

## **EKOLOGIYA VƏ ƏTRAF MÜHİTİN MÜHAFİZƏSİ**

UOT: 556.34

M. A. MƏMMƏDOVA

*Bakı Dövlət Universiteti, m.mahluga @ rambler.ru*

### **QANIX-ƏYRİÇAY VADİSİNİN YERALTI SULARININ FORMALAŞMA QANUNAUYGUNLUĞU VƏ İSTİSMAR EHTİYATLARININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ PRİNSİPLƏRİ**

*Məqalədə Qanix-Əyriçay vadisində Dördüncü dövr yaşlı çökmə süxurlarda yeraltı su ehtiyatlarının formalaşma qanunauyğunluğu, yeni sugötürücünün yerləşmə sahəsinin seçilməsi və istismar ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi prinsipləri əks olunmaqla yanaşı, eyni zamanda, bu suların mərkəzləşdirilmiş sistemlə əhalinin içməli su təchizatında istifadəsinin mümkünlüyü şərh olunmuşdur.*

Respublika regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı üzrə Dövlət proqramında sənaye və kənd təsərrüfat istehsalının artırılması və əhalinin rifahının köklü yaxşılaşdırılması nəzərdə tutulmuşdur. Bu inkişafda əhalinin, sənayenin və kənd təsərrüfatının yüksək keyfiyyətli su ilə təchizatının rolu inkar edilməzdir. Ölkənin su ehtiyatlarının mühafizəsi və kompleks istifadəsi, iri sugötürücülərin, həmçinin irriqasiya və drenaj sistemlərinin inşası proqramın əsas müddələrindəndir. Təsərrüfat məsələlərinin həllində yeraltı su ehtiyatlarının tam nəzərə alınması və elmi əsaslandırılması olduqca aktual xarakter daşıyır. Bu baxımdan Azərbaycanın şimal-qərb hissəsi strateji əhəmiyyət kəsb edən bir bölgədir.

Qanix-Əyriçay vadisi şimaldan Böyük Qafqaz sıra dağlarının cənub yamaqları, cənubdan Acınohur yüksəkliyi ilə məhdudlaşan iki dağarası çökəklikdə yerləşmişdir. Vadi Azərbaycan-Gürcüstan sərhədindən başlayaraq mərkəzə doğru yavaş-yavaş genişlənir, sonradan yenidən daralaraq İsmayılı şəhərinə qədər uzanır. Regionun sənayesi zəif və əsasən birtərəfli inkişaf etmişdir və tərkibi demək olar ki, yeyinti və yüngül sənayedən ibarətdir. Bölgənin iqtisadiyyatının əsasını kənd təsərrüfatı təşkil edir.

Qanix-Əyriçay vadisinin iqlimi mülayim qışı və yayı, həmçinin yüksək rütubətliyiylə səciyyələnir. Havanın orta illik temperaturu dağlıq ərazilərdən düzənliyin cənub-qərbinə doğru 6,0-7,0°C-dən 12,5-13,5°C-yə qədər

artır, nisbi rütubət 70-80% təşkil edir. Atmosfer yağıntılarının illik miqdarı dağlıq ərazilərdən düzənliyə doğru 1500-1600 mm-dən 300-400 mm-ə qədər azalır.

Ərazinin hidroqrafik şəbəkəsi bütün vadi boyu bərabər şəkildə paylanmışdır. Vadinin geomorfoloji-hidrogeoloji şəraitinin yaranmasında, həmçinin yeraltı su ehtiyatları və onların rejimlərinin formalaşmasında başlanğıcını Böyük Qafqaz sıra dağlarının cənub yamaqlarından götürən irili-xırdalı bütün çayların rolu böyükdür. Çay şəbəkəsinin sıxlığı yüksəkliklərdən asılı olaraq müxtəlifdir. Ən böyük sıxlıq orta dağlıq bölgədə – 1000-2500 m yüksəklikdə 1,0-1,5 km/km<sup>2</sup> təşkil edir. Çayların orta illik sərfinin 60%-i suvarmaya sərf olunur.

Qanix-Əyriçay vadisinin geoloji quruluşunda Mezo-Kaynozoyun paleocoğrafi və geodinamik şəraitdə əmələ gəlmiş müxtəlif çöküntülərinin mürəkkəb kompleksləri - Yura, Təbaşir və Dördüncü dövr yaşlı çöküntülər geniş inkişaf etmişdir.

Yura sisteminin çöküntüləri Alt, Orta və Üst şöbələri ilə təmsil olunurlar, onların ümumi qalınlığı 1500-2500 m-dir və karbonat tərkibi ilə xarakterizə olunur. Təbaşir sistemi Yura çöküntülərinə nisbətən daha geniş yayılıb, ümumi qalınlığı 650-700 m-dir, litoloji tərkibcə gilli və əhəngdaşlı şistlərdən, qumdaşlarından, porfiridlərdən, əhəngdaşlı tuflardan və gillərdən təşkil olunub.

Dördüncü dövr çöküntüləri Holosen, Alt Xvalın və Üst Xəzərin allüvial, allüvial-prolüvial növləri ilə təmsil olunur. 950-1200 m qalınlığa malik kontinental mənşəli bu çöküntülər [1] vadinin şimal hissəsində, Böyük Qafqazın cənub yamaqlarından axan dağ çaylarının dərələri boyunca inkişaf tapmışlar və yaşlarına görə Yeni Xəzər-Abşeron mərtəbəsinə aid olunurlar. Litoloji tərkibcə bu çöküntülər qaymadaşlarından, çaqıl-çınqıl və qumlardan, gilcə və gillərdən ibarətdirlər.

Tədqiqat sahəsi cənub-şərqi Qafqazın böyük bir hissəsini əhatə edir və tektonik cəhətdən Böyük Qafqazın şərqi qurtaracağına, Kür dağarası çökəkliyin tektonik və strukturformasiya zonalarının elementlərini özündə birləşdirir.

Azərbaycan Respublikasının yeni hidrogeoloji rayonlaşdırılma sxeminə görə Qanıx-Əyriçay vadisi Kür-Araz düzənliyi geotektonik regionunun məsamə-lay suları hövzələrindən biridir.

Ərazidən axan çoxsaylı çayların olması, xeyli miqdarda atmosfer yağıntılarının düşməsi, böyük qalınlığa və sukeçiriciliyə malik allüvial və allüvial-prolüvial çöküntülərin yayılması Qanıx-Əyriçay vadisində yeraltı suların formalaşması üçün çox əlverişli şərait yaradır və onların qidalanmasında əsas yeri çayların yataqlarında və vadilərində çay sularından olan infiltrasiyalar tutur.

Bütün dağətəyi və dağarası monoklinal və sinklinal strukturlarda Dördüncü dövr çöküntülərindən təşkil olunmuş çayların gətirmə konusları onların fəaliyyətilə bağlı mürəkkəb geomorfoloji-litoloji generasiya-daraqvari quruluş yaratmışdır. Nəticədə müxtəlif litoloji tərkibə, yaşa və genezisə malik iridənəli və gilli süxurların kəsilişdə və sahə üzrə növbələşməsi müşahidə olunur. Dağətəyi zonalarda – çayların gətirmə konuslarının yuxarı hissələrində yayılmış iri ölçülərə malik qaymalar və iri çaydaşları mərkəzi (orta) hissələrdə nisbətən kiçik ölçülü çaydaşları və çaqillarla, qum doldurucuları isə qumcağilcə və gilli doldurucularla əvəz olunurlar, aşağı (kənar) hissələrdə isə gilli süxurlar üstünlük təşkil edirlər. Burada gətirmə konuslarının yuxarı hissəsində yayılan yeraltı sular vahid təzyiqsiz su horizontunu yaradır. Gətirmə konuslarının orta hissələrindən etibarən kəsilişdə müşahidə olunan gilçəli və gilli laylar vahid su horizontunu təzyiqsiz və təzyiqli horizontlara ayırır. Təzyiqsiz suların ən böyük yatma dərinliyi (80-120m) dağətəyi zonalardadır, 350 m dərinlikli quyuların məlumatına görə sulu layların qalınlığı 4-5 m-dən 230-270 m-ə qədərdir. Bu suların yeraltı axın istiqaməti şimal-şərqdən cənub-qərbdə doğru olaraq, səviyyələrinin mailliyi 0,05-0,001 təşkil edir.

Təzyiqsiz sular həm Böyük Qafqazın cənub yamaclarının ətəklərində, həm də vadinin ərazisində müxtəlif sərfə malik bulaqlar (konuslararası çökəkliklərdə 280-300l/s sərfə malik) şəklində yer səthinə çıxırlar. Bu

suları aşkar edən quyuların sərfi suçəkmə zamanı 0,3-31 l/s, xüsusi sərfələri isə 0,2-13,6 l/s.m arasında dəyişir. Sulu süxurların süzülmə əmsalı 0,2-15,8 m/gün arasında dəyişərək, sukeçiricilik əmsalı (ən çox müşahidə olunan qiymət 1000-2000 m<sup>2</sup>/gün olmaqla) 3900m<sup>2</sup>/günə qədər çatır.

Təzyiqli horizont bir-biri ilə sıx hidravlik əlaqədə olan bir neçə laylardan ibarətdir. Sulu layların litoloji tərkibi qaymalardan, çaydaşlarından, çaqillardan ibarətdir. Təzyiqli sulu horizontun tavanının yatma dərinliyi 11-97 m, qalınlığı isə 11-274 m arasında dəyişir. Təzyiqli sulu horizontun pyezometrik səviyyəsi həm yer səthindən aşağıda (17 m), həm də yer səthindən yuxarıda (+10÷ +15 m) qərarlaşır. Bu suları aşkar edən quyuların xüsusi sərfi 0,1-10,5 l/s.m arasında dəyişir. Sulu süxurların süzülmə əmsalı 10-20 m/gün təşkil edərək, sukeçiricilik əmsalı kəmiyyətcə böyük diapazonda – 70 - 2900 m<sup>2</sup>/gün arasında dəyişir [5]. Təzyiqsiz və təzyiqli sulu horizontları ayıran laylar (qalınlığı 5-30 m arasında dəyişən, nadir hallarda 45 m-ə çatan) ya gillərdən, ya da gilli tamamlayıcıları olan çaydaşları və çaqillardan ibarətdir.

Rejim əmələgətirən faktorları, o cümlədən insanların təsərrüfat fəaliyyəti ilə bağlı şəraiti (suvarma, sugötürücülərlə istismar və s.) nəzərə almaqla rejimin aşağıdakı əsas tipləri qeydə alınır – iqlim, iqlim-irriqasiya və istismar. Birinci çayların gətirmə konuslarının başlanğıcını, ikinci və üçüncü tiplər irriqasiya sistemi və kaptaj qurğularının yerləşdiyi mərkəzi hissədən boşalma sahəsinə qədər ərazini əhatə edir [4].

Yeraltı suların temperaturunun il ərzində dəyişməsi 10-11,5°C, qrunt sularının səviyyəsinin dəyişmə amplitudası orta illikdə 1,0 m təşkil edir. Çoxillik kəsilişdə qrunt sularının minerallaşma dərəcəsinin dəyişməsi 0,1-0,2 q/l, təzyiqli sularda isə 0,28-0,32 q/l intervalında olur. Burada suların qidalanma və sərf olunma şəraitləri, həmçinin təzyiqli və qrunt sularının yeraltı axın istiqaməti eynidir və ərazidə regional sukeçirməyən lay yoxdur. Pyezometrik səviyyənin qrunt su səviyyəsindən yüksəkdə olması qrunt sularının təzyiqli sularla qidalanmasını təmin edir, həmçinin ərazidə qrunt və təzyiqli sulu horizontlara vahid hidravlik əlaqəli təzyiqli-qrunt suları kompleksi kimi baxmağa imkan verir.

Qanıx-Əyriçay vadisinin yeraltı sularının regional ehtiyatının qiymətləndirilməsinə tədqiqatçılar müxtəlif illərdə təşəbbüs göstərmişlər. Məlumdur ki, yeraltı suların istismar ehtiyatları balans, hidrodinamiki və s. üsullarla qiymətləndirilir. Balans üsulu artezian hövzələrində olduqca qısa müddətdə və az vəsait sərf etməklə təbii regional ehtiyatı qiymətləndirməyə imkan verir. Vadinin yeraltı sularının hesablanmış balansı burada böyük miqdarda su ehtiyatlarının mövcud olduğunu göstərir. Bu ərazi üçün yeraltı axın modulu  $5,5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ -dir. Onun maksimal miqdarı Ağçay, Bumçay, Dəmiraparançay, Vəndamçay və Göyçay çaylarının gətirmə konuslarının mərkəzində  $10 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ -ə çatır. E.Q.Əsgərbəylinin hesablamalarına görə [6] göstərilən ərazidə yeraltı axının miqdarı  $43 \text{ m}^3/\text{s}$ -dir. V.A.Listenqarten tərəfindən tədqiqat sahəsində yeraltı axının miqdarı  $32 \text{ m}^3/\text{s}$  həcmində hesablanmışdır. Lakin bu hesablamalarda da bəzi çayların gətirmə konusları (Oğuz-Qəbələ sahəsində) nəzərə alınmamışdır. Aparığımız tədqiqatlar göstərir ki, nəzərə alınmayan çayların gətirmə konusları ərazisində yeraltı axının miqdarı  $9,3 \text{ m}^3/\text{s}$ -dir. Bu sulardan istifadə etmək üçün hidrogeoloji parametrlərin optimal göstəricilərinə əsasən yeni sugötürücülərin yerləşmə sahəsi və sxemi müəyyənləşir və yeraltı suların istismar ehtiyatları hesablanır, istismar ehtiyatları hesablanarkən təyin olunan hidrogeoloji parametrlərə süzülmə əmsalı ( $K_f$ ), səviyyə və təzyiq keçiricilikləri ( $a$ ), sulu horizontun qalınlığı ( $m$ ), süxurların sukeçiriciliyi ( $K_m$ ), layın suverimi, istismar quyularının dərinliyi və onlarda aşağı salınması mümkün olan səviyyə enimi və s. daxildir. Sugötürücülərin hidrogeoloji parametrləri dəqiq kəşfiyyat mərhələsində topa quyularda aparılan təcrübə suçəkmələrin məlumatlarına əsasən təyin olunur [2].

Dəqiq kəşfiyyat işləri nəticəsində tərtib olunmuş xəritələrin analizi göstərir ki, mərkəzləşdirilmiş sugötürücülərin yerləşməsi üçün Talaçay-Qaraçay (Zaqatala rayonu ərazisində), Qaraçay-Kərəmçay (Qax rayonu ərazisində), Daşağılçay-Ağçay (Oğuz rayonu ərazisində), Ağçay-Vəndamçay (Qəbələ rayonu ərazisində) gətirmə konuslarının mərkəzi ən yararlı sahələrdir. Bu sahələrdən də ən perspektivlisi Oğuz və Qəbələ rayonları ərazisidir ki, onların xarakterik xüsusiyyətləri – süxurların sukeçiriciliyinin yüksək ol-

ması, yeraltı suların yatma dərinliyinin və minerallaşma dərəcələrinin az olması və yeraltı axın miqdarının çox olması burada yeraltı sugötürücülərin yerləşməsi zəruriyyətini yaradır. Bu sugötürücülər yeraltı su axını tam tutmağı təmin edəcək.

Aparılmış tədqiqatlara əsasən ilk növbədə sugötürücü qurğuların yerləşməsi üçün Daşağılçayla Oğuz çayın (I sahə) və Tikanlıçayla Qumlaççayın (II sahə) gətirmə konuslarının mərkəzi hissələri, yəni sululuq göstəricilərinə görə ən əlverişli sahələr seçilmişdir. Bu sahələrdə sulu süxurların litoloji tərkibi çökmə və püskürmə süxurların qayma-daşları, çaydaşları və çaqıllarından ibarətdir. Sugötürücülərin yerləşdiyi sahələrin təbii sərhədlərini şimaldan Böyük Qafqazın cənub yamaclarının ətəkləri, cənubdan isə Acınhur yüksəkliyinin Neogen yaşlı gillərdən ibarət şimal ətəkləri təşkil edir. Bu sərhədlərin hər ikisi nisbi sukeçirməyən sahələr kimi qəbul edilir. Təklif olunan sugötürücü istismar olunarkən onun tələbatı həm təzyiqli, həm də təzyiqsiz horizontların boşalması hesabına ödəniləcək, yəni sugötürücü xətt təzyiqsiz rejimdə işləyəcəkdir.

Yeraltı suların istismar ehtiyatını qiymətləndirmək üçün sugötürücüdə səviyyə enimi hesablanır. Hesablama ilə alınan səviyyə eniminin ( $S_h$ ) aşağı salınması mümkün olan səviyyədən ( $S_m$ ) az və ya ona bərabər olması (yəni  $S_h \leq S_m$ ) yeraltı suların istismar ehtiyatının təmin olunması sayılır. Aşağı salınması mümkün olan səviyyə ( $S_m$ ) təzyiqsiz sulu horizontun qalınlığının 50%-i qədər, yəni  $S_m = 0,5h$ , təzyiqli sulu horizont üçün  $S_m = 0,5m + P$  qəbul olunur. Aparılmış hesablamalara əsasən istismar müddətinin sonda səviyyənin enmə həddi I sahədə 41,86 m, II sahədə isə 35,59 m ( $26,9 + 13,3$ ) olacaqdır. Səviyyə enməsinin bu həddi aşağı salınması mümkün olan səviyyənin ( $S_m = 110 \text{ m}$ ) I sahə üzrə 38%-i, II sahə üzrə 32%-i təşkil edir. Bu hesablamalar onu göstərir ki, baxılan ərazilərdə yeraltı suların istismar ehtiyatları artıqlaması ilə təmin olunur.

Təklif olunan sugötürücülərin məhsuldarlığının hesablanmasına əsasən yeraltı suların A+B kateqoriyaları üzrə istismar ehtiyatları  $51,84 \text{ min m}^3/\text{gün}$ , o cümlədən suların istismar ehtiyatının A kateqoriyası üzrə  $17,28 \text{ min m}^3/\text{gün}$ , B kateqoriyası üzrə  $34,5 \text{ min m}^3/\text{gün}$ , təşkil edir. Ümumi tələb olunan suyun həcmi  $432 \text{ min m}^3/\text{gün}$  təşkil edir və bu həcmə A+B kateqoriyası üzrə istismar

ehtiyatlarının fərqi, yəni  $(432-51,84)=380,16$  min  $m^3/gün$  olacaq ki, bu da istismar ehtiyatının  $C_1$  kateqoriyasına aid edilir.

Yeraltı suların miqdarına olan tələbatla yanaşı, onların keyfiyyət göstəriciləri də qüvvədə olan normativlərin tələblərinə uyğun gəlməlidir. İlkin və dəqiq hidrogeoloji-kəşfiyyat işləri prosesində yeraltı və yerüstü suların kimyəvi tərkiblərini, orqanoleptik xassələrini və s. öyrənmək üçün müxtəlif su məntəqələrindən – yeraltı suların qidalanmasında iştirak edən əsas çaylardan, ərazidə in-tişar tapmış bulaqlardan, istismar və kəşfiyyat quyularından su nümunələri götürülmüşdür. Su nümunələrinin kimyəvi, spektral və bakterioloji analizlərinin nəticələri göstərir ki, yeraltı və yerüstü suların keyfiyyət göstəriciləri, yəni mineralaşma dərəcələri (0,4-0,6 q/l) makro-və mikroelementlərin, eləcə də radioaktiv elementlərin miqdarı, onların bakterioloji göstəriciləri (koli-titr>333, koli-indeks<3) təklif olunan sugötürücülərin yerləşdiyi və onu əhatə edən sahələrdə hazırda ölkədə qüvvədə olan DÜİST 2874-82 «İçməli su» normativlərinə uyğundur.

Hər bir vətəndaşın keyfiyyətli içməli su ilə təmin edilməsi Azərbaycanın içməli su təchizatı strategiyasının əsas prinsiplərindən biridir [3]. Şəhərlərin su təchizatı sistemlərinin yenidən qurulması layihəsi çərçivəsində Böyük Bakının suya olan əlavə tələbatını ödəmək məqsədilə tədqiq olunan ərazidən Oğuz-Qəbələ-Bakı su kəməri vasitəsilə II mərhələdə  $10 m^3/s$  həcmində yeraltı suyun hasilatı (kəmərin I mərhələsi  $5 m^3/s$  məhsuldarlıqla 2010-cu ildən fəaliyyətdədir) əsas layihələrdən biri kimi irəli sürülüb. Eyni zamanda, vadinin 1,0-1,5 mln  $m^3/gün$  həcmində yeraltı suları Aran iqtisadi regionunun yaşayış məntəqələrinin su təchizatına cəlb oluna bilər.

## ƏDƏBİYYAT

1. Əliyev F.Ş., Məmmədova M.A. Bakı şəhəri əhalisinin mövcud və gələcək su təchizatı mənbələri, ekoloji problemləri. Bakı, "Çaşıoğlu", 2003, 200s.
2. Ələkbərov A.B. Yeraltı suların kəşfiyyatı və istismar ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi. Bakı, "Nafta-Press", 2014, 179s.
3. Hüseynov Q.C., Ələkbərov A.B. Xəzər Beynəlxalq Su Texnologiyaları konfransının materialları. Bakı, 2013, s.17-39.
4. Kazımov S.M., Babayev N.İ., İbrahimova

S.İ. Alazan-Əyriçay dağarası çökəkliyinin hidrogeoloji şəraiti və yeraltı suların rejim xüsusiyyətləri haqqında //ADNA, Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri. Bakı, 2012, №4, s.31-35.

5. Nəsimov A.V. və b. Bakı, Sumqayıt şəhərləri və Abşeron yarımadasının yaşayış məntəqələri əhalisinin mərkəzləşdirilmiş su təchizatı layihəsini əsaslandırmaq üçün Qanix-Əyriçay vadisində Oğuz-Qəbələ rayonları ərazisində 2005-2007-ci illərdə yeraltı suların kəşfiyyatı və istismar ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi işlərinin nəticələri haqqında hesabat. Bakı, Azgeol-fond, 2008, 210s.
6. Аскербейли Э.К., Каспарова И.Л. Подземные воды юго-западного склона Б. Кавказа и перспективы их использования для водоснабжения. Труды Бакфилиала ВНИИ ВОДГЕО, 1977, вып. XIV, с.50-110.

## **Закономерности формирования подземных вод ганых-агричайской долины и принципы оценки их эксплуатационных запасов**

**М.А. Мамедова**

### **Резюме**

В статье рассматриваются закономерности формирования запасов подземных вод Ганых-Агричайской долины в осадочных отложениях Четвертичного возраста, принципы выбора участка расположения водозаборов и оценки эксплуатационных запасов подземных вод, а так же обоснованы возможности использования их в целях питьевого водоснабжения населения централизованными водозаборами.

## **The regularities of the formation of the underground waters of ganikh-agrichai valley and the principles of assessment of their operational stocks**

**M. A. Mammadova**

### **Summary**

In the paper there are considered the regularities of the formation of groundwater resources of Ganikh-Agrichai valley in the sediments of Quaternary age, the principles

of the selection of the site and location of the water intake and the assessment of operational stocks of underground waters, as well as there are substantiated the possibilities of using them for the purpose of drinking water supply of the population with centralized

water intakes.

*Məqaləyə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin "Ümumi, tarixi və hidrogeologiya" kafedrasının dosenti S.M. Kazimov rəy vermişdir.*

UOT 621.472:662.997

## GÜNƏŞ ENERJETİK QURĞULARININ İZLƏYİCİ SİSTEMLƏRİNİN ENERJETİK HESABI VƏ TƏCRÜBİ NƏTİCƏLƏRİ

F.F. MƏMMƏDOV

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı. D.Əliyeva 227. fm.solarpower@gmail.com

*Məqələdə Abşeron yarımadasının coğrafi mövqeyinə uyğun olaraq, yüksəkpotensiallı günəş konsentratorlarının və panellərinin günəşə doğru istiqamətlənməsinin təmin edilməsi məqsədilə günəş izləyici sistemlərdən istifadə edilməsinə baxılır.*

**Açar sözlər:** *Günəş izləyici sistem, azimut, zenit, günəş qurğusu, günəş paneli.*

Abşeron yarımadasının coğrafi koordinatlarına uyğun olaraq, yüksəkpotensiallı günəş konsentratorlarının gün ərzində günəşə doğru perpendikulyarlığını təmin edilməsi məqsədilə onun, azimutal və zenital müstəvidə hərəkət etməsinə nəzər yetirək:

Bu məqsədlə konkret ərazi üzrə sutka ərzində günəş şüası selinin sıxlığı təyin edilmişdir.  $\theta$  bucağı altında dayanan müstəvi üzərinə düşən birbaşa günəş şüası selinin  $S_{birb}$  miqdarını təyin edək [1,2]:

$$S_{birb} = S_{r_{max}} \cdot K_{at} \cdot \cos \beta$$

Burada,  $S_{r_{max}}$  - günəş radiasiyası konstantıdır, hansı ki, günəşdən Yer səthinə düşən enerjinin miqdarıdır.  $S_{r_{max}} = 925Vt / m^2$ ;  $K_{at}$  - günəş şüasının atmosfer təbəqəsindən (hava kütləsindən) keçməsi üçün istifadə olunan düzəliş əmsalıdır;  $\beta$  - səth üzərinə doğru yönələn günəş şüalarının düşmə bucağıdır.

$$\cos \beta = \sinh_g \cos \alpha + \cosh_g \sin \alpha$$

Burada,  $\alpha$  - günəş modullarının üfüqə nisbətən olan bucağıdır;  $h_g$  - konkret zaman ərzində günəşin hündürlük bucağıdır.

Bu parametrləri təyin edəndən sonra kon-

sentrotorun azimutal müstəvi üzrə hərəkət trayektoriyasını təyin etmək olar [3].

Konsentratorun azimutal müstəvi üzrə hərəkəti günəşin görünən bucaq sürəti ilə bərabərlik təşkil etməlidir. Bunun üçün azimutal hərəkət sürətini aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik:

$$\omega_a = \frac{d_a}{d_t} = \frac{k \cos^2 \delta (\sin \varphi - \cos kt \cdot \operatorname{tg} \delta \cos \varphi)}{1 - (\cos \varphi \cos \delta \cos kt + \sin \varphi \sin \delta)^2}$$

Burada,  $kt$  - günortadan hesablanan saat bucağıdır;  $\delta$  - günəş meyletməsinin bucağıdır;  $\varphi$  - ərazinin coğrafi en dairəsidir.

İl ərzində ən böyük azimutal hərəkət sürətini 21 iyuna, ən kiçik azimutal hərəkət sürəti isə 21 dekabra təsadüf edir. Bunun üçün maksimal azimutal hərəkət sürətini təyin edək:

$$\omega_{a_{maks}} = \frac{k}{\sin \varphi - 0,4338 \cos \varphi}$$

Azimutal müstəvidə konsentratorları hərəkətə gətirən elektrik mühərriklərinin ümumi gücünü aşağıdakı kimi təyin edə bilərik:

$$N_{müh} = 0,0098 \frac{\omega_{a_{maks}}}{\eta} \sum_n^m \left[ 0,7G + (0,005G + \frac{\bar{S} \rho v^2 F}{2})R \right]$$

Burada,  $\eta$  - ötürücü sistemdə iştirak edən bütün mexanizmin f.i.ə.-dir;  $m$  - konsentratorlardan ibarət olan ayrı-ayrı bölmələrin sayıdır ədəd;  $n$  - hər bir bölmədə olan konsentratorların sayıdır ədəd;  $G$  - konsentratorların çəkisidir  $kq$ ;  $\rho$  - havanın sıxlığıdır  $kq/m^3$ ;  $v$  -

küləyin hesabi sürətidir  $m/san$ ;  $F$  - konsentratörün səthinin sahəsidir  $m_2$ ;  $R$  - azimutal müstəvidə hərəkət zolağının radiusudur  $m$ ;  $\bar{S}$  - hər bir konsentratör bölməsinin aerodinamik müqaviməti üzrə ölçüsüz kəmiyyətidir və aşağıdakı kimi təyin edilir [4]:

$$\bar{S} = C_x \cos \psi - C_y \sin \psi + \mu(C_x \sin \psi + C_y \cos \psi)$$

Burada,  $C_x$  və  $C_y$  - aerodinamik əmsallardır;  $\mu$  - sistemin hərəkəti zamanı titrəmə əmsalıdır.

Aerodinamik qüvvələrin konsentratörün səthinə təsirini aşağıdakı kimi təyin etmək olar [5, 6]:

$$\beta = 90 - (\gamma + \frac{\alpha}{2})$$

Burada,  $\gamma$  - konsentratörün mərkəzi oxu ilə küləyin istiqaməti arasındakı bucaqdır;  $\alpha$  - konsentratörün mərkəzi oxunun mərkəzə doğru istiqamətlənməsi arasındakı bucaqdır.

Bu hesablamaya əsasən  $\psi$ -ni təyin edə bilərik:

$$\psi = \beta - \frac{\alpha}{2}$$

Aparılmış hesablamaya əsasən demək olar ki, konsentratörün azimutal müstəvidə hərəkəti zamanı tələb olunan elektrik mühərriklərinin gücü, ümumi alınan enerjinin 0,3%-ni təşkil edir.

Elektrik mühərriklərinin hərəkət etdirilməsi üçün günəş modullarından ibarət olan sistemdən istifadə etmək olar. Bunun üçün, orta hesabla 300 Vt gücündə günəş modulu, 2 ədəd akkumulyator və 1 ədəd kontroller lazım gəlir.

Zenital müstəvidə konsentratörün hərəkətini təmin edilməsi, ilin günləri və günəş hündürlüyünə uyğun olmaqla hər bir coğrafi mövqe və relyefdən asılıdır. Təbii ki, əsas olaraq, nəzərdə tutulan məkanda stasionar şəkildə quraşdırılmış günəş konsentratörünün coğrafi mövqeyinə və ərazinin relyefinə əsasən günəşin hündürlük bucağını da təyin etmək olar. Bu bucaqların təyin edilməsi üçün aşağıdakı düsturlardan istifadə edək [7, 8, 9]:

$$tg \vartheta = \frac{\sin \alpha \cos \theta}{\cos \alpha \cos \theta + \cosh}$$

$$tgz = \cos \vartheta \frac{\sinh \sin \theta}{\cos \alpha \cos \theta + \cosh}$$

Burada,  $\theta$  konsentratörün səthindən əks olunan şüa ilə üfüqi müstəvi arasındakı bucaqdır. Aparılmış hesablamaya əsasən demək olar ki, konsentratörün hər iki müstəvidə hərəkətinin təmin edilməsi məqsədilə yuxarıda göstərilən parametrlərin nəzərə alınması vacibdir. Lakin, konsentratörün həndəsi formasından (parabolik, parabolosilindirik, müstəvi və digər) asılı olaraq, məsələn parabolosilindirik konsentratörü yalnız zenital müstəvidə də hərəkət etdirmək olar. Bunun üçün, 2 şərtə əməl olunmalıdır. Bunlardan 1 - cisi parabolosilindirik konsentratörün düzülmə forması üfüqi şəkildə uzununa olmalıdır. 2 - cisi isə, ərazinin coğrafi en dairəsindən asılı olaraq, konsentratörün mərkəzi oxunu günəşin hündürlük bucağının maksimum olduğu istiqamətə doğru yönəltmək. 2 - ci variantda bir sıra sapmalar meydana gəlir ki, bu da konsentratörün işinə mənfi təsir göstərir. Bu sapmaların hesablanması məqsədilə və optimal göstəricinin tapılması üçün aşağıdakı tənlikdən istifadə edək:

$$\left. \begin{aligned} \cos z_1 \cos \vartheta_1 \cos \mu + \sin z_1 \cos \nu + \cos z_1 \sin \vartheta_1 \cos \eta &= \cos \varphi \\ \cos z_2 \cos \vartheta_2 \cos \mu + \sin z_2 \cos \nu + \cos z_2 \sin \vartheta_2 \cos \eta &= \cos \varphi \\ \cos z_3 \cos \vartheta_3 \cos \mu + \sin z_3 \cos \nu + \cos z_3 \sin \vartheta_3 \cos \eta &= \cos \varphi \\ \cos^2 \mu + \cos^2 \nu + \cos^2 \eta &= 1 \end{aligned} \right\}$$

Burada, demək olar ki, konsentratörün öz oxu ətrafında hərəkət etməsi müəyyən dəyişən bucaq sürəti vasitəsilə həyata keçməlidir. Bunun üçün, dəyişən bucaq sürətini təyin edək [7]:

$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{dz}{dt} \frac{\cos z}{\sqrt{\sin^2 \varphi \sin^2 \nu - (\sin z - \cos \varphi \cos \nu)^2}}$$

Konsentratörün oxunda fırlanma hərəkətinin təmin edilməsi zamanı mexanizmin ötürmə ədədini təyin edilməsi  $\frac{d\psi}{dt}$  - nin maksimal qiymətindən asılıdır. Bunun üçün mexanizmin ümumi ötürmə ədədini təyin edək:

$$i = 0,1045 \frac{n_{müh}}{\left(\frac{d\psi}{dt}\right)_{maks}}$$

Burada,  $n_{mih}$  - elektrik mühərrikinin dövrlər sayıdır, dövr/dəq.

Yuxarıda göstərilən metodikaya əsasən aparılmış hesablama nəticəsində və məlum təcrübələr [10] əsasında bir neçə ərazi üzrə günəş konsentratorlarının günəşə doğru istiqamətlənməsinin, azimutal və zenital müstəvi bucaqlarını və gedişlərinin doğruluğunu yoxlamaq üzrə təcrübələr aparılmışdır. Abşeron yarımadasının Cənub-Şərq və Cənub-Qərb istiqamətlərində aparılmış təcrübələr əsasnda günəş konsentratorlarının stasionar şəkildə və hər iki müstəvi üzrə hərəkəti zamanı qurğuların azimutal və zenital müstəvi bucaqlarının günün saatlarından asılılığı tərtib edilmişdir. Aşağıdakı cədvəldə Abşer-

ron yarımadasının Cənub – Şərq və Cənub – Qərb istiqamətlərində yay fəslə üzrə günəş konsentratorlarının azimutal və zenital müstəvi üzrə dönmə bucaqlarının qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 1-də Abşeron yarımadasının Cənub-Şərq və Cənub-Qərb istiqamətlərində yay fəslə ərzində aparılmış təcrübənin qiymətləri verilmişdir. Bu məqsədlə, 2 ayrı-ayrı müstəvi səthin üzərinə tam olaraq  $90^0$  bucaq altında bərkidilmiş okulyar və aktinometrik tubusdan istifadə edərək təcrübələr aparılmışdır. Təcrübələrə əsasən hər 30 dəqiqədən bir hər iki istiqamətdə və hər iki müstəvi üzərində alınan rəqəmlər qeyd edilmişdir.

*Cədvəl 1.*

*Abşeron yarımadasının Cənub – Şərq və Cənub – Qərb istiqamətlərində günün saatları üzrə günəş konsentratorlarının günəşə doğru perpendikulyarlığının təmin edilməsi üçün azimut və zenit bucaqlarının qiymətləri.*

	Cənub – Şərq											
Günün saatları	8 <sup>00</sup>	8 <sup>30</sup>	9 <sup>00</sup>	9 <sup>30</sup>	10 <sup>00</sup>	10 <sup>30</sup>	11 <sup>00</sup>	11 <sup>30</sup>	12 <sup>00</sup>	12 <sup>30</sup>	13 <sup>00</sup>	13 <sup>30</sup>
Azimutal bucaq	79.2	72.6	65.1	57.3	50.1	42.4	34.3	26.6	19.9	12.5	5.2	+2.4
Zenital bucaq	82.2	75.4	68.6	61.2	53.8	46.4	39.6	32.4	25.4	18.6	12.5	8
	Cənub – Qərb											
Günün saatları	13 <sup>30</sup>	14 <sup>00</sup>	14 <sup>30</sup>	15 <sup>00</sup>	15 <sup>30</sup>	16 <sup>00</sup>	16 <sup>30</sup>	17 <sup>00</sup>	17 <sup>30</sup>	18 <sup>00</sup>	18 <sup>30</sup>	19 <sup>00</sup>
Azimutal bucaq	2.4	9.8	17.1	24.5	31.9	39.6	46.6	53.9	61	68.8	76.4	84.2
Zenital bucaq	8	12.5	18.6	25.4	32.4	39.6	46.4	53.8	61.2	68.6	75.4	82.2

Ümumi ölçmə müddəti səhər saat 8<sup>00</sup>-19<sup>00</sup> intervalında olmaqla, 11 saat təşkil etmişdir. Alınmış qiymətlərin doğruluğunun yoxlanması məqsədilə hər iki müstəvi üzrə günəş izləyici sistemi test edilmişdir. Testə əsasən sistemin funksionallığının nə dərəcədə etibarlı olmasının öyrənilməsi üçün 2 ədəd eyni günəş paneli paralel olaraq, həm azimutal və zenital müstəvi üzrə hərəkət etməklə, həm də stasionar vəziyyətdə olmaq şərtilə təcrübələr

aparılmışdır. Təcrübələrə əsasən, günəş panelərinin əsas energetik parametrləri (U, V və I, mA) günün saatlarından asılı olaraq dəyişmə göstəriciləri qeyd edilmişdir. Alınmış rəqəmlər cədvəl 2-də verilmişdir. Təcrübələrdə 2 ədəd Tayvan istehsalı olan günəş panelindən və ProStar-15 markalı kontrollerdən istifadə edilmişdir. Günəş paneli şəkil 1-də, kontroller isə şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Günəş paneli, kontroller və akuumulyatorlarla birgə.



Şəkil 2. ProStar-15 markalı kontroller.

Cədvəl 2.

Günəş panelinin əsas energetik parametrlərinin ( $U$ ,  $V$  və  $I$ ,  $mA$ ) gün ərzində çıxış göstəriciləri.

Günün saatları	Azimutal və zenital müstəvi üzrə hərəkət		Stasionar vəziyyətdə	
	$U$ , $V$	$I$ , $mA$	$U$ , $V$	$I$ , $mA$
8 <sup>00</sup>	21.10	96	8.87	48
8 <sup>30</sup>	21.22	158	10.63	99
9 <sup>00</sup>	21.74	221	12.08	196
9 <sup>30</sup>	21.68	248	14.12	212
10 <sup>00</sup>	22.34	261	16.58	233
10 <sup>30</sup>	22.58	281	17.01	259
11 <sup>00</sup>	22.84	324	17.26	311
11 <sup>30</sup>	23.18	384	18.35	376
12 <sup>00</sup>	23.54	418	20.41	401
12 <sup>30</sup>	23.36	435	21.18	429
13 <sup>00</sup>	24.77	464	22.13	446
13 <sup>30</sup>	26.20	488	24.90	465
14 <sup>00</sup>	25.91	471	23.39	451
14 <sup>30</sup>	23.65	438	22.51	423
15 <sup>00</sup>	22.98	409	21.36	389
15 <sup>30</sup>	23.05	388	20.79	328
16 <sup>00</sup>	22.51	356	18.36	248
16 <sup>30</sup>	21.35	324	17.04	205
17 <sup>00</sup>	21.01	301	16.23	164
17 <sup>30</sup>	18.62	271	14.31	131
18 <sup>00</sup>	15.11	256	12.20	99
18 <sup>30</sup>	12.32	192	10.88	74
19 <sup>00</sup>	10.58	101	8.21	51

## NƏTİCƏ

Aparılmış hesablama və təcrübələr nəticəsində aydın oldu ki, günəş enerji sistemlərinin günəş izləyici sistem ilə təmin olunduğu zaman, qurğuların səmərəlilik göstəriciləri yüksəlir.

## Ədəbiyyat

1. Asiful Islam, Nur Mohammad, P.K. Shadhu Khan, "Modeling and Performance Analysis of a Generalized Photovoltaic Array in Matlab", International Conference on Power electronics, Drives and



Energy Systems (PEDES) and 2010 Power India, 2010.

2. Dumas, M., Ingende, G., Tention, K., and Thompson, M., "Real-Time Intelligent Solar Energy System," Preliminary Design Review, Mercer University School of Engineering, Macon, GA USA, December 2013.
3. Solar Angle Calculator. Solar Electricity Handbook. N.p., n.d. Web. 25 Sept. 2013.
4. O. Stalter, B. Burger, S. Bacha, D. Roye: Integrated Solar Tracker Positioning Unit in Distributed Grid-Feeding Inverters for CPV Power Plants, ICIT 2009, Australia
5. Gouda O, Amer G, Elkhodary T, and Awaad M, "Optimum Design and Implementation of Tracking PhotoVoltaic Power System based on Plc and Micro Controller," 14 th international middle east power system conference, Dec. 2011.
6. Panait M. A, Tudorache T. A Simple Neural Network Solar Tracker for Optimizing Conversion Efficiency in Off-Grid Solar Generators, ICREPQ 2008, Spain
7. What is U.S. Electricity Generation by Energy Source? U.S. Energy Information Administration (EIA). U.S. Energy Information Administration (EIA). Retrieved August 29. 2013.
8. N.Barsoum, "Implementation of Solar Tracking Pilot Project," Global journal of Technology and Optimization, Vol-2. 2011.
9. Tudorache T, Krindler L. "Design of Solar Tracking System for Power Plants," Acta Polytechnica Hungarica, Vol-7. 2010.
10. Visconti. P., V. Ventura, F. Tempesta. D. Romanello, and Cavalera. G. Electronic System for Improvement of Solar Plant Efficiency by Optimized Algorithm Implemented in Biaxial Solar Trackers. 10th International Conference on Environment and Electrical Engineering. 2011.

**UOT 502/504:001.8; 502.175**

**М.Н. МУРАДОВ, З.Э. МЕШАДИБЕКОВА, П.М. ТАГИЗАДЕ, Ш.З. ЗАБИДЛИ**

*Национальное Аэрокосмическое Агентство  
Особое Конструкторское Бюро Космического Приборостроения*

**Ф.Ф.МАМЕДОВ**

### **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕ- ЗУЛЬТАТЫ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

В статье рассматривается использование систем солнечного слежения с целью обеспечения высокопотенциальных концентраторов и панелей в направлении на Солнце в соответствии с географическим положением Апшеронского полуострова.

**Ключевые слова:** Система слежения за солнцем, азимут, зенит, солнечная установка, солнечная панель.

**F.F. MAMMADOV**

### **ENERGY CALCULATION AND EX- PERIMENTAL RESULTS OF SUN TRACKING SYSTEMS OF SOLAR ENERGY PLANTS**

**Abstract**

The article discusses the use of sun tracking systems to ensure that high-potential concentrators and solar PV in the direction of the sun according to the geographical location of the Apsheron Peninsula.

**Keywords:** Sun tracking system, azimuth, zenith, solar energy plant, solar PV.

*Məqaləyə Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin "Neft yataqlarının işlənməsi və istismarı" kafedrasının müdiri, AMEA-nın müxbir üzvü, Əməkdar Elm Xadimi, RTEA-nın akademiki, t.e.d., professor T.Ş.Salavatov rəy vermişdir.*

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, оргграф, потенциально опасный промышленный объект (ПОПО), экспертные оценки

Исходя из анализа техногенных рисков, вероятность возникновения аварийных ситуаций на потенциально опасных промышленных объектах (ПОПО) у нас в стране и за рубежом по прежнему остаётся высокой, в связи с чем задачи создания эффективных методов и систем оценки экологической безопасности продолжают сохранять свою актуальность.

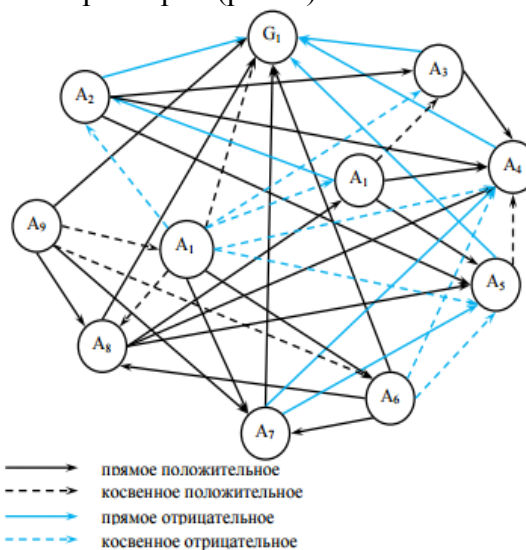
В связи с тем, что экологическая безопасность объекта и окружающей среды должна рассматриваться исходя из проблем технической и технологической безопасности, а также с точки зрения социальных последствий [1], моделирование оценок экологической безопасности требует не только количественных, но и качественных методов [2]. Формализованную модель оценки экологической безопасности как сложной системы можно построить, представив переменные и оценки в виде системы признаков и описав структуру такой системы через ориентированные графы (орграфы) [3].

Система оценки экологической безопасности с применением оргграфов содержит множество различных вариантов принятия решений для всех рассматриваемых сценариев развития ситуации в зонах влияния ПОПО. В состав системы входят модуль опроса экспертов, база данных с эталонами ситуаций согласно ГОСТам, модуль анализа и сравнения результатов. Основными функциями являются: опрос экспертов, формирование графа, описывающего экологическую безопасность ПОПО и зон его влияния на момент проведения опроса, сравнение сформированного графа экспертных оценок с эталонными графами и отображение результатов сравнения графов с выделением проблемных аспектов.

Оргграф, изображенный на рисунке 1 (орграф  $G_1$ ) имеет одиннадцать вершин и связи между ними. При этом направление связи говорит о влиянии одного фактора (показателя) на другой. При положительном влиянии исходный фактор усиливает последующий. Например, если будет увеличиваться частота и длительность работы в нештатном режиме ( $A_1$ ), то естественно будут накапливаться неуверенность и усталость персонала, это будет приводить к порче и выходу из строя оборудования.

Результатом всего этого будет появление новых вредных воздействий на персонал объекта и население, проживающее в зоне влияния ПОПО, а также окружающую среду при сложившейся природной и техногенной обстановке ( $A_2$ ), что, безусловно, отрицательно повлияет на экологическую безопасность ( $G_1$ ).

Экологическую безопасность ( $G_1$ ) можно описать с помощью ряда переменных, каждая из которых представляет множество параметров (рис. 1).



*Рис. 1. Оценка экологической безопасности в зоне влияния ПОПО в условиях безаварийного режима работы.*

Увеличение  $A_1$  может повлечь за собой превышение существующих на данной

территории уровней вредных воздействий и загрязнений ( $A_3$ ), что также отрицательно влияет на экологическую безопасность ( $G_1$ ). В свою очередь логично, что увеличение параметров  $A_2$  окажет положительное влияние на  $A_3$ .

Результаты вредного воздействия (в том числе и длительные) на обслуживающий персонал и население ( $A_4$ ) и на окружающую среду ( $A_5$ ) будут усиливаться в зависимости от увеличения параметров  $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$  и отрицательно влиять на  $G_1$ . Кроме того, показатель  $A_4$  будет дополнительно усиливаться за счет влияния  $A_5$ .

Улучшение экологической обстановки за счет своевременного планирования  $A_6$  и выполнения природоохранных мероприятий  $A_7$  (очистка воды, канализационных стоков, воздуха в технологических схемах ПОПО, уборка и безопасная утилизация отходов) непосредственно будет влиять на уменьшение  $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$  и, как следствие,  $A_4$  и  $A_5$ . Естественно, чем больше  $A_7$ , тем лучше для  $G_1$ .

Экономические выигрыши проекта, позволяющие улучшить финансирование программ по безопасности персонала объекта, охране окружающей природной среды и сохранения здоровья населения в зонах влияния ПОПО ( $A_9$ ), будут усиливать потенциал вершин данного графа  $A_7$ ,  $A_8$ ,  $G_1$ . В свою очередь понятно, что чем больше будут поступать инвестиций на выполнение мероприятий по улучшению экологической обстановки в зонах влияния ПОПО, тем будет меньше потенциал не только вершин негативных событий ( $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$ ), но и их результатов ( $A_4$ ,  $A_5$ ).

Дополнительные вложения ( $A_9$ ) помогут организовать качественный контроль за работой всей системы экологической безопасности объекта и выполнением мероприятий, направленных на повышение квалификации и подготовку к действиям в различных ситуациях личного состава, работающего на ПОПО ( $A_{10}$ ).

Теперь более подробно опишем модуль опроса экспертов, а также модуль анализа и сравнения результатов.

Модуль опроса экспертов формируется на основании оценок экспертов. Если количество экспертов равно  $m$  и число оценок состояния факторов экологической безопасности ПОПО равняется  $11$ , то мы получаем трехмерную матрицу размерности  $11 \times m \times n$ , где  $n$  - количество наблюдений во времени.

На основании матрицы опроса экспертов лицо принимающее решение может принимать те или иные решения.

## ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев С.Е. О математическом моделировании проблем технической и технологической безопасности. Геоинформатика № 3, 1998. с.41-42.
2. И.М. Янников, М.В. Телегина оценка экологической ситуации с применением методов математического моделирования. Геоинформатика, №5. с.23-25
3. И.М. Янников. Применение орфографов для моделирования и оценки экологической безопасности. Геоинформатика № 4, 1999. с. 47-49.

**M.N. MURADOV,  
Z.E. MƏŞƏDİBƏYOVA,  
P.M. TAĞIZADƏ, Ş.Z. ZABİDLİ**

## **ƏTRAF MÜHİTİN EKOLOJİ TƏHLÜKƏZLİYİNİ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ ÜÇÜN EKSPERT RƏYLƏRİNİN İSTİFADƏ MƏSƏLƏSİNƏ DAİR**

### **XÜLASƏ**

Məqalədə ekoloji təhlükəzlik məsələsinə baxılır. Potensial təhlükə yarada bilən obyektlər orqraf şəklində təsvir olunur. İdarəetmə qərarların qəbul edilməsi üçün ekspertlərin rəyləri modulu təklif olunur.

**M.N. MURADOV, Z.E.  
MASHADIBAYOVA, P.M.  
TAGIZADE, S.Z. ZABIDLI**

**EXPERT OPINION ON SAFETY  
FOR ASSESSMENT OF ENVIRON-  
MENTAL PROTECTION**

**ABSTRACT**

In the article the question of ecological safety measures. Potentially endanger orgraf objects are described in the form. Management decision making for the module offers views of experts.

*Məqaləyə  
KC MBK-nın baş elmi işçisi,  
t.e.n. M.İ. Məmmədov rəy vermişdir.*

**UOT. 669.24.53621.3.01.3.537.**

**PƏNAHOV T.M., ƏHMƏDOV V.İ., MUSAYEVA S.M.**

*valik.ahmadov@gmail.com, AzMIU Fizika kafedrası*

**Fe-Cr-Al SISTEMI ƏRİNTİLƏRİNİN DEMFİRLƏYİCİ XASSƏSİNƏ  
TERMOMAQNİT EMAL TEMPERATURUNUN TƏSİRİ**

Termomaqnit emal temperaturunun tabı alınmış Fe-8,1%Cr-1,9%Al və Fe-10,3%Cr-0,45% Al ərintilərinin demfirləyici xassələrinə təsiri tədqiq edilmişdir. Maksimal demfirləyici xassəni təmin edən optimal termomaqnit emal rejimi aşkar edilmişdir.

Daxili sürtünmənin maqnitomexaniki təbiətinə malik ərintilərin işlənməsinin analizi göstərir ki, onların məcmusu kifayət qədər genişdir. Ən geniş məlum olanları: Fe-Cr, Fe-Al, Fe-Si ikiqat sistemləri, Fe-Cr-Al, Fe-Cr-Mo [1] üçqat sistemləri və sairələridir. Yüksək demfirləyici xassəni təmin edən quruluşu əldə etmək üçün baxılan ərintilərdə termik emalın müxtəlif növləri tətbiq edilir. Ən geniş yayılmış termik emal növü yüksək temperaturlu tabalma və ya iki qat tabalmasıdır [2].

Sonrakı tədqiqatlar göstərdi ki, qeyd edilən termik emaldan sonra aparılan termomaqnit emal xüsusi halda Fe-15,4%Cr, Fe-4%Al, Fe-6%Al [3] ikiqat ərintilərin demfirləyici xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə yüksəltmə imkanına malikdir.

Bununla əlaqədar olaraq Fe-Cr-Al ərintilərinin timsalında üçqat ərintilərin demfirləyici xassələrinə termomaqnit emalın təsiri

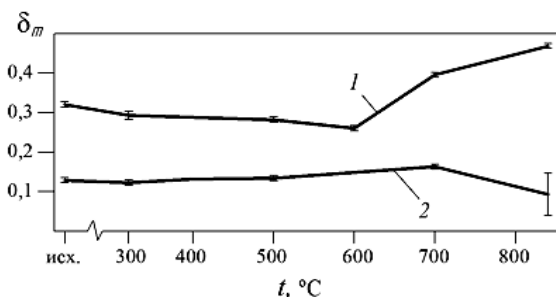
nin öyrənilməsi elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Fe-Cr-Al sistemindən iki ərinti öyrənilmişdir: Fe-8,1%Cr-1,9%Al və Fe-10,3%Cr-0,45% Al ərintiləri.

Ərintilər əvvəlcə 1150<sup>0</sup>C və sonra 850<sup>0</sup>C temperaturlarda vakuumda ikiqat termik emal edilmişlər.

Sonrakı termomaqnit emal vakuumda 300-840<sup>0</sup>C temperatur intervalında aparılmışdır. Demfirləyici qabiliyyətin xarakteristikası kimi loqarifmik dekrement qəbul edilmişdir.

Termomaqnit emalın ərintilərin demfirləyici xassələrinə təsirinin öyrənilməsinin nəticələri şəkil 1-də göstərilmişdir. Alüminiumu daha çox olan Fe-8,1%Cr-1,9%Al ərintisinin tədqiqi göstərdi ki, termomaqnit emal temperaturunun 600<sup>0</sup>C qədər yüksəlməsi demfirləyici xassənin müəyyən qədər zəifləməsinə gətirir.



Şəkil 1. Əvvəlcədən 1150°C və 850°C temperaturalarda ikiqat bişirilməyə məruz qalmış Fe-8,1%Cr-1,9%Al (1) və Fe-10,3%Cr-0,45%Al (2) ərintilərinin termomaqnit emal temperaturunun loqarifmik dekrementin maksimumuna təsiri.

Bu ərintilərdə demfirləyici xassənin əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlməsi 600-840°C temperatur intervalında müşahidə edilir. Termomaqnit emal temperaturunun demfirləyici xassəyə təsir qanunauyğunluğu ikiqat Fe-15,4%Cr [2] ərintilərinə anolojiyədir.

Kiçik miqdarda alüminiuma malik Fe-10,3% Cr-0,45% Al ərintilərinin tədqiqi göstərdi ki,  $\delta_{\max}$  parametrinin cüzi yüksəlməsi termomaqnit emal temperaturunun 700°C qədər baş verir. Termomaqnit emal temperaturunun 840°C yüksəlməsi demfirləyici xassənin cüzi azalmasına səbəb olur. Bu da onu göstərir ki, termomaqnit emal bu ərintinin demfirləyici xassəsinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərmir.

#### Резюме

UOT:581.1

M.O. NƏCƏFLİ

Bakı Dövlət Universitet

### YARIMSƏNAYE QURĞULARINDA YAŞIL MIKROYOSUNLARIN İNTENSİV BECƏRİLMƏSİNİN MÜMKÜNLÜYÜNÜN ARAŞDIRILMASI

Mikroyosunlardan müxtəlif becərilmə rejimlərində yüksək məhsuldarlıq əldə etmək üçün optimal rejimin seçilməsi və məhsulun maya dəyərinin aşağı salınması vacib iqtisadi məsələlərdən biridir. Bu məqsədlə laboratoriya qurğusunda mikroyosun hüceyrələrinin çoxalmasına və yaş biokütlə çıxımına işıq intensivliyi, temperatur və NaCl-un qatı-

Исследовано влияние температуры термомагнитной обработки на демпфирующую способность отожженных сплавов Fe-8,1%Cr-1,9%Al и Fe-10,3%Cr-0,45%Al. Выявлены оптимальные режимы термомагнитной обработки, обеспечивающие максимальные демпфирующие свойства.

#### Ədəbiyyat

1. Головин, И.С. Влияние температуры на демпфирующую способность высокохромистой стали / И.С. Головин, И.А. Варвус //Металловедение и термическая обработка металлов. 1994. С. 26–30.
2. Скворцов А.И., Мельчаков М.А. Демпфирующая способность и структура сплава Fe-15,4%Cr при различных температурах термомагнитной обработки и предварительного отжига //Деформация и разрушение материалов. 2012. №4. С. 22–25.
3. Мельчаков М.А., Скворцов А.И., Чудakov И.Б. Влияние термической и термомагнитной обработок на свойства высокодемпфирующих сплавов железо-алюминий //Технология металлов. – 2011. – №11. – С. 28–32.

Мəqaləyə AzMİU-nun  
“Fizika” kafedrasının dosenti,  
f.r.e.n. H.İ. Hüseynov rəy vermişdir.

tempinin və yaş biokütlə çıxımının tədqiqindən alınan nəticələr verilmişdir. Aydın olmuşdur ki, mikroyosunların çoxalması və biokütlə çıxımı optimal şəraitdə (temperatur, işıqlanma) yüksək intensivliyə malikdir.

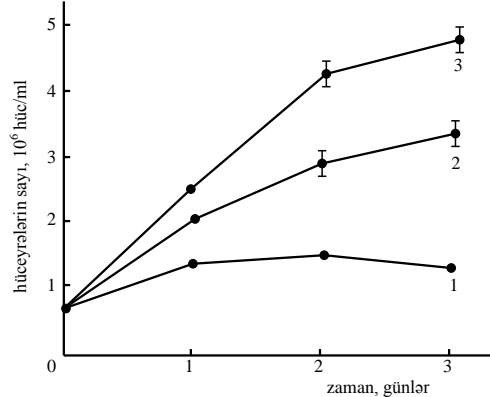
**İşin məqsədi:** Müxtəlif miqdarda (N, P, K, Mg) biogen elementlərlə zənginləşdirilmiş süni qidalı mühitlərdə yaşıl mikroyosunların intensiv becərilməsinin və gündəlik yaş biokütlə çıxımının araşdırılması olmuşdur.

**Material və metodlar.** Tədqiqat obyekti kimi Abşeron yarımadasının duzlu göllərindən ayrılmış Dunaliella yaşıl mikroyosun ştamından istifadə olunmuşdur. Mikroyosun hüceyrələri «UVKV» tipli (mikroyosun kulturalarını becərmək üçün qurğu) qurğuda becərilmişdir. Qurğuda fotoreaktorların diametri 6,5 sm, həcmi isə 1 litr olmuşdur. Hüceyrələrin qaz mübadiləsini təmin etmək üçün qurğuya kompressor, resiver, reduktor, tənzimləyici kranlar, rotametrlər, həmçinin hüceyrə suspenziyasının işıqlanmasını təmin edən lüminessent lampaların kompleksi də daxildir. Qurğuda işıqlanmanı 20-100 Vt/m<sup>2</sup>, qaz qarışığında CO<sub>2</sub>-nin miqdarını 0,03–3 %, temperaturu isə 10–45<sup>0</sup>C hüdudunda tənzimləmək mümkündür. Mikroyosunları becərmək üçün müxtəlif tərkibli (N, P, K, Mg) süni qidalı mühitlərdən istifadə olunmuşdur. Mühitlərin hazırlanması zamanı onların hər bir litrinə 1 ml mikroelement məhlulu əlavə edilmişdir. Mühitlərin pH-ı qələvi əlavə edilməklə optimal hüdudda saxlanılmışdır (1,2).

İri həcmli qurğularda Dunaliella hüceyrələrinin çoxaldılması üçün lazım olan qidalı mühitlərdə, qeyri-üzvi maddələrin külli miqdarda istifadəsi (əsasən NaCl, MgSO<sub>4</sub> və s.) rentabelliyyə təsir göstərir. Rentabelliyyə yüksəltmək məqsədilə Abşeronun bir neçə duzlu göllərinin (Binəqədi, Kürdaxanı, Masazır, Sumqayıt) suyu götürülmüş və kmyəvi tərkibi laboratoriya şəraitində öyrənilmişdir. Analizlər göstərmişdir ki, Masazır gölünün suyu yuxarıda qeyd olunmuş göllərlə müqayisədə çirkab sularla çirklənməyə az məruz qalmış və onun tərkibi NaCl duzu ilə (200 q/l) zəngindir. Qidalı mühit hazırlamaq üçün üç durulaşmadan istifadə edilmişdir (1,5; 2 və 3 dəfə) ki, bunların biri (2 dəfə durulaşma) məlum Abdullayev-Semenenko süni qidalı mühitinin ümumi duzlu-luğuna uyğun gəlir

(2). Bu durulaşmış mühitin üzərinə ayrı-ayrı miqdarlarda K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; KNO<sub>3</sub>; MgSO<sub>4</sub>; duzlarının əlavə edilməsi nəticəsində, hüceyrələrin intensiv çoxaldılmasına imkan verən müxtəlif qidalı mühitlər hazırlanmışdır. Bu mühitlər uzun müddət saxlanılsa da onların pH-ı, şəffaflığı sabit qalmış və heç bir çöküntü baş verməmişdir.

**Nəticələr və onların müzakirəsi.** Şəkil 1, 2 və 3-də Masazır gölünün suyu əsasında hazırlanmış (1,5; 2 və 3 dəfə durulaşdırılmış) və 16 Vt/m<sup>2</sup> işıq intensivliyi, həmçinin 27<sup>0</sup>C temperaturda becərilmiş yaşıl mikroyosunların çoxalma kinetikasi verilmişdir.

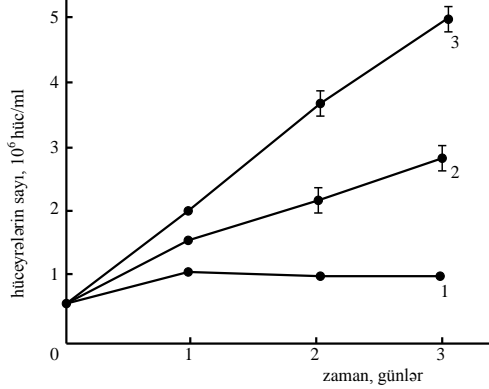


*Şəkil 1. Masazır gölünün suyu əsasında hazırlanmış müxtəlif tərkibli qidalı mühitlərdə becərilmiş yaşıl mikroyosunların çoxalma kinetikasi.*

- 1,5 dəfə durulaşdırılmış Masazır suyu;
  - 1,5 dəfə durulaşdırılmış Masazır suyu +5 q/l KNO<sub>3</sub>;
  - 1,5 dəfə durulaşdırılmış Masazır suyu +5 q/l KNO<sub>3</sub> +10 q/l MgSO<sub>4</sub>.
- İşıq intensivliyi 16 Vt/m<sup>2</sup>, temperatur 27<sup>0</sup>C.*

Şəkillərdən görüldüyü kimi Masazır suyunun 1,5; 2 və 3 dəfə durulaşdırılmış və üzərinə 10q/l MgSO<sub>4</sub>, 5q/l KNO<sub>3</sub> əlavə olunmuş (şəkil 1.3; 2.3; 3.3) mühitlərində yaşıl mikroyosunların çoxalma tempi digər variantlarla müqayisədə yüksəkdir. Bu mühitlərdə çoxalan hüceyrələrin reproduktivliyi yüksək olub, süni dəniz suyu (Abdullayev-Semenenko süni qidalı mühiti) ilə müqayisədə, heç də geri qalmır və hətta onu üstələyir.(2) Bu onunla izah olunur ki, Masazır gölünün suyunun tərkibində NaCl-dan başqa, yaşıl mikroyosunların çoxalması üçün lazım olan elementlər, o cümlədən cüzi miqdarda üzvi maddələr mövcuddur ki, bu da mikroyosun-

ların 3-4 günlük periodik çoxalması üçün kifayətdir.



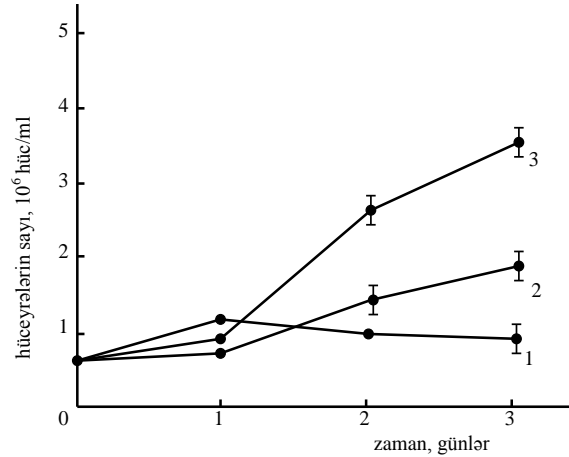
*Şəkil 2. Masazır gölünün suyu əsasında hazırlanmış müxtəlif tərkibli qidalı mühitlərdə becərilmiş yaşıl mikroyosunların çoxalma kinetikasi.*

1. 2 dəfə durulaşdırılmış Masazır suyu;
  2. 2 dəfə durulaşdırılmış Masazır suyu + 5 q/l KNO<sub>3</sub>;
  3. 2 dəfə durulaşdırılmış Masazır suyu + 5 q/l KNO<sub>3</sub> + 10 q/l MgSO<sub>4</sub>.
- İşıq intensivliyi 16 Vt/m<sup>2</sup>, temperatur 27 °C.*

Masazır gölünün suyu əsasında süni qidalı mühitləri hazırlayan zaman maya dəyərini aşağı salmaq, rentabelliği artırmaq və bioməhsuldarlığı yüksək səviyyədə saxlamaqla, biogen elementlərin (N, P, K, Mg) qidalı mühitdə minimal miqdarını müəyyən etmək üçün müxtəlif miqdarda biogen elementlərlə zənginləşdirilmiş qidalı mühitlər hazırlanmış və yaşıl mikroyosunların müqayisəli gündəlik yaş biokütlə çıxımının göstəriciləri tədqiq edilmişdir.

Gündəlik yaş biokütlə çıxımını araşdırılan zaman müəyyən olunmuşdur ki, tərkibində 2 dəfə durulaşdırılmış Masazır suyu və 10q/l MgSO<sub>4</sub>, 5q/l KNO<sub>3</sub>, 1,25q/l K<sub>2</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1 ml mikroelementlər əlavə olunmuş süni qidalı mühitdə, dövrü yığılma rejimində, becərilmiş yaşıl mikroyosunların gündəlik çoxalma tempi və yaş biokütlə çıxımının göstəriciləri daha yüksəkdir (0,02 q/l). Süni qidalı mühitdə biogen elementlərin (N, P, K, Mg) miqdarının azaldılması (şəkil 1.2; 2.2; 3.2) zamanı yaşıl mikroyosunların gündəlik çoxalma tempinin və yaş biokütlə çıxımının azalması müşahidə olunmuşdur. Süni qidalı mühitə MgSO<sub>4</sub> və KNO<sub>3</sub> əlavə etmədikdə mikroyosunların çoxalma tempi kəskin zəifləyir (şəkil 1.1; 2.1; 3.1). Bu onunla əlaqədardır ki, Mg və K canlı orqanizmlərin nor-

mal inkişafı üçün ən vacib elementlərdəndirlər. Belə ki, Mg yosunların fotosintetik aparatının formalaşmasına, hüceyrələrin bölünmə mexanizminə və hüceyrədaxili strukturların stabilizməsinə, K isə hüceyrələrin çoxalmasına, böyüməsinə, pigment aparatına və foto-sintezə təsir edir (3,4).



*Şəkil 3. Masazır gölünün suyu əsasında hazırlanmış müxtəlif tərkibli qidalı mühitlərdə becərilmiş yaşıl mikroyosunların çoxalma kinetikasi.*

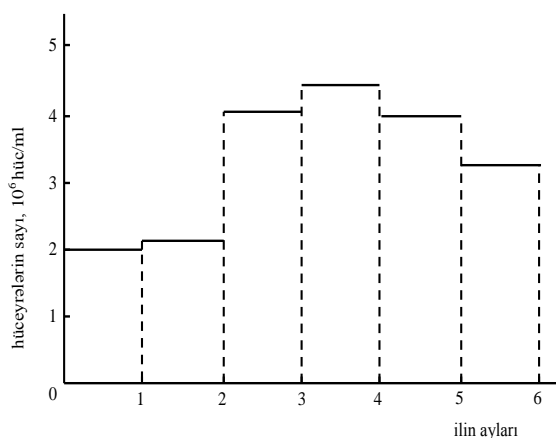
1. 3 dəfə durulaşdırılmış Masazır suyu;
  2. 3 dəfə durulaşdırılmış Masazır suyu + 5 q/l KNO<sub>3</sub>;
  3. 3 dəfə durulaşdırılmış Masazır suyu + 5 q/l KNO<sub>3</sub> + 10 q/l MgSO<sub>4</sub>.
- İşıq intensivliyi 16 Vt/m<sup>2</sup>, temperatur 27 °C.*

Alınmış nəticələr əsasında aşkar olunmuşdur ki, süni qidalı mühitdə biogen elementlərin miqdarını müəyyən həddə qədər azaltmaqla hüceyrələrin çoxalma tempini və nəticə etibarilə biokütlə çıxımını yüksək səviyyədə saxlamaq mümkündür. Aparılan tədqiqatların son nəticəsi kimi qeyd etmək olar ki, Masazır gölünün suyu əsasında hazırlanmış süni qidalı mühitlərdə yaşıl mikroyosunların çoxaldılması mümkündür. Alınmış nəticələr ümumiyyətlə mikroyosunların çoxaldılmasında əsas rol oynayan optimal qida mühitinin seçilməsi və yarımənaye qurğularında, iri həcmli fotoreaktorlarda tətbiqini reallaşdırmağa imkan verir.

Avtotrof mikroorqanizmlərdə, biotexnologiya üsulla, biokütlə istehsalına təsir edən amillərdən biri də işıq intensivliyidir. Bu məqsədlə açıq hava şəraitində tədqiqatlar aparılmış və mikroyosunları yüksək dəqiq-

liklə optimal becərilmə rejimində saxlamağa imkan verən 10 litrlik fotoreaktorlardan istifadə olunmuşdur.

Şəkil 4-də il boyu açıq hava şəraitində iri həcmli fotoreaktorlarda yaşıl mikroyosunların çoxalma kinetikasi verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi yaz, yay və payız aylarında iri həcmli fotoreaktorlarda yaşıl mikroyosunların çoxalma tempi qış ayları ilə müqayisədə yüksəkdir. Qış ayları ilə müqayisədə yaz və payız aylarında günəşli günlər, o cümlədən günün uzunluğu çox olduğundan, açıq hava şəraitində irihəcmli (10 l) fotoreaktorlarda becərilmiş mikroyosunların bioməhsuldarlığı nəzərə çarpacaq dərəcədə yüksək olur (gündəlik yaş biokütlə çıxımı 0,15-0,2 q/l).



Şəkil 4. Açıq hava şəraitində, il boyu iri həcmli fotoreaktorlarda becərilən yaşıl mikroyosunların çoxalma kinetikasi.

1– 2: Qış (dekabr, yanvar); 3 – 4: Yaz (aprel, may); 5: Yay (sentyabr); 6: Payız (oktyabr).

Açıq hava şəraitində iri həcmli fotoreaktorlarda yaşıl mikroyosunların becərilmə müddəti ərzində (10 gün) fotosintetik aktivliklərinin dinamikasını araşdırarkən müəyyən olunmuşdur ki, becərilmənin ilkin günlərində fotosintetik aktivliyin aşağı səviyyədə olmasına baxma-yaraq, becərilmənin ortalarında bu göstərici yüksəlir, sonuncu gündə isə müəyyən azalma müşahidə olunur.

### Ədəbiyyat

1. Q.İ. Əlizadə, X.D. Abdullayev, M.H. Nəcəfov, G.H.Dibirova. Laboratoriya şəraitində *Dunaliella salina* İPPAS D-294

hüceyrələrinin biokütlə çıxımının tədqiqi. BDU-nun xəbərləri. Təbiət elmləri seriyası 1999-cu il №-2 səh. 80-86.

2. Наджафли М.Г. Влияние солености среды на рост, пигментный состав и функциональную активность клеток *Dunaliella salina*. *Ekologiya və su təsərrüfatı jurnalı*, №-5 dekabr, 2011-ci il. Səh.18-22.
3. Ларсен Х. Биохимические факторы влияющие на галотолерантность у *Dunaliella*. Сб. научных трудов «фототрефные микроорганизмы», Пущино, 1988, стр.28-35.
4. Семененко В.Е., Абдуллаев А.А. Параметрическое управление биосинтезом  $\beta$  -каротина в клеток *Dunaliella salina*, вып.1.1980,стр.31-41.

**Наджафли М.Г**

### Аннотация

#### Исследования возможности интенсивного культивирования зеленых микро-водорослей в полупромышленных установках

В лабораторных условиях и в режиме периодического сбора изучено темп роста и формирования биомассы зеленых микро-водорослей в искусственных питательных средах. Установлено, что в оптимальных условиях (при температуре 27°C, интенсивности света 16 вт /м<sup>2</sup> и дважды разведенной воде озере Масазыр) рост микро-водорослей происходит со высокой интенсивности.

Показано, что в крупных фото-реакторах в условиях естественного освещения в разных сезонных периодах темп роста и формирования биомассы микро-водорослей обладают различные показатели.

### Maqlayə

BDU-nun "Biologiya və biofizika" fakültəsinin "Biofizika və molekulyar biologiya" kafedrasının professoru, b.e.d. R.İ. Xəlilov rəy vermişdir.



