



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
“Qarabağ Azərbaycandır” məqsədli qrant
müsabiqəsinin (AEF-MQM-QA-1-2021-4(41) qalibi
olmuş layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq
(rüblük olaraq 6-cı mərhələ)

ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Spektral təsvirlərə görə kənd təsərrüfatı sahələrinin cari vəziyyəti və dinamikasının qiymətləndirilməsinə müasir riyazi metodların tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Şükürov Aydın Şükür oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MQM-QA-1-2021-4(41)-8/02/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **24 noyabr 2022-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 dekabr 2022-ci il - 01 dekabr 2024-cü il**

Layihənin VI mərhələ üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər**

Cari rübdə aşağıdakı elmi işlərin yerinə yetirilməsi nəzərdə tutulmuşdu:

- Spektral təsvir əsasında cücərməyə nəzərən əkinin keyfiyyətli aparılmasının qiymətləndirilməsi;
 - Verilənlərin statistik analizinin aparılması;
 - Spektral təsvir əsasında çiçəklənməyə nəzərən cari vəziyyətin qiymətləndirilməsi
- 1 alqoritminin və uyğun proqram təminatının işlənməsi.

Bu məsələlərin həlli üçün verilənlərin statistik emalı alqoritmləri və neyron şəbəkə metodlarından istifadə olunmuşdur.

Əkin sahələrində cücərmənin normal və ya qeyri-normal olmasını təyin etmək üçün təsvirlər əsasında statistik göstəricilər (orta qiymət, dispersiya və s.) hesablanmış və müqayisəli təhlili aparılmışdır.

Statistik emal alqoritmlərinin tətbiqi üçün verilənlərin müxtəlif spektral kanallara (Red, Green, Blue) uyğun histoqramları qurulmuşdur. Histoqramlar vasitəsilə bitkinin fizioloji mərhələlərinin dəyişkənliyini göstərən spektral intervallar seçilmişdir. Bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərindən olan çiçəklənmə dövrünün öyrənilməsi məhsuldarlıqla bağlı olduğu üçün önəmli məsələlərdən biridir. Belə ki, çiçəklənmənin sıxlığı məhsuldarlığa və məhsulun keyfiyyətinə təsir edən amillərdəndir və kənd təsərrüfatı bitkilərinə aqrotexniki qulluq zamanı nəzərə alınmalı olan məqamlardandır.

Nümunə üçün tərəfimizdən çiyələk bitkisi çiçəklərinin öyrənilməsi məsələsinə baxılmışdır. Qarşıya qoyulan məsələnin araşdırılması zamanı çiçəyi riyazi olaraq xarakterizə edən (identifikasiya edən) parametrlərin müəyyənləşdirilməsi zərurəti yaranır. Bunun üçün çiyələk çiçəyi nümunəsi (etalon kimi) götürülür və bu nümunənin analizi ilə qeyd olunan xarakterizəedici riyazi parametrlərin müəyyənləşdirilməsi aparılır.

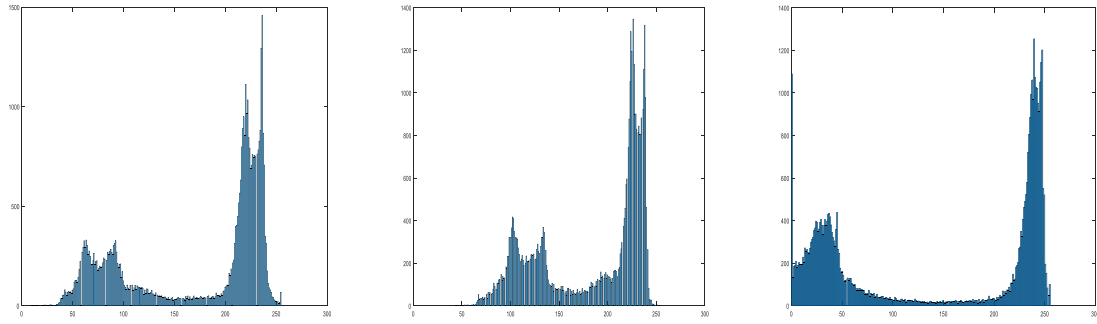
İdentifikasiya nöqtəyi-nəzərindən çiçək quruluşca ləçəklərdən və dişicik və erkəkciyərlər yerləşən hissədən ("çiçəyin özəyi") ibarətdir. Qeyd olunmalıdır ki, ləçək və çiçəyin özəyinin spektral xarakteristikaları fərqlidir. Digər tərəfdən spektral təsvir əsasında çiçəyin ləçəklərlə təyin olunması korrekt olmayan nəticələrə gətirdiyindən, spektral təsvirlər əsasında çiçəyin müəyyənləşdirilməsi məsələsində təsvirdə çiçək özəklərinin tapılması məsələsinə baxacağıq.

Təsvir 1-də tərəfimizdən seçilən etalon çiyələk çiçəyinin RGB formatında təsviri verilmişdir:



Təsvir 1. Çiyələk çiçəyi nümunəsi

Təsvir 2-də etalon çiçək nümunəsinin Red, Green, Blue kanallarındaki parlaqlıq qiymətlərinin paylanma histoqramları verilmişdir:

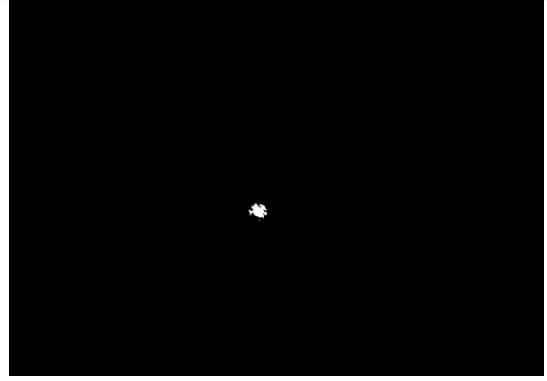


Təsvir 2. Çiçək nümunəsinin Red, Green, Blue kanallarna uyğun paylanma histoqramları

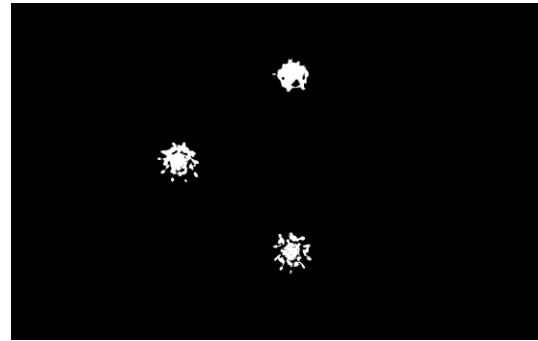
Parlaqlıq dəyərlərinin araşdırılması zamanı Blue spektral kanalının çiçəyə aid olan və aid olmayan piksellərin ayırd edilməsi məsələsində ayırdedici hədd qiymətinin müəyyənəlməsi baxımından daha informativ olması müəyyən olunmuşdur. Lakin dəqiqləşdirmə məqsədi ilə tərəfimizdən hazırlanmış proqram təminatında digər spektral kanallara uyğun ayırdedici hədd qiymətləri də nəzərə alınmışdır.

Əkin sahəsində çiçək sıxlığının qiymətləndirilməsi verilən ərazidəki çiçək sayı və ya çiçəklərin tutduğu sahənin ümumi sahəyə nisbəti ilə xarakterizə oluna bilər. Bu məqsədlə əkin sahəsi təsvirində çiçəklərin sayının təyin olunması məsələsi araşdırılmışdır. Qeyd edək çiçək sayının hesablanması üçün istifadə etdiyimiz yanaşmada çiçəyə aid piksellərin müəyyən olunması ilə həyata keçirildiyi üçün bu üsul həm də çiçək piksellərinin tutduğu ərazinin də qiymətləndirilməsinə imkan verir.

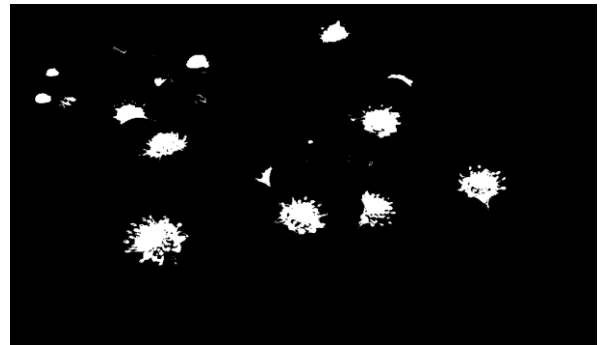
Qeyd olunan yanaşma alqoritminin tətbiqinə aid bir neçə nümunə Təsvir 3-5-də verilmişdir.



Təsvir 3. Bir çiyələk çiçəyi olan təsvir və ona uyğun ilkin emal nəticəsi



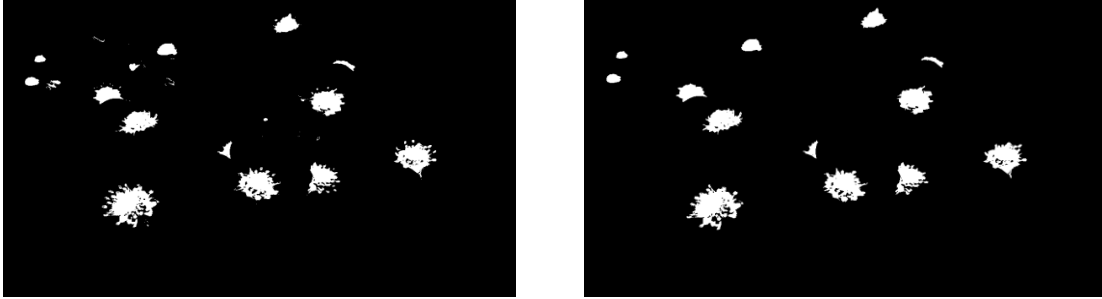
Təsvir 4. Üç çiyələk çiçəyi olan təsvir və ona uyğun ilkin emal nəticəsi



Təsvir 5. On üç çiyələk çiçəyi olan təsvir və ona uyğun ilkin emal nəticəsi

Təsvirin ilkin emalı zamanı spektral verilənlərə uyğun parlaqlıq qiymətlərinin çiçək özəyini təyin edən ayırdedici hədd qiymətlərinin seçilməsi ilə ilkin emal nəticəsi olan binar təsvirlər qurulur. Çiçək özəklərinin saylarının təyin olunması prosedurası qurulan binar təsvirdəki əlaqəli komponentlərin sayının təyin olunmasına əsaslanır. Adətən ilkin emal nəticəsində alınan binar təsvirdə əlaqəli komponentlərin sayı müəyyən səbəblərdən

(məsələn, çiçək tozluqları, açılmamış qönçələrə aid bəzi piksellər və s. də binar təsvirdə ayrıca əlaqəli komponent kimi əks olunur) təsvirdəki çiçək sayından fərqli olur. Lakin çiçəyə uyğun həndəsi ölçüləri nəzərə almaqla bu problemi aradan qaldırmaq olur. Bu, əyani olaraq Təsvir 6-da nümayiş olunmuşdur:

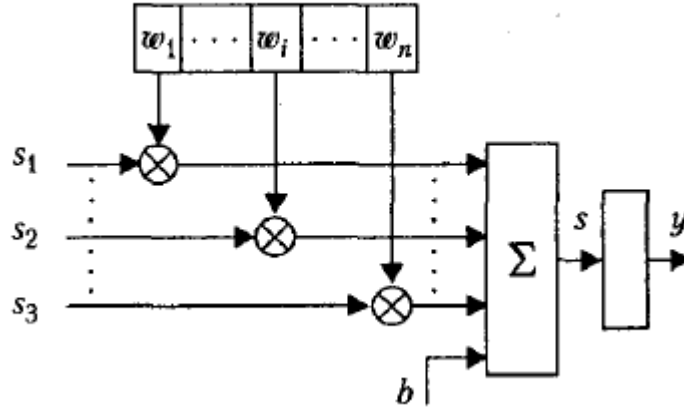


Təsvir 6. İlk və son emal nəticələri (13 çiçək təsviri nümunəsi)

Spektral təsvir əsasında çiçəyin identifikasiya olunmasının yuxarıda qeyd olunan yanaşma üsulu ilə həll oluna bilməsinə baxmayaraq, bu üsulla həll zamanı qarşıya müəyyən çətinliklərin (məsələn, spektral təsvir əsasında çiçəyi müəyyən edən effektiv ayırdedici hədd qiymətlərinin seçilməsi problemi və s.) də çıxdığını qeyd etmək lazımdır.

Tərəfimizdən cari hesabat dövründə bitkilərin fizioloji inkişaf mərhələlərinin (çiçəklənmə mərhələsi nümunəsində) öyrənilməsi məsələsi neyron şəbəkələrin tətbiq olunması ilə də araşdırılmışdır. Bunun üçün müxtəlif arxitekturalı və müxtəlif məqsədli neyron şəbəkələrin tətbiq imkanları araşdırılmış və alınan nəticələr təhlil olunmuşdur.

Ümumi halda neyronun riyazi modeli olaraq aşağıdakı sxem başa düşülür:



Təsvir 7. Neyronun riyazi modelinin sxemi

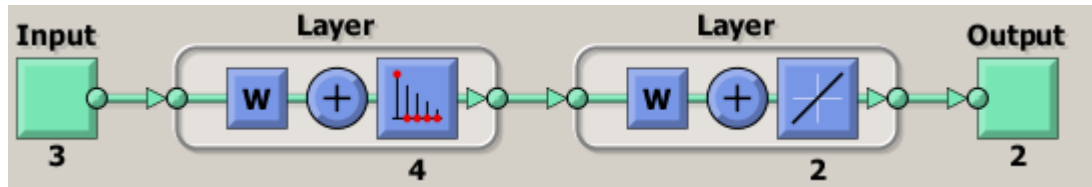
Bu sxemdə neyronun riyazi təsviri aşağıdakı ifadələrlə verilə bilər:

$$s = \sum_{i=1}^n w_i x_i + b,$$

$$y = f(s),$$

harada ki, w_i ($i=1, \dots, n$) çəki əmsalları, b sürüşmə veriləni, s cəmləmənin nəticəsi, x_i giriş vektorunun komponentləri, y neyronun çıxış qiyməti, n neyronun giriş verilənlərinin sayı, f isə aktivasiya funksiyası adlandırılan qeyri-xətti funksiyadır.

Qarşıya qoyulan məsələ RGB formatlı təsvirdə klassifikasiya məsələsi olduğundan, klassifikasiya məqsədli LVQ (Linear Vector Quantization) neyron şəbəkəsindən istifadə olunmuşdur. İstifadə olunan neyron şəbəkə sxematik olaraq Təsvir 8-də verilmişdir:



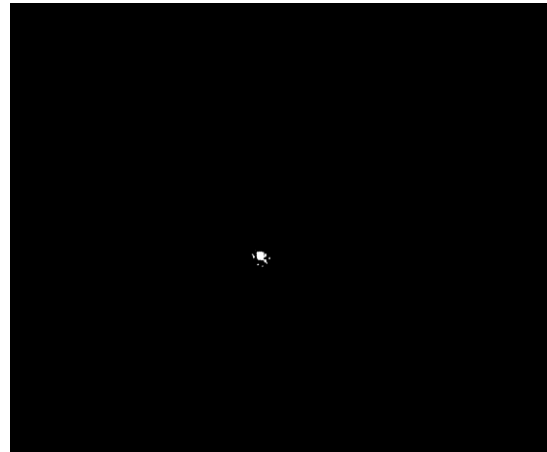
Təsvir 8. LVQ neyron şəbəkənin sxematik təsviri

Təsvir 8-dən görünür ki, LVQ neyron şəbəkəsi girişdən, iki laydan və çıxışdan ibarətdir. Giriş verilənləri olaraq üçölçülü vektorun elementləri kimi RGB formatlı təsvirdə hər bir pikseli xarakterizə edən parlaqlıq dəyərinin spektral qiymətləri

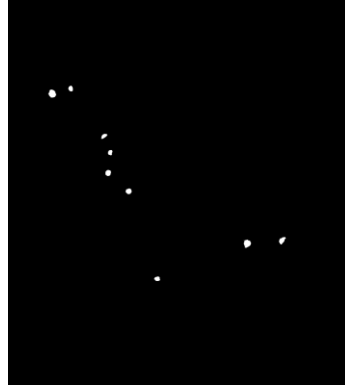
götürülmüşdür, yəni birinci elementi Red kanalına uyğun, ikinci Green kanalına uyğun, üçüncü isə Blue kanalına uyğun qiymətləridir. Baxılan neyron şəbəkədə Kohonen adlı birinci layda "compet" aktivləşdirici funksiyasından, Qrossberg adlı ikinci layda isə "PureLin" aktivləşdirici funksiyasından istifadə olunur. LVQ neyron şəbəkəsində, laylardakı neyronların sayı qarşıya qoyulan məsələnin məqsədindən asılı olaraq seçilə bilər. Burada baxılan konkret məsələ halında istifadə olunan neyron şəbəkənin birinci layında 4 neyron, ikinci layında isə 2 neyron istifadə olunmuşdur.

Seçilmiş neyronun öyrədilməsi əvvəlcədən məlum olan "çiçək özəyi" pikselləri və çiçək özəyi olmayan piksellərin müəyyən nisbətdə götürülmüş göstəriciləri vasitəsilə həyata keçirilmişdir. Qeyd edək ki, neyron şəbəkənin öyrədilməsi zamanı istifadə olunan məlumatların həcmi şəbəkədəki neyronlararası əlaqələrin sayından asılı olaraq seçilməlidir .

Təsvir 9, 10-da 40%-60% çiçək özəyi və çiçək özəyi olmayan piksellər bölgüsü ilə öyrədilmiş LVQ neyron şəbəkəsinin tətbiqi ilə alınmış təsnifat nəticələri vermişdir:



Təsvir 9. Bir çiçəkdən ibarət təsvirə LVQ neyron şəbəkəsinin tətbiqi



Təsvir 10. Doqquz çiçəkdən ibarət təsvirə LVQ neyron şəbəkəsinin tətbiqi

Verilmiş təsvirdəki çiçək özəklərinin sayı neyron şəbəkənin tətbiqindən sonra alınmış binar təsvirdə olan əlaqəli komponentlər ilə təyin olunur. Bu zaman yaxşı öyrədilməmiş neyron şəbəkə halında müəyyən xətlərin olması da mümkündür. Belə ki, bu, binar təsvirdə əhəmiyyətsiz piksellərin yaranmasına səbəb olur. Apardığımız sınaqlara əsasən, adətən bu xətlərin çiçək saylarının qiymətləndirilməsinə təsiri praktik cəhətdən əhəmiyyətli dərəcədə olmur.

2	Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli) 100 %
3	Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr , onların yenilik dərəcəsi Cari dövrdə tərəfimizdən bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərinin (məsələn, çiçəklənmə) vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və tanınması məsələlərində statistik və neyron şəbəkə üsullarının istifadəsi istiqamətində araşdırmalar aparılmışdır. Bu araşdırma müasir riyazi metodlara əsaslanan informasiya texnologiyalarının (süni intellekt, neyron şəbəkələr) ölkəmizdə kənd təsərrüfatı sahələrinin məsafədən alınan təsvirlər əsasında effektiv şəkildə öyrənilməsi məsələsinə tətbiq oluna biləcəyini göstərir.
4	Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar Təsvirlərin diskretləşmə və kvantlama üsulları, təsvirlərin statistik emal üsulları, neyron şəbəkə metodları, klaster analiz üsulları.
5	Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərəcə olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) <i>(surətlərini əlavə etməli!)</i>

Qrant layihəsinin dəstəyi ilə layihə iştirakçıları tərəfindən hazırlanan məqalələr:

Çap olunmuş, elektron variantı jurnalın saytına yerləşdirilmiş işlər:

1. Bilalov, B.T., Sadigova, S.R. & Softova, L.G. Higher order elliptic equations in weighted Banach spaces. Ann Univ Ferrara (2024). <https://doi.org/10.1007/s11565-024-00505-9> <https://link.springer.com/article/10.1007/s11565-024-00505-9#Ack1>

Çapa qəbul olunmuş:

1. Bilal Bilalov, Yonca Sezer, Umit Ildiz, Tural Hagverdi, On the basicity of one trigonometric system in Orlicz spaces. Trans. Natl. Acad. Sci. Azerb. Ser. Phys.-Tech. Math. Sci. Mathematics.
2. B.T. Bilalov, S.R. Sadigova, Y. Sezer, and N.P. Nasibova, On solvability of polyharmonic Dirichlet problem in symmetric Sobolev spaces. Mathematical Methods in the Applied Sciences.
3. Şükürov A.Ş., Zabidov Z.C., Qədirova X.M. RED, GREEN və BLUE spektral kanallarında alınmış təsvirlər əsasında bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərinin qiymətləndirilməsi
4. Qədirova X.M. Müxtəlif indekslərin tətbiqi ilə ərazilərin bitki örtüyünün qiymətləndirilməsi

Çapa göndərilmiş:

1. B.T. Bilalov, S.R.Sadigova, V.F. Salmanov, S. Tramontano, On the index of a problem with an oblique derivative in weighted Sobolev space.
2. B.T. Bilalov, Umit Ildiz, S.R. Sadigova, V.F. Salmanov. On basicity of some trigonometric system in Banach function spaces.
3. Bilal T. Bilalov, Nigar R. Ahmedzade, Zaur A. Kasumov, Eylem Yaşar, The weighted grand Lebesgue class of harmonic functions and the Dirichlet problem.
4. Zabidov Z.C., Qədirova X.M. Əkin sahəsində bitkilərin fizioloji inkişafının çiçəklənmə mərhələsinin təsvirlərin spektral analizinin tətbiqi ilə qiymətləndirilməsi.

	5. <u>Zabidov Z.C., Qədirova X.M., Mirzəbalayeva Ə.İ.</u> Əkin sahələrində bitki örtüyünün dinamik dəyişkənliyinin riyazi metodlarla qiymətləndirilməsi
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər <i>Yoxdur</i>
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər <i>yoxdur</i>
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak <i>yoxdur</i>
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak <i>yoxdur</i>
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar) 1) “Qeyri-harmonik analiz” şöbəsi və “Siqnalların emalının riyazi problemləri” laboratoriyasının həftənin 2-ci və 5-ci günləri keçirilən birgə “Aerokosmik məlumatların emalı” seminarı;
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar <i>yoxdur</i>
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr Qardaşov Rauf Hacı oğlu- Akademik H. Əliyev adına <i>Coğrafiya İnstitutu</i> Zeynalov İsmayıl Muxtar oğlu- Akademik H. Əliyev adına <i>Coğrafiya İnstitutu</i>
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr Prof. Dr. Murat Sari - Istanbul Teknik Universiteti, Matematik Mühəndisliyi bölüm başkanı
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı AR ETN Riyaziyyat Mexanika Institutunun "Qeyri-harmonik analiz" şöbəsinin 3324.07- "Məsafədən aerokosmik tədqiqatlar" ixtisası üzrə doktorantı Qədirova Xəyalə Məmmədağa qızı. Dissertasiya mövzusu: "Peyk təsvirlərinin dron təsvirləri əsasında dəqiqləşdirilməsinin riyazi üsulları".
15	Sərgilərdə iştirak <i>yoxdur</i>
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi <i>yoxdur</i>
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. <i>yoxdur</i>

Layihə rəhbərinin imzası _____ Şükürov Aydın Şükür oğlu

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.