

## Mədən məlumatı əsasında quyuların təmirlərarası iş müddətinin modelləşdirilməsi

İ.Z. Əhmədov, t.e.n.<sup>1</sup>,H.Q. Hüseynov, t.ü.f.d.<sup>2</sup>,T.Ə. Əhmədova, i.ü.f.d.<sup>3</sup>,S.E. Tağıyeva, t.e.n.<sup>1</sup><sup>1</sup>"Neftqazəlmətdiqatlayihə" İnstitutu,<sup>2</sup>"Azneft" İB,<sup>3</sup>SOCAR

**Açar sözlər:** təmirlərarası iş müddəti, quyuların texnoloji parametrləri, korrelyasiya, regressiya tənlikləri, riyazi eksperimentlər.

DOI.10.37474/0365-8554/2023-11-20-25

e-mail: liqar.Ahmedov@socar.az

### Моделирование межремонтного периода скважин на основе промысловой информации

И.З. Ахмедов, к.т.н.<sup>1</sup>, Г.Г. Гусейнов, д.ф.т.н.<sup>2</sup>, Т.А. Ахмедова, д.ф.н.<sup>3</sup>, С.Э. Тагиева, к.т.н.<sup>1</sup><sup>1</sup>НИПИнефтегаз,<sup>2</sup>ПО "Азнефть",<sup>3</sup>SOCAR

**Ключевые слова:** межремонтный период, технологические параметры скважин, корреляция, уравнение регрессии, математические эксперименты.

Как известно, месторождения, расположенные на суше Азербайджана, находятся в основном на поздних стадиях разработки и характеризуются истощением объектов эксплуатации, снижением пластового давления, постепенным уменьшением уровня добычи, ростом обводненности, сокращением межремонтного периода (МРП) и другими особенностями.

С целью эффективной доработки и дриваления остаточных запасов таких месторождений, необходимо проведение мероприятий по оптимизации технологического режима работы скважин, увеличению МРП, ограничению обводненности и др. В связи с этим, с использованием фактических промысловых данных эксплуатации месторождения Сабунчу-Балаханы-Рамана, проведены математические эксперименты по выявлению возможностей увеличения МРП скважин.

На основе корреляционно-регрессионного анализа получены модели уравнения регрессии, связывающие МРП со всеми рассматриваемыми технологическими параметрами эксплуатации.

Оценочные расчеты, проведенные на основе полученных моделей, показали возможность увеличения значений МРП с изменением значений соответствующих технологических параметров.

Таким образом, результаты исследований, проведенных на основе промысловой информации рассматриваемого месторождения, представляют возможным принятие технологических решений с целью оптимального управления и увеличения МРП скважин.

### Modeling of wells overhaul period on the base of production data

I.Z. Ahmadov, Cand. in Tech. Sc.<sup>1</sup>, H.G. Huseynov, PhD in Tech. Sc.<sup>2</sup>, T.A. Ahmadova, PhD in Ec. Sc.<sup>3</sup>, S.E. Taghiyeva, Cand. in Tech. Sc.<sup>1</sup><sup>1</sup>"Oil-Gas Scientific Research Project" Institute,<sup>2</sup>"Azneft" PU,<sup>3</sup>SOCAR

**Keywords:** overhaul period of wells, operating practices, correlation-regression analysis, regression equations, mathematical experiments.

It is known that Azerbaijani onshore oil and gas fields are developed on the late stages. These fields are characterized by depletion of production objects, pressure drop, gradual decreasing of production and overhaul period, increasing of water cutting of production and etc.

For the purpose of efficiently development and recovery finish it is necessary the activities for optimization operating practices, increasing of wells overhaul period, limiting of water cutting and etc. In connection with this and using actual production data of Sabunchu-Balakhany-Romany oilfield, mathematical experiments for increasing overhaul period have been carried out.

On the base of correlation-regression analysis regression equations have been obtained. These equations connected the overhaul values with all considered operational aspects. Estimated calculations on the base of obtained equations show the increasing of overhaul values in according with appropriate operation parameters.

Thus research results realized on the base of production date of considered oilfield provide possibilities for taking a decision in purpose of optimal control of wells overhaul.

Azərbaycanın quruda yerləşən neft-qaz yataqlarının əksəriyyəti işlənmənin son mərhələsindədir. Onların əsas texniki iqtisadi xüsusiyyətləri istismar obyektlərinin tükməməsi, orta lay təzyiqinin azalması, quyuların sulaşması, çətinliklərin tez-tez baş verməsi və təmirlərarası müddətin (TAM) çox qısa olması, hasilatın aşağı templə və tədricən düşməsi, maye dəyərinin gəldikcə artmasından ibarətdir. İşlənmənin son mərhələlərində olan yataqların qənaətlı enerji sərfi rejimində işlənməsi və quyuların istismarının texnoloji rejiminin tənzimlənməsi və optimallaşdırılması, neft-qaz yataqlarının daha səmərəli idarə olunması, hasilat səviyyəsinin saxlanılması və layların son neftveriminin artırılmasının əsas fəaliyyət istiqamətlərindəndir.

Texnoloji rejimin optimallaşdırılması isə əsas istismar göstəricilərinin ən yaxşı qiymətlərini təmin edə bilən texnoloji parametrlərin seçilməsi və təyin olunmasını nəzərdə tutur. Hasilat və digər göstəricilərlə yanaşı TAM quyuları fondunun istifadəsinin səmərəliliyini xarakterizə edən çox vacib texniki-iqtisadi göstəricidir. Bununla əlaqədar olaraq, xüsusilə uzun müddət işlənməkdə olan yataqlarda TAM-in artırılması və artırılma imkanlarının axtarılaraq tapılması üçün mövcud quyuları fondunun saxlanılması və neft hasilatının sabitləşdirilməsində böyük rol oynayır [1-3].

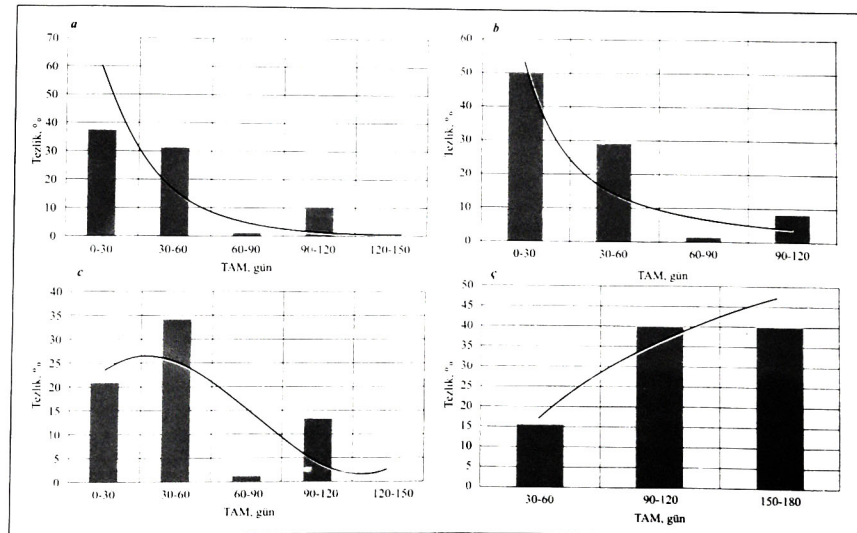
Mədən məlumatlarına əsasən "Azneft" İB mə-

dənələrində son il ərzində 11 minə yaxın yeraltı təmir yerinə yetirilib və TAM orta hesabla 30 gün təşkil edir. Aparılan araşdırmalar onların əsasən qum tıxaclarının yuyulması və təmizlənməsi, quyuları avadanlığının təmiri və dəyişdirilməsi ilə əlaqədar olmasını göstərmişdir.

Neftqazçıxarmaının elmi nəzəriyyəsi və uzunmüddətli təcrübəsi istismar zamanı yaranan çətinliklərin qarşısının alınması ilə TAM-in artırılması üzrə çoxsaylı və müxtəlif texnologiyalar təklif edir. Lakin bütün məlum olan texniki-texnoloji tədbirlər və üsullar məsələni birmənalı həll edə bilməz. Bundan başqa, tədbirlərin mədən şəraitində tətbiqinin texniki məhdudluğu, əlavə maddi və digər resursların, xeyli vaxt itkiləri onların tam və uğurlu aparılmasına imkan vermir. Buna görə quyuların TAM-ının riyazi mədən eksperimentləri ilə artırılması və artırılma imkanlarının tapılması daha məqsəduyğun ola bilər [4-6].

TAM kompleks göstəricisi olaraq, istismar şəraitini formalaşdırır və şərtləndirən bir sıra təbii və texnogen amillərin təsiri ilə müəyyənləşir. Buna görə də texnogen, yəni tənzimlənən amillər və parametrlərin dəyişməsi ilə TAM-in müəyyən qədər idarə olunmasının mümkünlüyü istismarın optimallaşdırılması və quyuları fondundan daha səmərəli istifadə olunmasında böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Qeyd olunanlarla əlaqədar bu məqalədə Ba-



QSN-nin istismarı (a), Üst söbə (b), Alt söbə (c) üzrə və MEDN-lə (ç) istismar olunan quyuların TAM-a görə paylanması

laxanı-Sabunçu-Ramana yatağı quyularının ştanqlı nasoslarla (QŞN) istismarının cari mədən verilənlərlə riyazi eksperimentlərin aparılması imkanları tədqiq edilmişdir [8]. İşlənən məlumatın bircinsliyi və alınan nəticələrin səhihliyinin təmin edilməsi məqsədilə tədqiqatlar istismar üsulları və Məhsuldar Qatın "Alt" və "Üst" şöbələri üçün ayrıca aparılmışdır. Bu zaman yatağa və onun sahəsində istismar olunan quyulara bütün bir dinamik funksional sistem kimi baxılmışdır. Buna görə bütün quyuların texnoloji parametrləri diapazonları müəyyən edilmiş və orta qiymətləri hesablanmışdır. Araşdırmalar və təhlillər bütün quyuyu fondu üçün, istismar obyektləri və üsullar üzrə sistemli şəkildə aparılmışdır.

Quyuların TAM-ın araşdırılması məqsədilə əvvəlcə ümumi statistik paylanmaları qurulmuş və təhlil edilmişdir.

Belə ki, nasosla istismar üzrə paylanma hiperbolik qanuna kifayət qədər yaxın alınmışdır. Bu zaman quyuların əksəriyyətində (70 %) TAM-ın qiymətləri 60 gündək, qalan hissəsində isə 60-120 gün arasında dəyişir (şəkil, a).

Üst şöbə üzrə quyuların TAM-a görə paylanması da hiperbolik paylanma qanununa çox yaxındır (şəkil, b). Burada da quyuların 80 %-də TAM-ın qiymətləri 2 aya qədər, 10 %-də 3-4 ay və qalan hissəsində 5-6 ay civarında dəyişməsi aşkar edilmişdir. Qeyd olunmalıdır ki, paylanmanın hiperbolik qanunu TAM-ın quyular və ümumiyyətlə yataq üzrə asimmetrik və qeyri-bərabər paylanmasını xarakterizə edir.

Alt şöbədən istismar olunan quyuların TAM-a görə paylanma tərzini birtərəfli normal paylanma qanununa yaxın alınmışdır (şəkil, c). Göründüyü kimi, burada təxminən 60 %-ə qədər quyularda TAM-ın 60 gündək, qalanlarında isə 60-dan 150-dək artması müşahidə olunur.

Elektrik dalma nasosları ilə istismarın araşdırılması TAM-ın quyular üzrə paylanmasının normal qanuna daha yaxın olmasını göstərmişdir (şəkil, ç). Bu zaman quyuların 15 %-də TAM 1-2 ay, 40 %-də 3-4 ay, qalanlarında isə 5-6 ay arasında dəyişməsi müəyyən edilmişdir.

Baxılan obyektin cari istismar vəziyyətində TAM-ın optimal idarə olunması məqsədilə onun əsas informativ əlamətləri (texnoloji parametrləri) üzrə riyazi modelləşdirilməsinin tədqiqatları aparılmışdır. TAM-ın riyazi modelinin qurulması üçün korrelyasiya və regressiya analizi üsulundan istifadə edilmişdir [7]. Qeyd olunmalıdır ki, korrelyasiya-regressiya analizinin köməyiylə prosesin göstəricisinə müxtəlif amillərin həm keyfiyyətə,

həm də kəmiyyətə təsirinin müəyyən edilməsi mümkündür. Bu isə prosesin göstəriciləri və amillərinin informativ əlamətləri arasında olan statistik əlaqələrinin aşkar olunmasını nəzərdə tutur.

Korrelyasiya-regressiya analizi üsulunun təbiiqəşində göstərilən üç əsas mərhələdən ibarətdir: əlamətlər arasında qarşılıqlı əlaqələrin aşkarlanması, əlaqə formasının, eləcə də əlaqənin gücü yaxud sıxlığı və istiqamətinin müəyyən edilməsi.

Statistik əlaqələrin qiymətləndirilməsi üçün korrelyasiya əmsallarından istifadə edilir. Onlar aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$K_{yx} = \frac{1}{(N-1)\sigma_x\sigma_y} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}),$$

burada  $K_{yx}$  – göstərici ilə hər hansı bir amil arasında olan korrelyasiya əmsalı;  $\bar{x}, \bar{y}$  – riyazi gözəlmələr;  $\sigma_x^2, \sigma_y^2$  – dispersiyalardır.

Riyazi gözəlmələr bu düsturlarla hesablanır:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N x_i / N, \quad \bar{y} = \sum_{i=1}^N y_i / N,$$

dispersiyalar bu tənliklə ifadə edilir:

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2,$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2,$$

burada  $N$  – müşahidələrin sayıdır.

Korrelyasiya əmsalı qiymətinin etibarlılığı aşağıda göstərilən etibarlıq kriterisi (EK) ilə qiymətləndirilir.

$$EK = \frac{|K_{yx}|}{\sigma_k},$$

burada  $\sigma_k$  – korrelyasiya əmsalının orta kvadratik sapmasıdır və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\sigma_k = \frac{1 - K_{yx}^2}{\sqrt{N}}.$$

EK > 2.6 olduqda təhlil olunan parametrlər arasında xətti əlaqənin olmasını 0.95 ehtimal ilə təsdiq etmək mümkündür.

Qeyd edilən riyazi-statistik üsulla quyuların TAM-ı ilə bütün informativ amillər arasındakı korrelyasiya əmsalları hesablanmışdır. Bunun

üçün "Statistika" xüsusi kompüter proqramının imkanlarından istifadə edilmişdir. Tədqiqatlar QŞN-in, mərkəzdənqayma elektrik dalma nasoslarının (MEDN), "Alt" və "Üst" şöbələrin istismarı üçün ayrıca aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, TAM-la ən sıx əlaqəsi olan amillərdən quyudibi, istismar kəmərinin diametri, nasosun parametrləri və hasilat göstəriciləridir. Göstərilən korrelyasiya əmsallarının qiymətləri baxılan əlaqələrin mövcudluğundan başqa onların sıxlıq dərəcəsini də müəyyən edir.

Yerində yetirilən korrelyasiya analizi hesablamalarının nəticələri TAM-ın baxılan bütün texniki-texnoloji aspektləri üzrə regressiya tənliklərinin yaxud riyazi modellərinin tərtib edilməsinə imkan yaratmışdır. Riyazi statistikadan məlum olduğu kimi, xətti regressiya tənliyi aşağıda göstərilən düsturla ifadə olunur:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n =$$

$$= a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i,$$

burada  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  – regressiya tənliyinin əmsalları və müvafiq tənliklər sisteminin həllindən təyin olunur. Bunlardan  $a_0$  əmsalı aşağıda qeyd olunan düsturla təyin edilir:

$$a_0 = \bar{y} - \sum_{i=1}^n a_i \bar{x}_i.$$

Yuxarıda təsvir olunan riyazi-statistik üsulla baxılan quyuyu fondunun TAM-ının riyazi modelləri qurulmuşdur. Bunun üçün qeyd olunan "Statistika" proqramından istifadə edilmişdir. Tədqiqatlar QŞN, MEDN, "Alt" və "Üst" şöbələrin istismarının faktiki mədən verilənləri üçün aparılmış və müvafiq çoxluqlu regressiya tənlikləri qurulmuşdur. Riyazi modelləşdirilmədə ən sadə asılılıq düz xətti olduğu üçün regressiya analizində də xətti modellər daha mənasız hesab olunur.

Axtarılan modellərin proqram vasitəsilə reallaşdırılmasının nəticələri aşağıdakılardan ibarətdir:

- çoxluqlu korrelyasiya əmsalı –  $R$ ;
- determinasiya əmsalı –  $R^2$ ;
- regressiya modelinin əhəmiyyəti;
- regressiya əmsalları və onların əhəmiyyət səviyyələri;
- xüsusi korrelyasiya əmsalları.

Texnoloji rejim verilənləri ilə proqramın realizasiyası nəticəsinə müvafiq olaraq, hər bir obyekt üçün TAM-ın cari istismar vəziyyətinə uyğun req-

ressiya tənlikləri – riyazi modelləri tərtib edilmişdir.

QŞN istismarı üçün:

$$y = 163.838 - 0.07x_1 - 0.019x_2 - 0.011x_3 - 0.025x_4 - 0.138x_5 - 0.127x_6 - 0.018x_7 - 0.159x_8 - 0.175x_9 - 0.091x_{10} - 0.100x_{11} - 0.121x_{12} + 0.032x_{13} + 0.252x_{14} - 0.141x_{15} - 0.162x_{16} - 0.082x_{17}$$

MEDN istismarı üçün:

$$y = 166.263 - 0.180x_1 - 0.131x_2 - 0.081x_3 - 0.042x_4 - 0.410x_5 - 0.590x_6 + 0.294x_{11} + 0.410x_{12} - 0.163x_{13} + 0.462x_{14} - 0.380x_{15} + 0.016x_{16} + 0.217x_{17}$$

Üst şöbənin istismarı üçün:

$$y = 200.116 - 0.06x_1 - 0.450x_2 + 0.041x_3 + 0.003x_4 - 0.290x_5 - 0.250x_6 - 0.031x_7 - 0.162x_8 - 0.055x_9 - 0.211x_{10} - 0.51x_{11} - 0.145x_{12} - 0.031x_{13} + 0.157x_{14} - 0.391x_{15} - 0.026x_{16} + 0.203$$

Alt şöbənin istismarı üçün:

$$y = 119.774 + 0.021x_1 - 0.282x_2 + 0.019x_3 - 0.041x_4 - 0.044x_5 - 0.040x_6 - 0.033x_7 - 0.042x_8 - 0.010x_9 - 0.091x_{10} - 0.094x_{11} - 0.030x_{12} + 0.106x_{13} + 0.354x_{14} - 0.201x_{15} - 0.060x_{16} + 0.027x_{17}$$

Bu modellərdə nəticələnən əlamət  $y$  – quyuların TAM-ıdır, faktor əlamətləri yaxud regressiya əmsalları isə aşağıdakılardır:  $x_1$  – istismar kəmərinin diametri;  $x_2$  – quyudibi;  $x_3$  – süzgəc qalınlığı;  $x_4$  – məhsuldarlıq əmsalı;  $x_5$  – QŞN-in diametri;  $x_6$  – QŞN-in buraxılış dərəcəsi;  $x_7$  – plunjerin yırgalanma sayı;  $x_8$  – plunjerin gediş yolu;  $x_9$  – QŞN-in nəzəri məhsuldarlığı;  $x_{10}$  – nasosun verim əmsalı;  $x_{11}$  – neft debiti;  $x_{12}$  – su debiti;  $x_{13}$  – mayenin statik səviyyəsi;  $x_{14}$  – orta lay təzyiqi;  $x_{15}$  – quyudibi təzyiqi;  $x_{16}$  – məhsulun sulaşması;  $x_{17}$  – mayədə mexaniki qarışığın miqdarı.

Regressiya tənliklərindən göründüyü kimi, onlar bir nəticə və on yeddi faktor, yəni təsir edən əlamətlərdən ibarətdir. Regressiya tənliklərini xarakterizə edən əsas kriterilərdən çoxluqlu korrelyasiya əmsalı –  $R$ -in qiymətləri 0.5-dən yüksək alınmışdır ki, bu da modellərin kifayət qədər əhəmiyyətli olduğuna dəlalət edir. Qeyd olunmalıdır ki, modellərin tərtib edilməsində çox böyük məlumat bazasından (20 minə yaxın rəqəm) istifadə olunmuş və onların müəyyən bir hissəsi şübhəsiz ki, qeyri-səhih ola bilər. Bu da öz növbəsində alınan nəticələrin xətasını artırır. Lakin alınan modellərin yoxlanılması məqsədilə aparılan ədədi hesablamalar onların 80 %-ə qədər dəqiqlikdə istifadə olunması mümkünlüyünü göstərmişdir ki, bu da baxılan mədən məsələlərinin həllində kifayət

qədər hesab oluna bilər.

Alınan repressiya tənlilikləri ilə aparılan qiymətləndirici hesablamalar hər bir təsir edən parametrin qiymətinin cəmi bir vahid dəyişməsi nəticəsində TAM-ın qiymətinin müvafiq artım imkanlarını göstərmişdir: QŞN istismar üçün 2 günə yaxın; MEDN istismarı üçün 3-4 günə yaxın; Üst şöbənin istismarı üçün 3 günə yaxın; Alt şöbənin istismarı üçün 2 günə yaxın.

Alınan modellər istismarın texniki-texnoloji parametrlərinin tənzimlənməsi ilə quyular TAM-ının optimal idarə olunması məqsədilə əsaslandırılmış texnoloji qərarların verilməsinə imkan yaradır.

Beləliklə, faktiki mədən məlumatı əsasında aparılan riyazi-statistik tədqiqatların nəticələri əsasında aşağıda qeyd olunan qənaətlərin verilməsi mümkündür.

Korrelyasiya analizi üsulunun tətbiqi ilə QŞN, MEDN, "Üst" və "Alt" şöbələrin istismarı üçün bütün texniki-texnoloji parametrlərin quyuların

TAM ilə korrelyasiya əmsalları hesablanmışdır: QŞN və MEDN, "Üst" və "Alt" şöbələrin istismarının texniki və texnoloji amillərin quyuların TAM-ına keyfiyyət və kəmiyyət təsiri müəyyən edilmişdir; TAM-a ən çox təsir edən amillərdən hasilat göstəriciləri və QŞN parametrləri aşkar edilmişdir; repressiya analizi üsulu ilə QŞN və MEDN eləcə də "Üst" və "Alt" şöbələrin istismarının TAM-ın texniki-texnoloji aspektləri üzrə riyazi modelləri tərtib olunmuşdur; riyazi modellərin köməyi ilə və texnoloji rejimi tənzimləmək üçün quyular TAM-ının artırılması imkanları aşkar edilmişdir.

Yekunda qeyd olunmalıdır ki, bütün tədqiqatlar yalnız baxılan yataq üçün aparılmış və nəticələr də verilən texnoloji parametrlərin qiymətlərinin yalnız mövcud dəyişmə diapazonlarına uyğun alınmışdır. Lakin bununla belə, yuxarıda təsvir olunan yanacaq istismar proseslərinin modelləşdirilməsi və optimallaşdırılmasının müxtəlif mədən məsələlərində istifadə oluna bilər.

## References

1. Galyamov M.N., Rahimkulov R.Sh. Povisheniye effektivnosti ekspluatatsii neftyanix skvazhin na pozdney stadii razrabotki mestorojdeniy. – M.: Nedra, 1978, 207 s.
2. Mirzadzhanzade A.H., Shahverdiyev A.H. Dinamicheskiye protsessi v neftegazodobiche. – M.: Nauka, 1997, 254 s.
3. Lisenko V.D. Optimizatsiya razrabotki neftyanix mestorojdeniy. – M.: Nedra, 1991, 296 s.
4. Ahmedov I.Z., Tagiyeva S.E., Ahmedova T.A. Issledovaniye vozmoghnostey uvelicheniya mejremontnogo perioda skvazhin na osnove matematicheskix eksperimentov // VNIIOENG. Oborudovaniye i tekhnologii dlya neftegaovogo kompleksa, 2010, № 1, s. 33-36.
5. Ehmedov I.Z., Tagiyeva S.E., Ehmedova T.E. Riyazi meden eksperimentleri esasinda quyularin temirlerasi muddetinin artirlmasi imkanlarinin tedgigi // Azerbaycan neft teserrufati, 2010, № 8, s. 35-39.
6. Ehmedov I.Z., Huseynov H.Q., Gasimova T.A. Istismar prosesi zamani quyular fondundan istifade semereliliyinin tehlili // Azerbaycan neft teserrufati, 2010, № 1, s. 39-43.
7. Mirzadzhanzade A.H., Stepanova G.S. Matematicheskaya teoriya eksperimenta v dobiche nefti i gasa. – M.: Nedra, 1977, 228 s.
8. www.socar.az

## Ədəbiyyat siyahısı

1. Галлямов М.Н., Рахимкулов Р.Ш. Повышение эффективности эксплуатации нефтяных скважин на поздней стадии разработки месторождений. – М.: Недра, 1978, 207 с.
2. Мирзаджанзаде А.Х., Шахвердиев А.Х. Динамические процессы в нефтегазодобыче. – М.: Наука, 1997, 254 с.
3. Лысенко В.Д. Оптимизация разработки нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1991, 296 с.
4. Ахмедов И.З., Тагиева С.Э., Ахмедова Т.А. Исследование возможностей увеличения межремонтного периода скважин на основе математических экспериментов ВНИОЭНГ // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, 2010, № 1, с. 33-36.
5. Əhmədov İ.Z., Tağıyeva S.E., Əhmədova T.Ə. Riyazi mədən eksperimentləri əsasında quyuların təmir-lərəsi müddətinin artırılması imkanlarının tədqiqi // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2010, № 8, s. 35-39.
6. Əhmədov İ.Z., Hüseynov H.Q., Qasimova T.A. İstismar prosesi zamanı quyular fondundan istifadə səmərəliliyinin təhlili // Azərbaycan neft təsərrüfatı, 2010, № 1, s. 39-43.
7. Mirzadzhanzade A.H., Stepanova G.S. Математическая теория эксперимента в добыче нефти и газа. – М.: Недра, 1977, 228 с.
8. www.socar.az