

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

**Керимова К.А.**

*Азербайджанский Государственный университет нефти и промышленности, Азербайджан  
AZ1010, г.Баку, просп. Азадлыг, 20*

### METHODOLOGICAL IMPROVEMENT FOR DETERMINING THE OIL SATURATION OF RESERVOIRS USING ELECTRICAL LOGGING

**Karimova K.A.**

*Azerbaijan State Oil and Industry University, Azerbaijan  
20, Azadlig ave., Baku, AZ1010*

**Keywords:** *collector-layer, lateral logging sounding, lateral logging, resistivity of the permeability zone, diameter of the permeability zone, true resistivity of the layers, gradient probe*

**Summary.** Evaluation of the productivity of collectors-layers is one of the important problems that remain actual at all times. While evaluating the productivity of collectors-layers, a number of geophysical production methods are used, one of which is lateral logging sounding and lateral logging. As it is known, changes occurring in the layer are studied based on the interpretation of lateral logging sounding. Referring to the changes occurring in the formation, we mean the occurrence of the permeability zone and the value of the resistivity in this zone ( $\rho_{z.pro.}$ ) as well as the determination of the diameter ( $D$ ) of the permeability zone. Having found out the presence or absence of a permeability zone against layers-collectors over the study area based on the combined use of lateral logging sounding and lateral logging methods, true resistivity of the layers that are the zone of invasion, resistivity and diameter of the zone of penetration were determined. As a result, the productivity of these reservoirs was predicted. At the same time, 2D and 3D models of distribution of values of true resistivity are the invasion zone, resistivity values and diameter of the invasion zone on the well sections of Kapaz and Chirag structures were plotted. The sedimentary series of the Fasila and Upper Kirmaki sandy suites were chosen as an object of study on sections of wells drilled in the Chirag and Kapaz structures of the South Caspian basin.

© 2023 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

### **Введение**

Оценка производительности пластов-коллекторов является одной из важных проблем, сохраняющих свою актуальность на различных этапах эксплуатации нефтегазовых скважин. При оценке продуктивности пластов-коллекторов используется ряд промыслово-геофизических методов, одними из которых являются боковое каротажное зондирование (БКЗ) и боковой каротаж (БК) (Мәммədov, İsmayilov, 2007; Мәммədov, 2010).

Как известно, сущность метода БКЗ состоит в проведении измерительных работ в отложениях продуктивной толщи в разрезе скважины с использованием однотипных зондов различной длины. По результатам измерений исследуются истинное удельное сопротивление пласта и изменения, происходящие в самом пласте (Добрынин, 1988).

Говоря об изменениях, происходящих в пласте, имеется в виду возникновение зоны проницаемости и значение удельного сопротивления в данной зоне ( $\rho_{z.pro.}$ ), а также определение диаметра ( $D$ ) зоны проницаемости. При применении метода БКЗ обычно используются 5 градиент-зондов различной длины. Длина градиент-зонда самого меньшего размера близка к значению диаметра скважины, длина же самого большого градиент-зонда достигает 8 м (Paşayev, 2010).

### **Методы исследований**

В статье рассмотрены вопросы оценки производительности пластов-коллекторов с использованием методов бокового каротажного зондирования (БКЗ) и бокового каротажа (БК).

В качестве объекта исследования были выбраны осадочные серии свиты Фасила (Перерыва) и Надкирмакинской песчаной (НКП) по раз-



Таблица 2

Значения удельного сопротивления пласта, определенного по диаграммам, полученным с применением зондов различной длины в разрезе скважины №5 по свитам Фасиля (3617-3622 м) и Надкирмакинская песчаная (НКП) (3942-3945 м) по структуре Кяпяз

Каротажные зонды	A0.4M0.1N	A1.0M0.1N	A2.0M0.5N	A4.0M0.5N	A8.0M1.0N
Длина зонда, А0,м	0.45	1.05	2.25	4.25	8.5
Оптимальное значение удельного сопротивления, Ом*м (3617-3622)	2.3	4.5	6	4	2.5
Оптимальное значение удельного сопротивления, Ом*м (3942-3945)	1.04	2.6	3.9	2.3	1.5

По значениям удельного сопротивления, указанным в табл. 1, с использованием определенной методики для каждого выделенного пласта свиты Фасиля (3623-3628 м) и свиты НКП (3928-3932 м) в разрезе скважины 3, пробуренной на структуре Кяпяз были построены фактические кривые БКЗ (рис. 2а, 2б). На основе значения диаметра скважи-

ны, определенного по кавернограмме исследуемых пластов и удельному сопротивлению глинистого раствора, используемого при бурении скважины, были отмечены соответствующие точки на рис. 2а, 2б). Удельное сопротивление глинистого раствора, используемого при бурении скважины было оценено как  $\rho_{\text{раств}} = 0.6 \text{ Ом*м}$ .

Таблица 3

Значения удельного сопротивления пласта, определенного по диаграммам, полученным с применением зондов различной длины в разрезе скважины № 4 по свитам Фасиля (2905-2915 м) и Надкирмакинская песчаная (НКП) (3372-3376 м) по структуре Чираг

Каротажные зонды	A0.4M0.1N	A1.0M0.1N	A2.0M0.5N	A4.0M0.5N	A8.0M1.0N
Длина зонда, А0,м	0.45	1.05	2.25	4.25	8.5
Оптимальное значение удельного сопротивления, Ом*м (2905-2915)	6	17	32	15	6.5
Оптимальное значение удельного сопротивления, Ом*м (3372-3376)	4	12	19	9.5	5

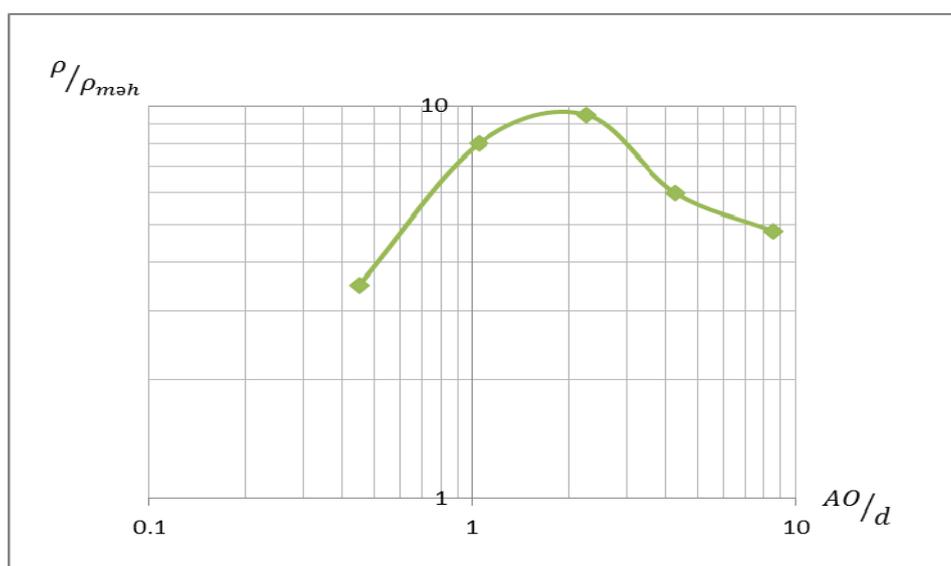


Рис. 2а. Фактическая кривая БКЗ, построенная по свите Фасиля (3623-3628 м) в разрезе скважины №3 структуры Кяпяз

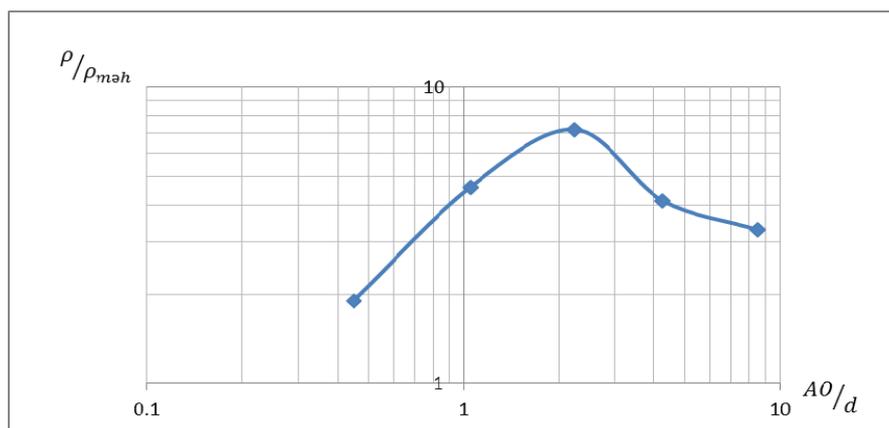


Рис. 2б. Фактическая кривая БКЗ, построенная по свите НКП (3928-3932 м) в разрезе скважины №3 структуры Кяпяз

При сравнении построенной фактической кривой БКЗ с теоретическими кривыми БКЗ, было выявлено наличие зоны проницаемости в исследуемых пластах и были определены истинное удельное сопротивление пластов, сопротивление зоны проницаемости и диаметр зоны проницаемости (Мәммədov, İsmayilov, 2003). Полученные результаты приведены в таблице 4.

В результате сравнительного анализа было выявлено, что в глубинном интервале 3623-3628 м свиты Фасиля в разрезе скважины № 3 структуры Кяпяз присутствует зона проницаемости в

5-ти метровом пласте и диаметр данной зоны 0.86 м; удельное сопротивление зоны проницаемости оценивается как 9 Ом\*м, а истинное удельное сопротивление пласта как 12 Ом\*м.

В аналогичном порядке, принимая во внимание значения, приведенные в табл. 2, были построены фактические кривые БКЗ для пластов-коллекторов, расположенных в разрезе скважины № 5 в глубинном интервале 3617-3622 м свиты Фасиля и глубинном интервале 3942-3945 м свиты НКП, а также определены точки крестообразности (рис. 2с, 2д).

Таблица 4

Результаты, полученные с применением метода БКЗ в разрезе скважины № 3, пробуренной на структуре Кяпяз

Глубинный интервал, м	Мощность пласта, м	d <sub>скв.</sub> , м	ρ <sub>з.про.</sub> , Ом*м	ρ <sub>пл.</sub> , Ом*м	D <sub>з.про.</sub> , м
3623-3628	5	0.215	9	12	0.86
3928-3932	4	0.205	12	3.9	0.82

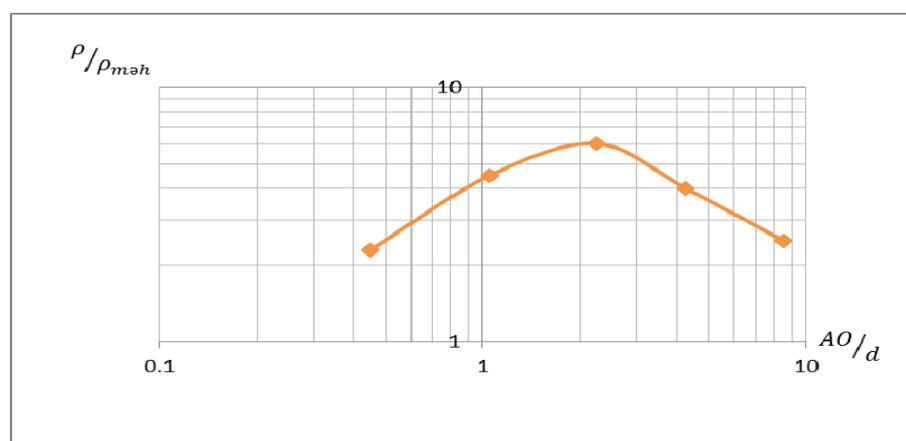
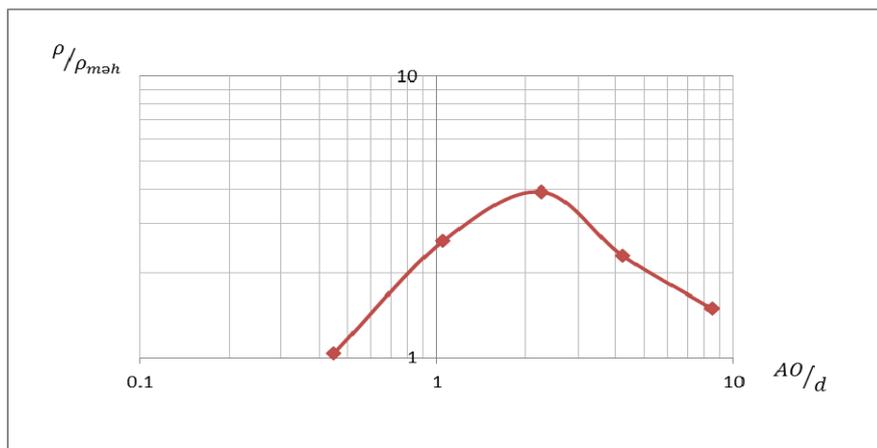


Рис. 2с. Фактическая кривая БКЗ, построенная по свите Фасиля (3617-3622 м) в разрезе скважины №5, пробуренной на структуре Кяпяз



**Рис. 2d.** Фактическая кривая БКЗ, построенная по свите НКП (3942-3945 м) в разрезе скважины №5, пробуренной на структуре Кяяз

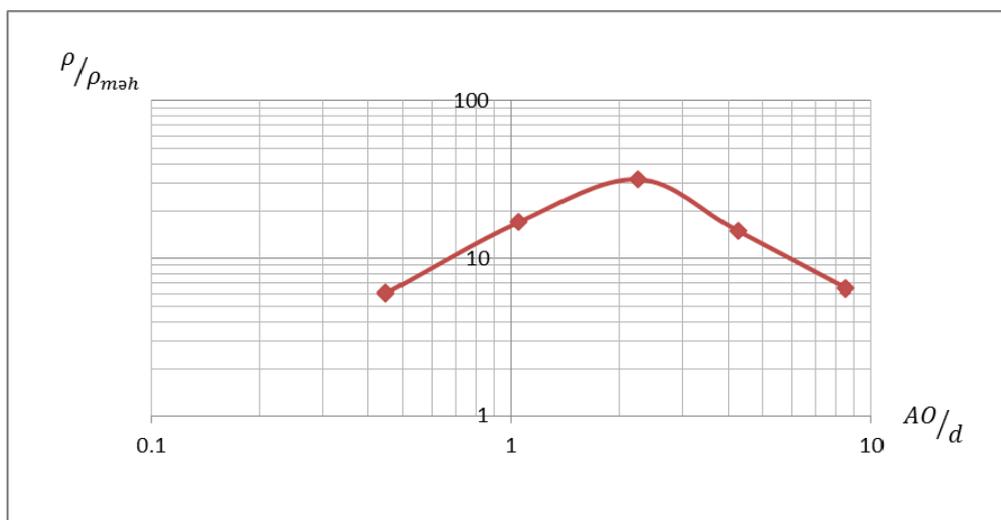
При сравнении фактических кривых БКЗ с таковыми теоретическими был дан прогноз по продуктивности исследуемых пластов. На основе сравнения кривых, было выявлено наличие зоны проницаемости в исследуемых пластах и были определены: истинное удельное сопротивление пластов, удельное сопротивление и диаметр зоны проницаемости (Karimova, 2014). Полученные результаты приведены в табл. 5.

В статье также был дан прогноз продуктивности пластов-коллекторов, выделенных в разрезе скважины № 4, пробуренной на структуре Чираг. С использованием табл.3 была построена фактическая кривая БКЗ по глубинному интервалу 2905-2915 м свиты Фасиля и глубинному интервалу 3372-3376 м свиты НКП в разрезе скважины Чираг 4 и была определена точка крестообразности (рис. 2e,2f).

**Таблица 5**

Результаты, полученные с применением метода БКЗ в разрезе скважины № 5, пробуренной на структуре Кяяз

Глубинный интервал, м	Мощность пласта, м	$d_{скв.}$ , м	$\rho_{з.про.}$ , Ом*м	$\rho_{пл.}$ , Ом*м	$D_{з.про.}$ , м
3617-3622	5	0.34	6	2.9	0.68
3942-3945	3	0.285	9	1.9	0.114



**Рис. 2e.** Фактическая кривая БКЗ, построенная для свиты Фасиля по интервалу 2905-2915 м разреза скважины № 4 структуры Чираг

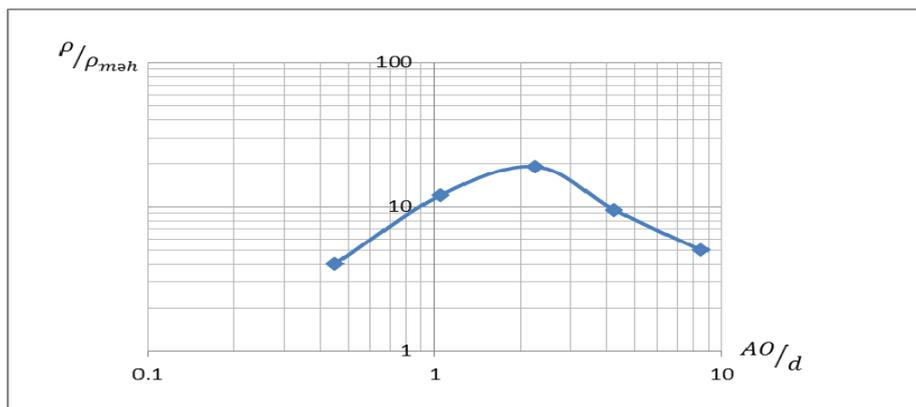


Рис. 2f. Фактическая кривая БКЗ, построенная для свиты НКП по интервалу 3372-3376 м в разрезе скважины № 4 структуры Чираг

### Результаты исследований и их обсуждение

На основе сравнения данной фактической кривой БКЗ с таковой теоретической был дан прогноз. Сравнительный анализ позволил утверждать, что в этих пластах есть зона проницаемости. Результаты определения диаметра и удельного сопротивления зоны проницаемости, а также, истинного удельного сопротивления данного пласта приведены в табл. 6.

По площади исследования были построены

2D и 3D модели изменения удельного сопротивления ( $\rho_{з.про.}$ ) зон проводимости, выявленных в свитах Фасиля и НКП, истинного удельного сопротивления пласта ( $\rho_{пл.}$ ) и диаметра ( $D$ ) зоны проводимости (рис. 3-8).

Были определены значения коэффициента водонасыщенности ( $K_B$ ) и нефте-газонасыщенности пластов по данным БК по разрезу скважины № 3, пробуренной на структуре Кяпяз (табл. 5).

Таблица 6

Результаты, полученные с применением метода БКЗ в разрезе скважины № 4, пробуренной на структуре Чираг

Глубинный интервал, м	Мощность пласта, м	$d_{скв.}$ , м	$\rho_{з.про.}$ , Ом*м	$\rho_{пл.}$ , Ом*м	$D_{з.про.}$ , м
2905-2915	10	0.315	5	6.5	0.124
3372-3376	4	0.310	12	6	0.248

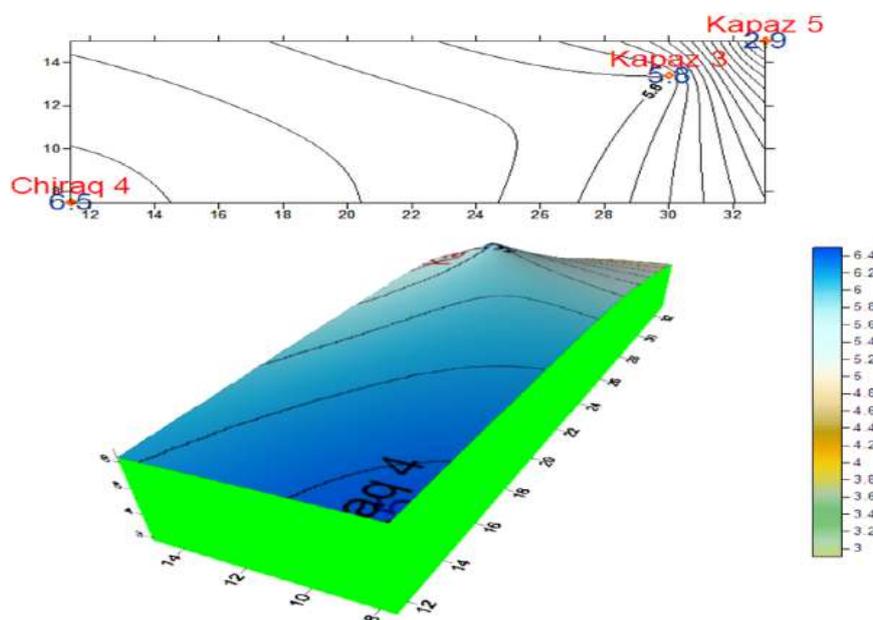


Рис. 3. 2D и 3D модели истинного удельного сопротивления пластов, выделенных в свите Фасиля в разрезе скважин Кяпяз 3, Кяпяз 5 и Чираг 4

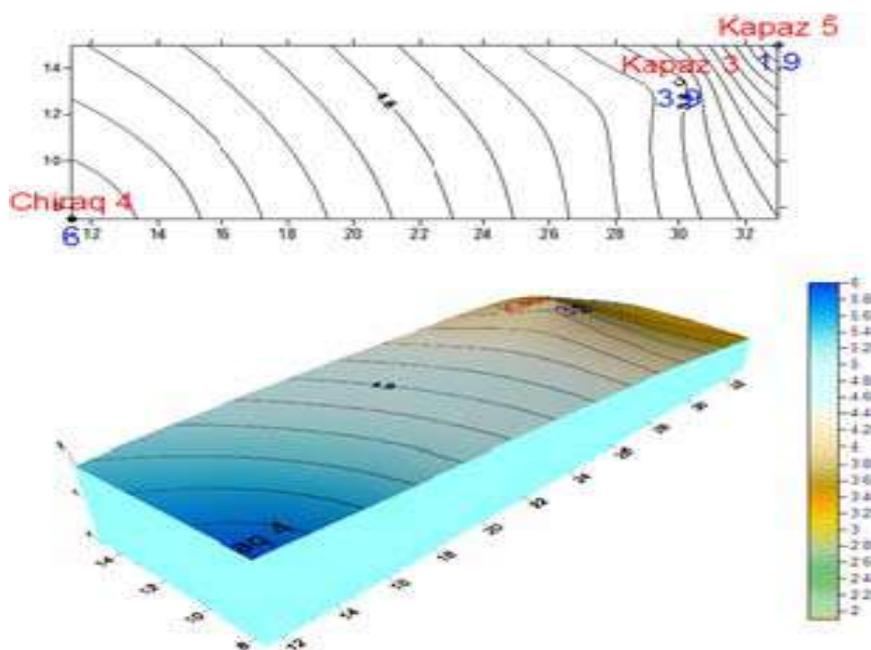


Рис. 4. 2D и 3D модели истинного удельного сопротивления пластов, выделенных в свите НКП в разрезах скважин Кяяз 3, Кяяз 5 и Чираг 4

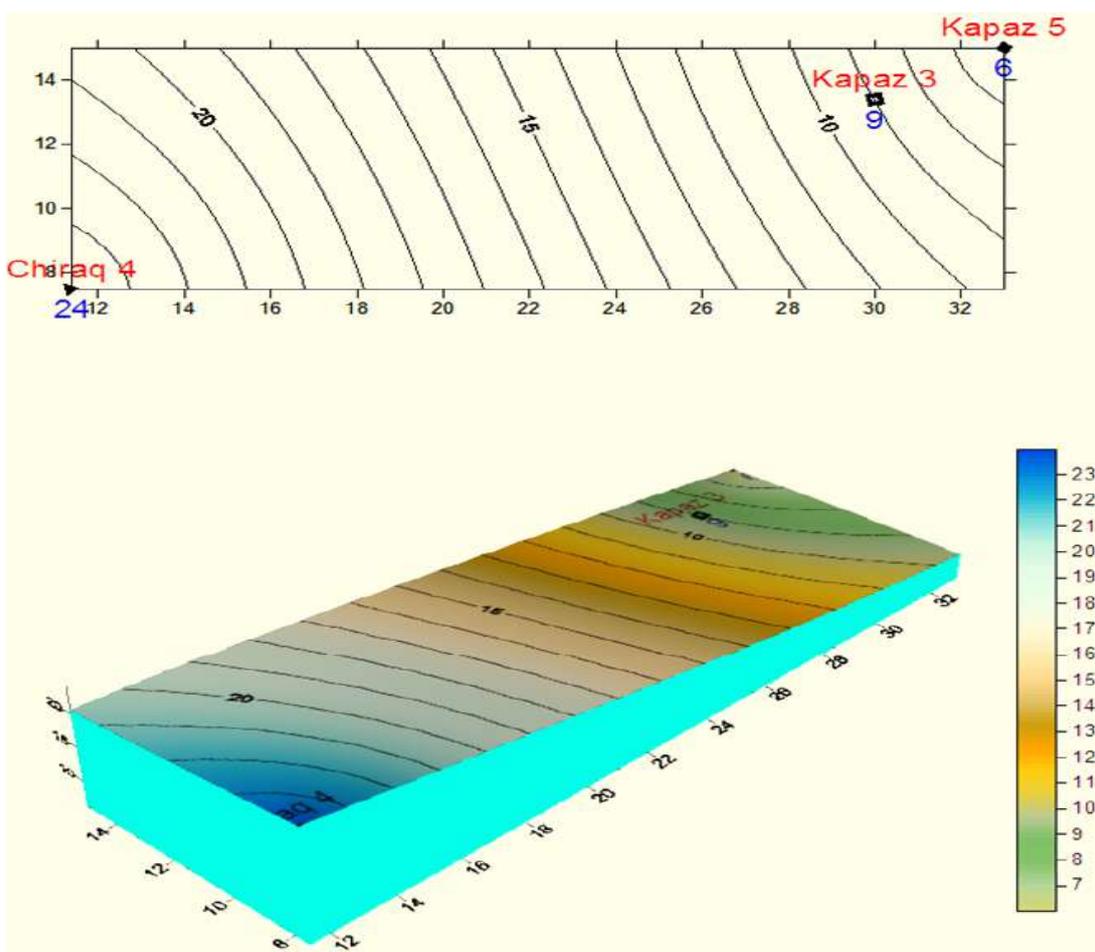


Рис. 5. 2D и 3D модели удельного сопротивления зоны проводимости в пластах свиты Фасиля, выделенных в разрезах скважин Кяяз 3, Кяяз 5 и Чираг 4

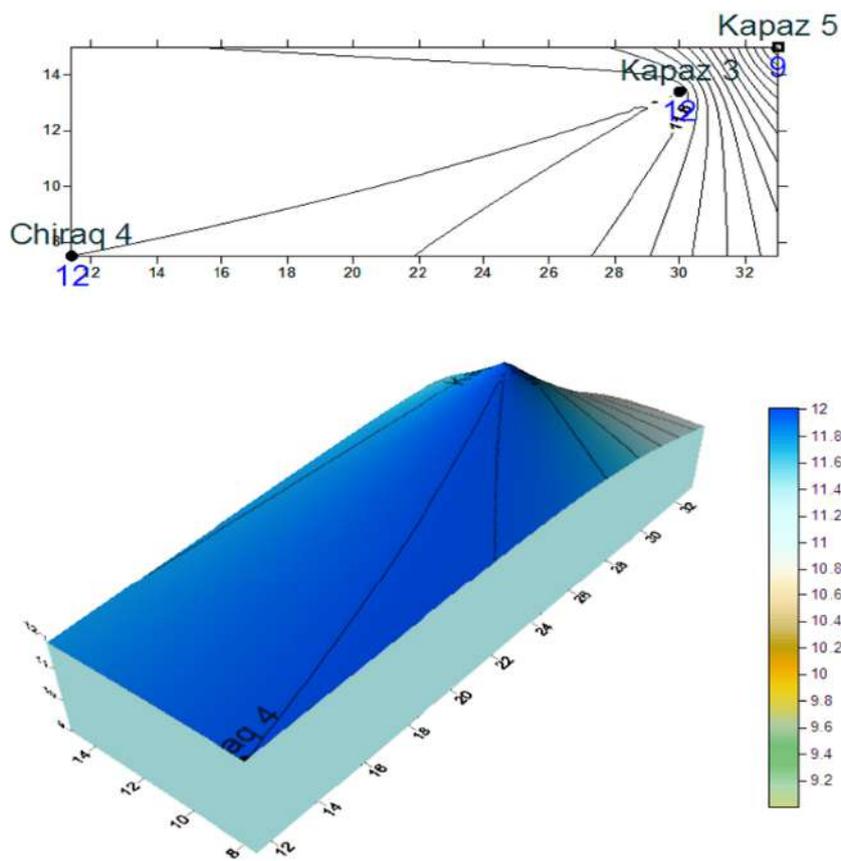


Рис. 6. 2D и 3D модели удельного сопротивления зоны проводимости в пластах свиты НКП, выделенных в разрезах скважин Кяпяз 3, Кяпяз 5 и Чираг 4

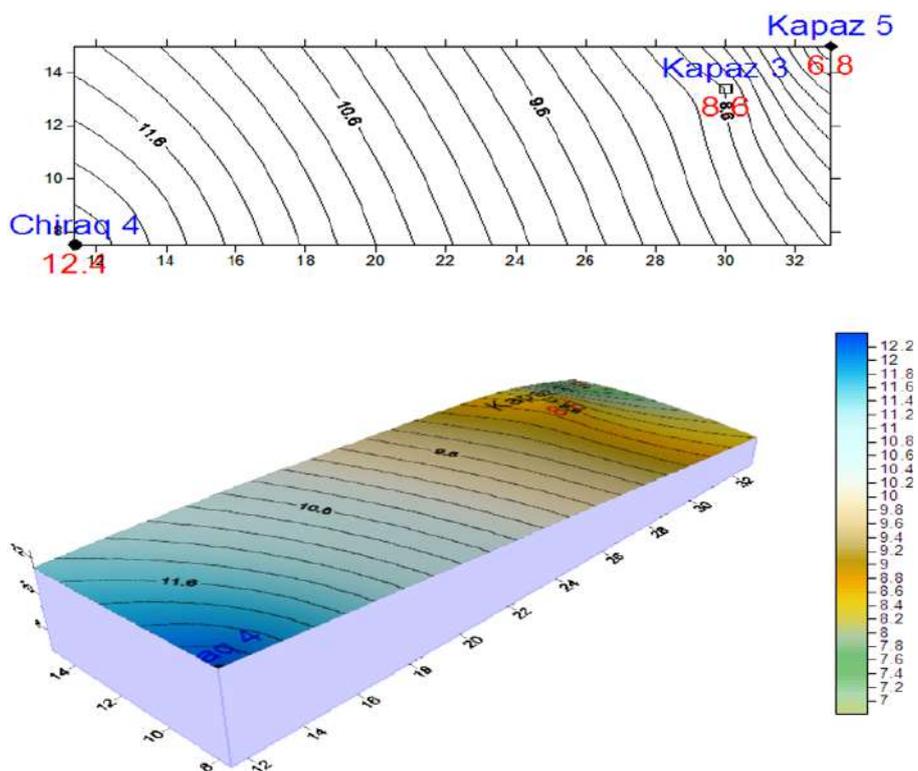


Рис. 7. 2D и 3D модели диаметра зоны проницаемости в пластах свиты Фасиля, выделенных в разрезах скважин Кяпяз 3, Кяпяз 5 и Чираг 4

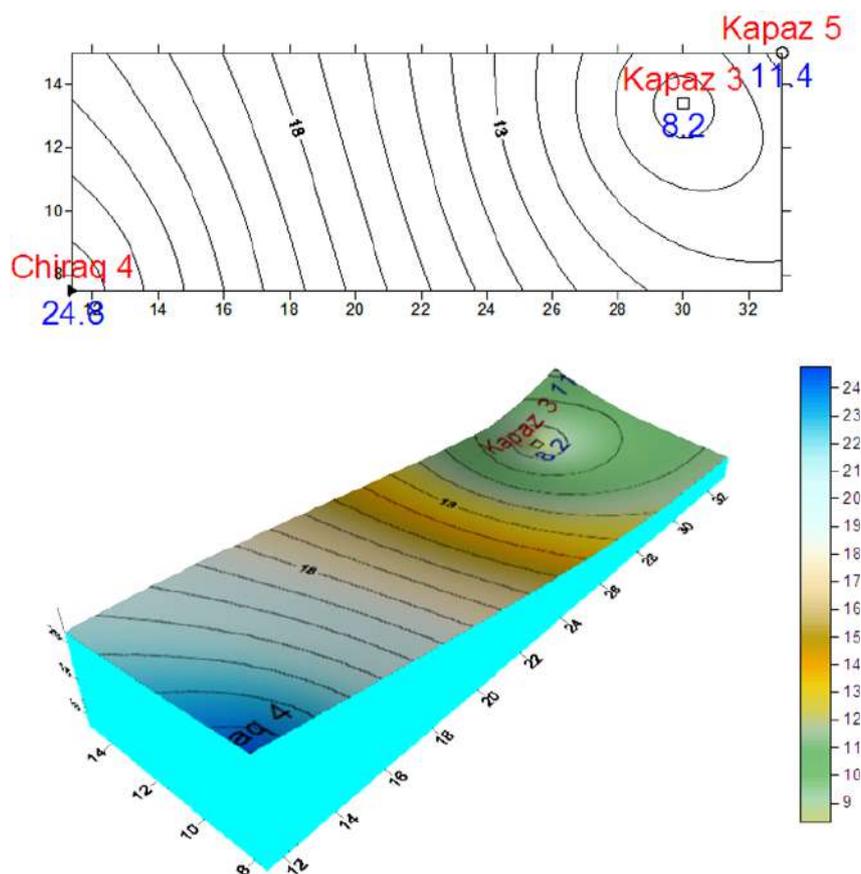


Рис. 8. 2D и 3D модели диаметра зоны проницаемости в пластах свиты «НКП», выделенных в разрезах скважин Кязь 3, Кязь 5 и Чираг 4

Таблица 5

Интервал глубин, м	Мощность пласта, м	$\rho_{н.пл.}, \text{ Ом*м}$	$\rho_{в.пл.}, \text{ Ом*м}$	$Q$	$K_{н.г.}, \%$	$K_{в.}, \%$
3615-3628	13	15.1	12.5	1.25	83	17
3662-3664	2	20	5.5	3.6	41	59
3671-3672	1	16.6	13	1.27	81	19
3658-3661	3	19	13	1.5	72	28

### ВЫВОДЫ

На основе совместного применения методов бокового каротажного зондирования (БКЗ) и бокового каротажа (БК) было определено наличие зоны проницаемости против пласта-коллектора. Были определены: истинное удельное сопротивление пластов содержащих зоны проницаемости, удельное сопротивление и диаметр зоны проницаемости, и был дан прогноз продуктивности этих пластов.

Одновременно с применением данных бокового каротажа была проведена оценка нефтена-

сыщенности пластов, и из 6-ти исследованных коллекторских пластов 4 оцениваются как водонасыщенные, а 2 пласта – как нефтенасыщенные.

В рамках данной исследовательской работы были также построены 2D и 3D модели распределения значений истинного удельного сопротивления пластов, удельного сопротивления зоны проницаемости и диаметра зоны проницаемости по разрезам скважин, пробуренных на структурах Кязь и Чираг.

## ЛИТЕРАТУРА

- Добрынин В.М. (под ред.). Интерпретация результатов геофизических исследований нефтяных и газовых скважин. Справочник. Недра. Москва, 1988, 476 с.
- Kərimova K.Ə. Quyu məlumatlarının kompleks interpretasiyası. Metodik vəsait. Bakı, 2014, 86 s.
- Məmmədov N.V., İsmayılov Ə.K. Quyuların geofiziki tədqiqat üsulları (elektrik karotaj). Dərs vəsaiti. Bakı, 2007, 175 s.
- Məmmədov N.V. Quyuların geofiziki tədqiqat üsulları. Bakı, 2010, 145 s.
- Məmmədov N.V., İsmayılov Ə.K. Quyuların birbaşa üsullarla geofiziki tədqiqatı. Bakı, 2003, 128 s.
- Pəşayev N.V. Quyuların geofiziki tədqiqat məlumatlarının emal və interpretasiyası. Bakı, 2010, 280 s.

## REFERENCES

- Dobrynin V.M. (ed.). Interpretation of results of oil and gas wells geophysical studies. Handbook. Nedra. Moscow, 1988, 476 s.
- Karimova K.A. Integrated interpretation of well data. Textbook. Bakı, 2014, 86 p. (in Azerbaijani).
- Mammadov N.V., Ismailov A.K. Geophysical well survey methods (electric logging). Bakı, 2007, 175 p. (in Azerbaijani).
- Mammadov N.V. Geophysical well survey methods. Bakı, 2010, 145 p. (in Azerbaijani).
- Mammadov N.V., Ismailov A.K. Geophysical surveys of wells by direct methods Bakı, 2003, 128 p. (in Azerbaijani).
- Pashayev N.V. Processing and interpretation of geophysical well data. Textbook, Bakı, 2010, 280 p. (in Azerbaijani).

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕФТЕНАСЫЩЕННОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

**Керимова К.А.**

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Азербайджан  
AZ1010, г.Баку, Просп.Азадлыг,20*

**Резюме.** Оценка производительности пластов-коллекторов является одной из важных проблем, сохраняющих свою актуальность во все времена. При оценке продуктивности пластов-коллекторов используется ряд промыслово-геофизических методов, одними из которых являются боковое каротажное зондирование и боковой каротаж.

В статье были рассмотрены вопросы оценки производительности пластов-коллекторов с использованием методов бокового каротажного зондирования и бокового каротажа.

Говоря об изменениях, происходящих в пласте, имеется в виду возникновение зоны проницаемости и значение удельного сопротивления в данной зоне (р<sub>з.про.</sub>), а также определение диаметра (D) зоны проницаемости.

Выяснив наличие или отсутствие зоны проницаемости против пластов-коллекторов по площади исследования на основе совместного применения методов бокового каротажного зондирования и бокового каротажа, были определены истинные удельные сопротивления пластов, являющихся зоной проникновения, удельное сопротивление и диаметр зоны проникновения. В результате был дан прогноз продуктивности этих пластов. В то же время были построены 2D и 3D модели распределения значений истинных удельных сопротивлений пластов, являющихся зоной проникновения, удельных сопротивлений и диаметра зоны проникновения по разрезу скважин структур Кяпяз и Чираг.

В качестве объекта исследования были выбраны осадочные серии свиты Фасила (Перерыва) и Надкирмакинской песчаной (НКП) по разрезам скважин, пробуренных на структурах Чираг и Кяпяз Южно-Каспийского бассейна.

Исследовательская работа была проведена на основе геофизических характеристик, полученных в разрезе скважин № 3 и № 5 на структуре Кяпяз и скважины № 4, пробуренной на структуре Чираг, расположенных в Абшерон-Прибалханской тектонической зоне.

**Ключевые слова:** пласт-коллектор, боковое каротажное зондирование, боковой каротаж, удельное сопротивление зоны проницаемости, диаметр зоны проницаемости, истинное удельное сопротивление пласта, градиент-зонд

## KOLLEKTORLARIN NEFT DOYUMLULUĞUNUN ELEKTRİK KAROTAJI ÜSULU İLƏ PROQNOZ EDİLMƏSİ

**Kərimova K.Ə.**

*Azərbaycan Dövlət Nefti və Sənaye Universiteti, Azərbaycan  
AZ1010, Bakı şəh.,Azadlıq prosf., 20*

**Xülasə.** Kollektor layların məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi hər zaman aktuallığını qoruyub saxlayan vacib məsələlərdəndir. Kollektorların məhsuldarlığının qiymətləndirilməsində bir sıra mədən geofiziki üsullardan istifadə edilir ki, bu üsullardan biri də elektrik karotajının yan karotajı zondlaması və yan karotajı üsuludur.

Məqalədə yan karotaj zondlaması və yan karotajı üsullarından istifadə etməklə kollektor layların məhsuldarlığının qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılmışdır.

Məlum olduğu kimi yan karotajı zondlaması məlumatlarının interpretasiyasının nəticəsinə görə layda baş verən dəyişikliklər öyrənilir. Layda baş verən dəyişikliklər dedikdə keçirmə zonasının yaranması və bu zonanın xüsusi müqaviməti (p<sub>z</sub>), eləcə də keçirmə zonasının diametrinin (D) təyini nəzərdə tutulur.

Yan karotaj zondlaması və Yan karotajı üsullarının birgə tətbiqinə əsasən tədqiqat sahəsi üzrə kollektor lay qarşısında keçirmə zonasının olub olmaması müəyyən edilərək, keçirmə zonası olan layların həqiqi xüsusi müqaviməti, keçirmə zonasının xüsusi müqaviməti, keçirmə zonasının diametri təyin edilərək həmin layların məhsuldarlığı proqnoz edilmişdir. Eyni zamanda keçirmə zonası olan layların həqiqi xüsusi müqavimətinin, keçirmə zonasının xüsusi müqavimətinin, keçirmə zonasının diametrinin qiymətlərinin Kəpəz və Çıraq strukturlarının quyu kəsilişləri üzrə paylanması 2D və 3D modelləri qurulmuşdur.

Tədqiqat obyektini kimi Cənubi Xəzər çökəkliyinin Çıraq və Kəpəz strukturlarının quyu kəsilişləri üzrə "Fasilə" və "Qırmakiüstü qumlu (QÜQ)" lay dəstələri götürülmüşdür. Tədqiqat işi Abşeron Balxanyanı tektonik zonasından götürülmüş Kəpəz strukturunun 3, 5 saylı və Çıraq strukturunun 4 saylı quyu kəsilişlərinin geofiziki xarakteristikləri əsasında aparılmışdır.

**Açar sözlər:** kollektor laylar, yan karotaj zondlaması, yan karotajı, keçirmə zonasının xüsusi müqaviməti, keçirmə zonasının diametri, layın həqiqi xüsusi müqaviməti, qradient zond