с частотами 93 см^{-1} и 120 см^{-1} - вероятно ИК-активные моды A_{1u}^1 и A_{1u}^2 проявляющиеся в спектре комбинационного рассеяния. Такое возможно из-за наличия внутренних деформаций и напряжений в плёнках (Абдуллаев, с.242, 2013). Центросимметричные позиции, и, следовательно, расположенные в них ионы не будут вносить вклад в комбинационное рассеяние. (Popescu, 2009, с.1815). В работе (Бадалова, 2019) выявлена закономерность в зависимости величин частот КР-активных фононов в монокристаллах Bi_2Te_3 , Bi_2Se_3 и Sb_2Te_3 от масс атомов. Показано, что при синфазном колебании пар атомов Se(1)–Bi в приближении линейной цепочки для низкочастотных мод E_{1g} и A_{1g} можно считать массу равной сумме масс атомов, $M = m_{Bi} + m_{Se}$, а при противофазных колебаниях для высокочастотных мод E_g^2 и A_g^2 масса равна приведенной массе μ ($1/\mu = 1/m_{Bi} + 1/m_{Se}$). В нашем случае катионные атомы Bi и Ni очень близки.

В работе (Richter 1977, с. 619) структуры были введены кластерные модели для объяснения возникновения тонких структур в ИК-спектрах, приписываемых наличию различных структурных единиц, нарушающих случайность твердого раствора. В применяемых моделях REI фундаментальное предположение состоит в том, что ионы одного и того же вида движутся в фазе через смешанный кристалл, таким образом, вводя фиктивную единичную ячейку в смешанную решетку. А в работе в модели (Просников, 2016) показано, что существование кластеров в стекловидных халькогенидах подавляют процессы фотоиндукции.

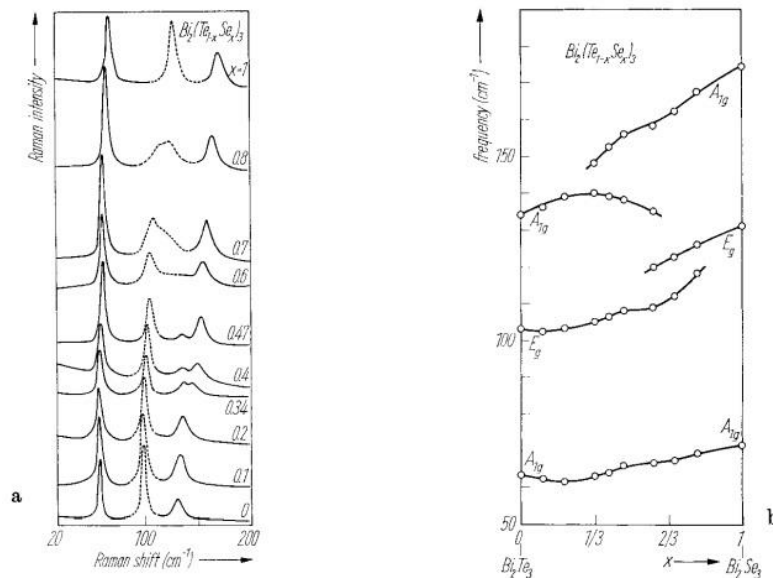


Рис. 4. Рамановские спектры и соответствующие фононные частоты для $Bi_2(Te-Se)$, ($0.5 \leq x \leq 1$). а) Рамановские спектры (по нулевой оси ординат смещены точки); б) фононные частоты в зависимости от состава.

Как видно из рис 4. Рамановские спектры и соответствующие фононные частоты для $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$ приведены в таблице 2.

Экспериментальные зависимости во всех исследованных твердых растворах спрямляются в координатах $\alpha 2 - h\nu$. Это свидетельствует о том, что в исследованных твердых растворах на пороге межзонного поглощения при $T = 300\text{K}$ реализуются прямые разрешенные оптические переходы. (Вейс, 2012, с. 2053).

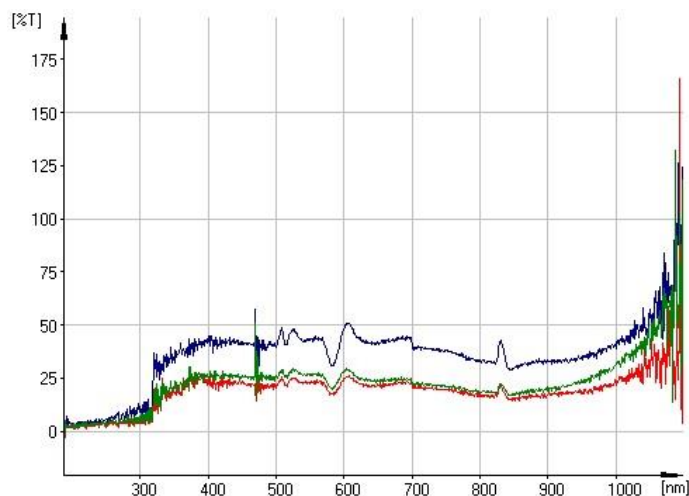


Рис.5. ИК- спектр $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$ легированного никелем спектр пропускания слоистого твёрдого раствора $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$ в видимой и ближней инфракрасной частях спектра, толщиной 1см, легированного 1- мин. (красный), 2- мин. (зеленый), 3-мин. (синий).

На рисунке видны полосы поглощения в синей и зелёной частях спектра и узкая линия поглощения на длине волны 694 нм- длине волны излучения. При низких частотах от 200-320- нм коэффициент пропускания ультрафиолетовых лучей соответствует 2 - 8% процент.

Коэффициент пропускания в области 400-900 характеризуются полосой поглощения с пиками 590 нм -169,4 cm^{-1} , 710 нм -140,8 cm^{-1} 836 нм -119,6 cm^{-1} . Эти пики поглощения соответствуют оптической моде A_{1g}^2 . Пик 118,29 cm^{-1} в инфракрасной области характеризуется и соответствует оптической моде $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}<Ni>$ легированного никелем.

Таблица 2

Состав	A_{1g}^1	A_{1g}^2	E_g^1	E_g^2	A_{1u}^1	A_{1u}^2	E_u^1	E_u^2
$Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$	60,47	139,54 169,77	-	106,98	94	-	39,54	-
$Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}<Ni>$		118,29 138,29	-	83,3	-	-	31,65 46,65	-

И так слоистые соединения твёрдых растворов $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}$ были изучены методами Рамана, ИК- спектроскопии и рентгеновской дифракции.

3. Основные результаты и выводы

1. Обнаружены особенности, связанные с наличием упорядочения в дефектных позициях. Зарегистрированные электронные переходы в области подтверждают координационные особенности ионов Ni^{2+} .
2. Пик 118,29 cm^{-1} в инфракрасной области характеристическая и соответствует оптической моде $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}<Ni>$ легированного никелем.
3. Затухание оптических мод A_{1g}^1 , E_g^2 и появление новых фононных мод E_u^1 , A_{1u}^1 показывает роль увеличение фононного поглощения света в кристаллах $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3}<Ni>$ легированного никелем.

ЛИТЕРАТУРА

1. S.I.Radautsan, V.S.Dose, V.F. Zhitab, and E.E.Stbtjmban, phys. stat. sol. (a) 57, K79 (1980).
2. Сущинский М.М. Спектры комбинационного рассеяния молекул и кристаллов. – Москва издательство «Наука», главная редакция физико-математической литературы, 1969.
3. Гольцман Б.М, Кудинов В.А, Смирнов И.А. Полупроводниковые, термоэлектрические материалы на основе Bi_2Te_3 // Наука, М. 1972, с. 320.
4. Richter W., Kohler H., Becker C.R. // Phys. Stat. Sol. (b), 84, 1977, p. 619. структуры.
5. Абдуллаев Н.М. Структура, электрические и оптические свойства пленок твердых растворов $Bi_2Te_{2,7}Se_{0,3} <Tb, Cl>$ Док. Диссертация с. 242 Баку 2013.
6. Popescu M., Sava F., Lorinczi A. A new model for the structure of chalcogenide glasses. The closed cluster model// J. Non-Crystal Solids,- 2009,355(42),- p. 1815-1819.
7. М.А. Просников, А.Д. Молчанова, Р.М. Дубровин, К.Н. Болдырев, А.Н. Смирнов, В.Ю. Давыдов, А.М. Балбашов, М.Н. Попова, Р.В. Писарев Динамика решетки и электронная структура кобальт-титановой шпинели Co_2TiO_4 , твердого тела, 2016, том 58, вып. 12 10,05.]
8. З.И.Бадалова, Н.А.Абдуллаев, Г.Х.Аждаров, Х.В.Алигулиева, С.Ш.Кахраманов, С.А.Немов, Н.Т. Мамедов. Ангармонизм колебаний кристаллической решетки монокристаллов Bi_2Se_3 . Физика и техника полупроводников, 2019, том 53, вып.3.
9. А.Н.Вейс, Л.Н.Лукьянова, В.А.Кутасов. Ширина запрещенной зоны и тип оптических переходов на пороге межзонного поглощения в твердых растворах на основе теллурида висмута Санкт-Физика твердого тела, том 54, вып. 11, 03,09, 2012, с. 205.

XÜLASƏ

**Sevinc Əzimova
Nadir Abdullayev**

FONON DİNAMİKASI, LAYLI KRİSTALLARDA $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3} <Ni>$

Laylı $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3} <Ni>$ monokristalları geniş spektral diapazonda Raman səpilmə və spektroskopiyadan istifadə etməklə tədqiq edilmişdir. Fononların dinamikası öyrənilmiş, defektlərdə yerləşmiş düzülüşlərin müşahidəsi ilə bağlı xüsusiyyətlər aşkar edilmiş, elektron keçidlər Ni^{2+} ionlarının koordinasiya xüsusiyyətlərini təsdiqləyir.

Açar sözlər: İQ absorpsiyası, Raman səpilməsi, fonon tezlikləri.

SUMMARY

**Sevinj Azimova
Nadir Abdullayev**

PHONON DYNAMICS, IN LAYERED CRYSTALS $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3} <Ni>$

Layered $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3} <Ni>$ single crystals have been studied in a wide spectral range by Raman scattering and spectroscopy. The dynamics of phonons is studied, the features associated with the presence of alignment in defect positions are revealed, and electronic transitions confirm the coordination properties of Ni^{2+} ions.

Key words: IR absorption, Raman scattering of light, phonon frequencies.

ASTRONOMİYANIN MÜASİR PROBLEMLƏRİ

1. **FUAD HACIZADƏ, FUAD ƏLİYEV.** Aerokosmik üsulların ətraf mühitin və zəlzələlərin öyrənilməsində istifadə edilməsi3
2. **XANƏLİ HƏSƏNOV, GÜNAY XƏLİLZADƏ.** Daşıyıcı raketlərin hərəkəti9
3. **QULU HƏZİYEV.** Asteroid-komet təhlükəsi problemi14
4. **АДЕЛЯ ГУЛИЕВА, НАИЛЯ ГАРДАШБЕКОВА, АЙГЮН СУЛТАНОВА.** Перспективы развития солнечной энергетики18
5. **УЛЬВИ ВЕЛИЕВ, НАРИМАН ИСМАЙЛОВ.** Распределение энергии в спектрах звезд21
6. **TÜRKAN MƏMMƏDOVA.** Astronomiyada şüalanma enerjisini xarakterizə edən kəmiyyətlər27
7. **VƏFA QAFAROVA.** Uzundövrli kometlər31
8. **XIDIR MİKAYILOV, RUSLAN MƏMMƏDOV, XURAMAN MƏMMƏDOVA.** CH CYG simbiotik ulduzunun 1998-2020-ci il üçün parlaqlıq əyrisində qısa periodlu ($P=95^D$) dəyişmələrin nümayişi34
9. **HEMAYIL ADIGOZALZADE.** Variability of reemission spectral lines in the spectrum39
10. **АБДУЛ АСВАРОВ, АХАД АЛЛАХВЕРДИЕВ, ГЮНЕЛЬ МАМЕДХАНОВА, ХЕЙРАН НОВРУЗОВА.** О происхождении убегающих звезд49
11. **САБИР АЛИЕВ, ВАГИФ ХАЛИЛОВ.** Основные параметры эволюционировавшей магнитной ср-звезды 21 com53
12. **TƏRLAN NƏSİBOVA, ZƏMİNƏ ƏLİYEVA, XIDIR MİKAYILOV.** Günəş və prosion ulduzunun spektrində bəzi Cr xətlərinin profillərinin tədqiqi61

FİZİKANIN AKTUAL PROBLEMLƏRİ

13. **BİLLURƏ HACİYEVA, YAQUT ŞÜKÜROVA.** Uzununa polyarlaşma halında elektronlar əsas landau səviyyəsində, pozitronlar isə birinci landau səviyyəsində yarımdaqda $\tilde{\nu}_i \rightarrow \tilde{\nu}_i e^- e^+$ prosesləri hesabına baş verən enerji itkisi və ortaya çıxan spin asimetriyası 65
14. **MƏMMƏD HÜSEYNƏLİYEV, LEYLA İBRAHİMOVA.** CDSE nazik təbəqəsinin CDTE-a transformasiya prosesinin araşdırılması70
15. **MƏHBUB KAZIMOV.** Naxçıvan Muxtar Respublikasında Günəş şüalarının enerji ehtiyatları və onlardan istifadə üsulları 76
16. **TÜNZALƏ ƏLİYEVA, GÜLLÜ ABDİNOVA, NAILƏ AXUNDOVA.** $PB_{0.75}SN_{0.25}TE<SN>$ monokristallarda və onlar əsasında metal-yarımqeçirici strukturlarda elektron daşınması85
17. **SEYFƏDDİN CƏFƏROV, AYGÜL RZAYEVA.** Fizikanın tədrisi proseslərində peyk rabitəsinin rolu92
18. **ZƏFƏR QƏDİROĞLU, İSMİXAN NƏSİBOV.** CU ilə legirə olunmuş $CDIN_2S_4$ monokristallarında fotokeçiriciliyin optik söndürülməsi102
19. **TƏRANƏ CAMALOVA.** Astroloji simvolizmdə ideya-məzmun və mənəvi-əxlaqi axtarışlar109
20. **AYSEL HƏMZƏYEVA, NİYAZİ QULİYEV.** Termoelektrik materialların xüsusiyyətləri113
21. **СЕВИНДЖ АЗИМОВА, НАДИР АБДУЛЛАЕВ.** Динамика фононов, в слоистых кристаллах $Bi_2Te_{2.7}Se_{0.3}<Ni>$ 115

**“FİZİKANIN VƏ ASTRONOMİYANIN MÜASİR PROBLEMLƏRİ”
MÖVZUSUNDA RESPUBLİKA ELMİ KONFRANSI**

Nəşriyyat direktoru:	Samir Tarverdiyev
Mətbəə müdiri:	Vidadi Kazımov
Baş mühəndis-proqramçı:	Sahilə Abbasova
Aparıcı redaktor:	Günəl Məmmədova
Aparıcı redaktor:	Sitarə Əlizadə

Yığılmağa verilib: 23.XII.2021
Çapa imzalanıb: 30.XII. 2021
Format: 60/90, 32/1, həcmi 7.6 ç/v
Sifariş № 36, sayı 100 nüsxə

REDAKSİYANIN ÜNVANI: 7000. Naxçıvan şəhəri,
Universitet şəhərciyi,
Naxçıvan Dövlət Universiteti,
Əsas bina, I mərtəbə,
“Qeyrət” nəşriyyatı

TELEFON: (00994 036) 545-45-59
(00994 036) 544-08-61

E-mail: *elmi.hisse@mail.ru*