

Прогнозирование петрофизических свойств целевого интервала отложений месторождения Газанбулак по атрибутивному анализу сейсмических данных 3D в комплексе с ГИС

Тофик Рашид оглы АХМЕДОВ^{1*},
Малейка Агали кызы АГАЕВА^{1,**},
Севиנדж Рахим кызы МАМЕДОВА^{2,***}

¹Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Азербайджан, Баку

²Управление геологии и геофизики SOCAR, Азербайджан, Баку

Актуальность работы. Статья посвящена актуальным вопросам выделения перспективных интервалов, благоприятных по петрофизическим свойствам для скопления углеводородов, с использованием данных сейсморазведки 3D.

Целью настоящих исследований является установление эффективных атрибутов сейсмического волнового поля для определения петрофизических свойств майкопских отложений, имеющих целью восстановление добычи нефти и газа на площади Газанбулак.

Предметами исследований являются керновые материалы, данные геофизических исследований скважин и сейсмические атрибуты, а также зависимости, построенные между керновыми данными и математическими преобразованиями данных ПС. Кривые ПС трансформированы в значения пористости отложений целевого интервала и для площади исследований получено регрессионное уравнение, устанавливающее связь между коэффициентом пористости и $\alpha_{\text{ПС}}$.

Объектом исследований является месторождение Газанбулак. В статье приведена краткая геолого-геофизическая характеристика, стратиграфическое и литологическое описание пород, слагающих разрез данного месторождения. Несмотря на то, что данное месторождение неоднократно изучалось различными геолого-геофизическими методами, многие особенности его строения остаются не до конца выясненными, и 2014 г. здесь была проведена сейсморазведка 3D.

Результаты исследований. Приведены основные результаты исследований по изучению петрофизических свойств газанбулакского горизонта II майкопской свиты с использованием данных сейсморазведки 3D и ГИС. Составлены кубы и карты коллекторов и пористости, по которым выяснено, что в целевом интервале процентное содержание песков высоко и достигает 62 %, средние значения кажущегося удельного сопротивления изменяются в пределах 3,0–8,4 Ом · м. Показано, что рассчитанные значения $\alpha_{\text{ПС}}$ по площади увеличиваются в южной и восточной частях площади Зиядхан, а прогнозные данные пористости наблюдаются в центральной части площади Зиядхан, в северной и центральной частях площади Газанбулак. Рассчитанные для интервала исследований значения коэффициента пористости составляют примерно 10–22 %. Приведены результаты прогноза пористости по сейсмическому амплитудному атрибуту RMS Amplitude. Сравнение построенных разными способами карт (ГИС и анализ амплитуд RMS) показывает, что данные, полученные разными способами вычислений, сходны и достаточно хорошо совпадают и могут быть применены при определении места заложения очередной эксплуатационной скважины.

Вывод. Сейсмический амплитудный атрибут RMS Amplitude может с успехом применяться для определения петрофизических свойств отдельных комплексов отложений месторождений, имеющих подобные сейсмогеологические условия.

Ключевые слова: верхний мел, палеоцен, эоцен, майкопская свита, петрофизические исследования, кажущееся сопротивление (КС), потенциал скважины (ПС), кубы и карты пористости отложений, сейсмические атрибуты.

Введение
В результате проведенных ранее геолого-геофизических исследований выявленное в горизонте III фораминиферных слоев (эоцен) месторождение Газанбулак отнесено к залежам нефти и газа в ловушках эрозивных выступов и стратиграфических экранов (рис. 1) [1, 2].

Месторождение расположено к востоку от г. Гянджа и к северо-западу от курорта Нафталан, на плато, осложненном небольшими холмами и балками. В 1945–1947 гг. здесь осуществлялась промышленная разведка, в результате которой были выявлены залежи нефти в двух песчаных горизонтах нижнего майкопа (I и II газанбулакские горизонты). После передачи площади в разработку была установлена промышленная нефтеносность одной песчаной пачки в разрезе фораминиферных слоев (III газанбулакский горизонт). Проведенные геолого-поисковые работы выявили, что в сводном геологическом разрезе площади принимают участие еще меловые и палеогеновые отложения [1, 3]. Они представлены пелитоморфными трещиноватыми известняками с маломощными прослоями глин и мергелей, известняками, мергелями, известковистыми песчаниками, мергелями и глинами, крупнозернистыми песками и песчаниками. Апшеронский ярус и антропоген сложены континентальными породами.

В 1993–1994 гг. на СВ крыле Газанбулакской складки были пробурены две поисково-разведочные скважины – 201 и 202, но промышленные притоки нефти не получены. В 1994 г. на северо-восточной, равнинной части площади проведены сейсморазведочные работы МОГТ, в результате которых картированы отложения верхнего мела–палеогена.

В структурном отношении площадь Газанбулак представляет собой асимметричную антиклинальную складку северо-западного простирания с пологим (до 10°) северо-восточным и относительно крутым (15°–16°) юго-западным крыльями. По слоям нижнего майкопа складка состоит из двух небольших поднятий: Шадылинского и Газанбулакского. По данным структурно-картировочных скважин, Газанбулакская складка осложнена четырьмя поперечными разрывами, приведшими к образованию отдельных тектонических полей.

На Газанбулакском месторождении основными объектами для поисков так же, как и на других площадях Среднекуринской нефтегазосной области, служат верхнемеловые карбонатные породы и песчано-алевритовые породы палеогена. Всего на площади Газанбулак в мезокайнозой выявлены 7 промышленно-нефтеносных объектов.

* akhmedov.tofik@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0634-5600>

** m.a.agayeva@mail.ru

*** sevamamedova@yahoo.com

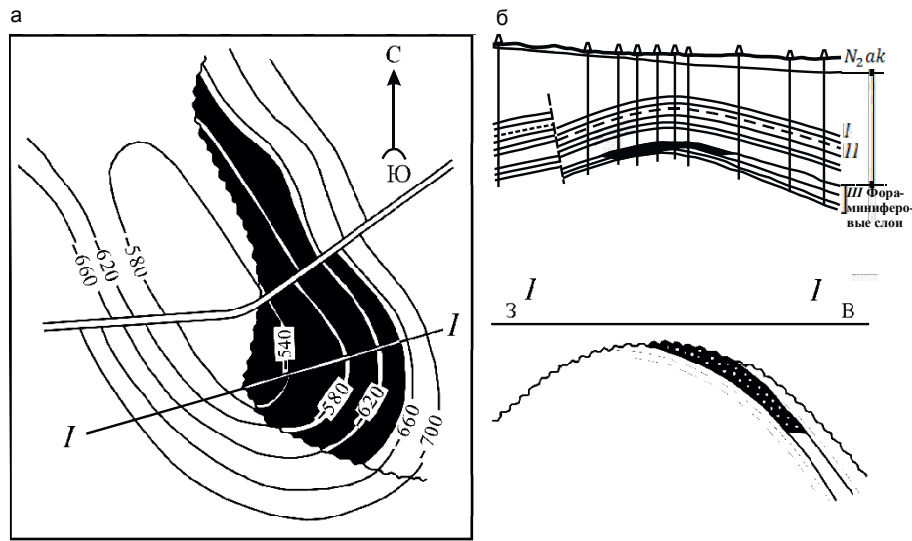


Рисунок 1. Месторождение Газанбулак. а – структурная карта по кровле нижнего эоцена (нижние фораминиферовые слои); б – геологический профиль.
Figure 1. The Gazanbulak field. a – structural map of the roof of the lower Eocene (lower foraminifera layers); б – geological profile.

Несмотря на неоднократное изучение и достаточно длительную эксплуатацию месторождения Газанбулак, многие особенности его строения до сих пор остаются не до конца выясненными, поэтому в 2014 г. по заказу ПО «Азнефть» сейсмической экспедицией Управления разведочной геофизики (УРГ) были выполнены трехмерные (3D) сейсмические работы на площади Газанбулак–Зиядхан с целью изучения геологического строения верхнемеловых-палеогеновых отложений [3, 4].

Методология исследований

Исходными для петрофизических исследований послужили данные трехмерных сейсмических наблюдений (т. е. сейсморазведки 3D) и данные ГИС пробуренных здесь многочисленных скважин [5, 6]. Добыча в этом месторождении коммерческой нефти из газанбулакских горизонтов I и II майкопской свиты, а также отбор кернов пород из целевых интервалов послужили базой проведения петрофизических исследований с использованием метода «кern-ГИС». Для обеспечения достаточно высокой точности результатов вычислений материалы, полученные из скважин, находящихся в контуре площади исследований, обработаны, анализированы и исследованы отдельно, в пробуренных на площади скважинах проведены измерения кажущегося удельного сопротивления (КС) и потенциала скважины (ПС).

Основная цель данных исследований заключалась в определении петрофизических свойств газанбулакского горизонта II майкопской свиты и в изучении распределения их по площади с использованием данных ГИС и сейсморазведки 3D [7, 8].

Петрофизическими исследованиями охвачен интервал между сейсмическими горизонтами ГБ-II_а и ГБ-II_б газанбулакского горизонта II майкопской свиты, прослеженными сейсморазведкой 3D. К исследованиям привлечены регрессионные зависимости, построенные между керновыми данными и математическими преобразованиями данных ПС [8], полученных в пробуренных на площади скважинах (рис. 2). Мощность изучаемого интервала на юго-западе составляет 30 м, а на северо-востоке 230 м [3].

Петрофизические исследования здесь проведены на основе математических преобразований данных КС и ПС (расчитанной кривой $\alpha_{ПС}$) и данных кернов пород. Исследования проведены в следующей последовательности [9]:

– кривые ПС трансформированы в значения пористости (рис. 3); с этой целью кривые ПС нормированы с использованием выражения $\alpha_{ПС} = (ПС_{max} - ПС) / (ПС_{max} - ПС_{min})$ и на основе кроссплота, связывающего $\alpha_{ПС}$ с керновыми данными, для площади исследований получено следующее регрессионное уравнение [6, 10]:

$$K_{пор} = 13,429 \alpha_{ПС} + 9,0845.$$

Следует отметить, что с целью обеспечения достаточно высокой точности выполненных расчетов при построении графика зависимости из керновых данных отобраны только коэффициенты пористости для изучаемого интервала;

– рассчитаны кривые песчано-глинистости на основе кривых $\alpha_{ПС}$; при расчетах в кривых $\alpha_{ПС}$ интервал с численными значениями, превышающими 0,5, принят за интервал коллекторов, а меньше 0,5 – неколлекторов [5, 8].

Результаты исследований

По результатам петрофизических исследований составлены кубы и карты пористости коллекторов (рис. 4, 5). При построении моделей и для определения пространственного положения использованы стохастические алгоритмы (метод интерполяции при моделировании кубов литологии и пористости). Значения литологического куба показывают (рис. 4), что в этом интервале процентное содержание песков высоко и достигает 62 %.

Ареал распространения песчаных масс для этого интервала характеризуется незначительными численными изменениями и повторяет форму залегания находящейся здесь структуры.

Средние значения КС по изучаемому интервалу варьирует в пределах 3,0–8,4 Ом · м (рис. 5). Анализ измеренных значений кажущихся удельных сопротивлений в скважинах показывает, что исследуемый интервал представлен чере-

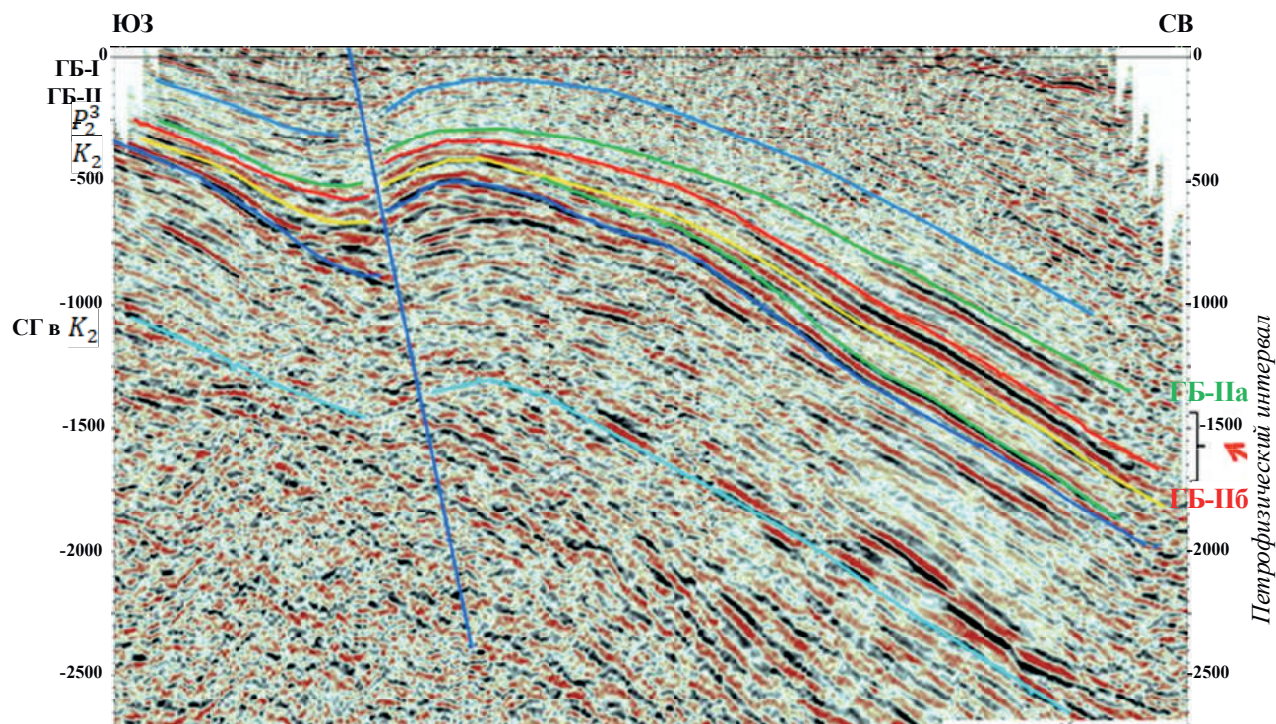


Рисунок 2. Вертикальный срез куба 3D площади Газанбулак со стратиграфическим интервалом петрофизических исследований.
 Figure 2. Vertical section of the cube of 3D Gazanbulak area with a stratigraphic interval of petrophysical studies.

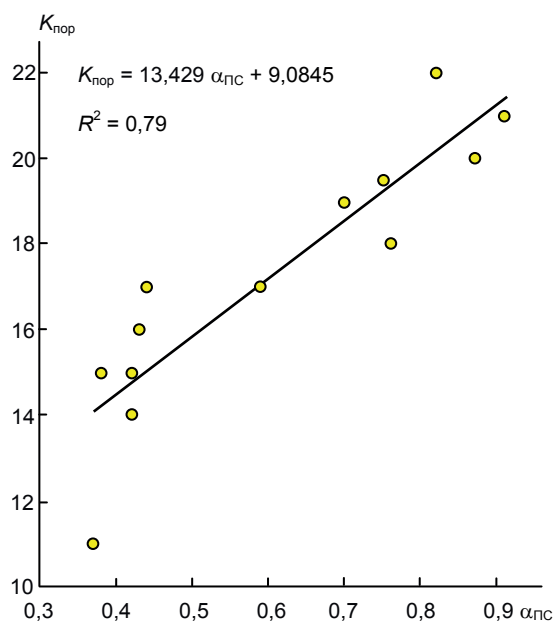


Рисунок 3. Линейная зависимость между коэффициентами пористости по керну и рассчитанными значениями α_{pc} .
 Figure 3. Linear function between the porosity coefficients for the core and the calculated values of α_{pc} .

дованием песков и глин. Как видно из куба (рис. 5) кажущихся удельных сопротивлений в центральной части Газанбулакской площади, а также в центральной, южной и юго-западной частях Зиядханской площади, КС представлено относительно высокими численными значениями.

Определенные прогнозные данные показывают, что относительно высокие значения пористости наблюдаются в центральной части площади Зиядхан, в северной и центральной частях площади Газанбулак, а также в синклинали, разделяющей структуру Зиядхан от Чайлинской антиклинали. На западе площади Газанбулак отмечается относительно уменьшение данного параметра (рис. 6). Полученные результаты наиболее наглядно и ясно демонстрирует карта, характеризующая средние значения пористости. Рассчитанные для интервала исследований значения коэффициента пористости составляют примерно 10–22 % (рис. 7).

Естественно, что скопления углеводородов тесно связаны также с условиями осадконакопления [6, 11]. Отметим, что в процессе накопления майкопского комплекса отложений происходило быстрое погружение бассейна и поэтому глинистость этих отложений увеличивается, что сказывается на их нефтегазонасыщенности, которая ухудшается с уве-

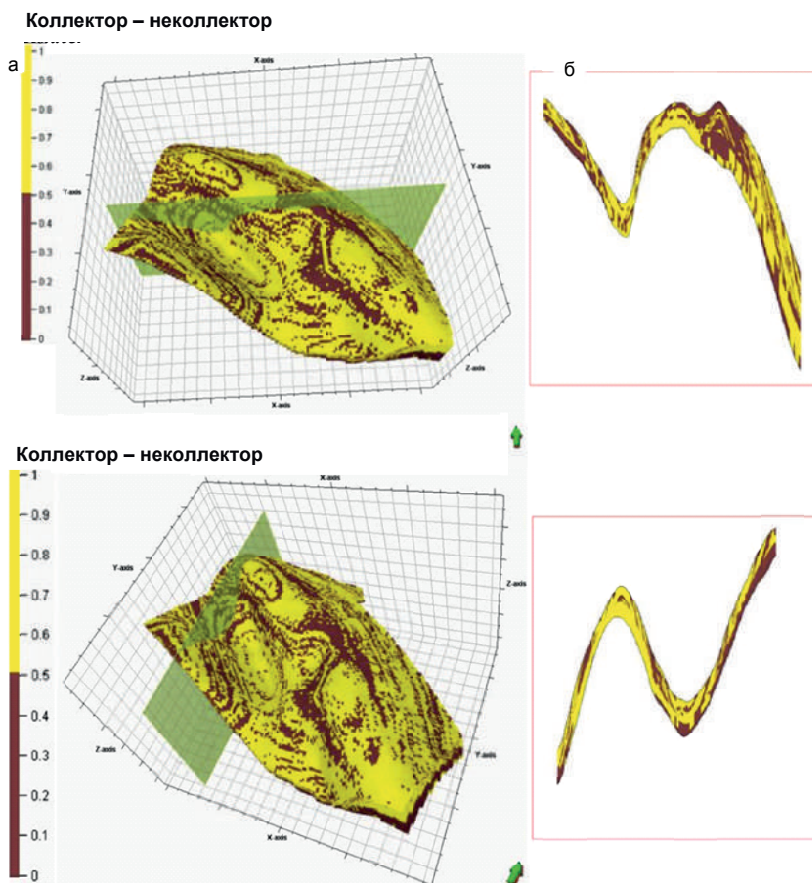


Рисунок 4. Куб коллекторских свойств площади – а и его продольный и поперечный разрезы – б.
 Figure 4. The cube of reservoir characteristics of the area – а and its longitudinal and transversal sections – б.

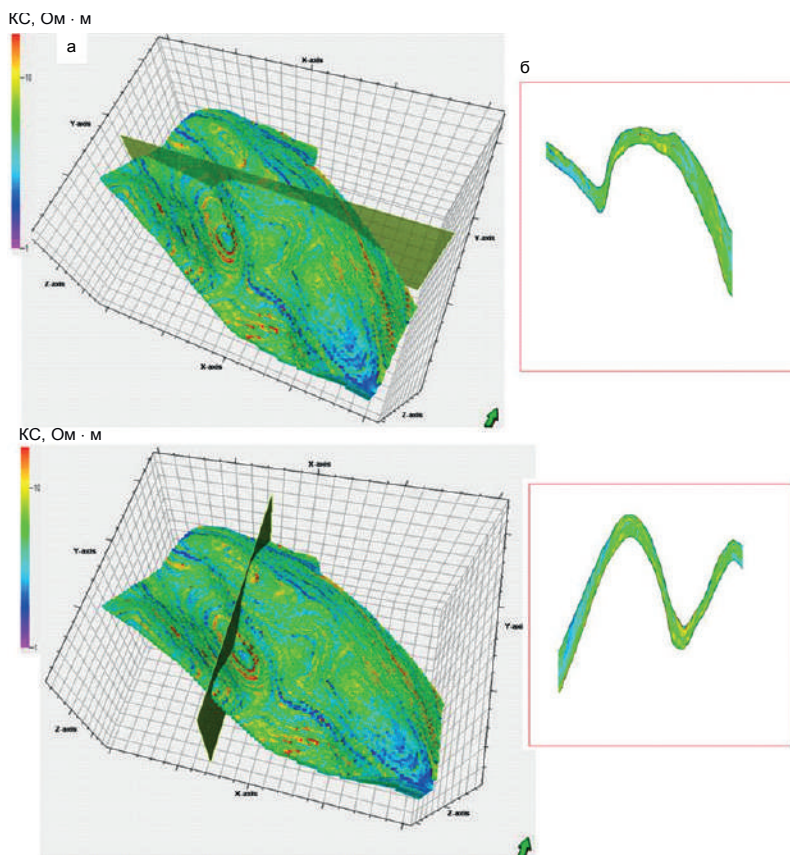


Рисунок 5. Куб прогнозных значений КС – а и его продольные и поперечные разрезы – б.
 Figure 5. Cube of predicted values of reservoir characteristics – а and its longitudinal and transversal sections – б.

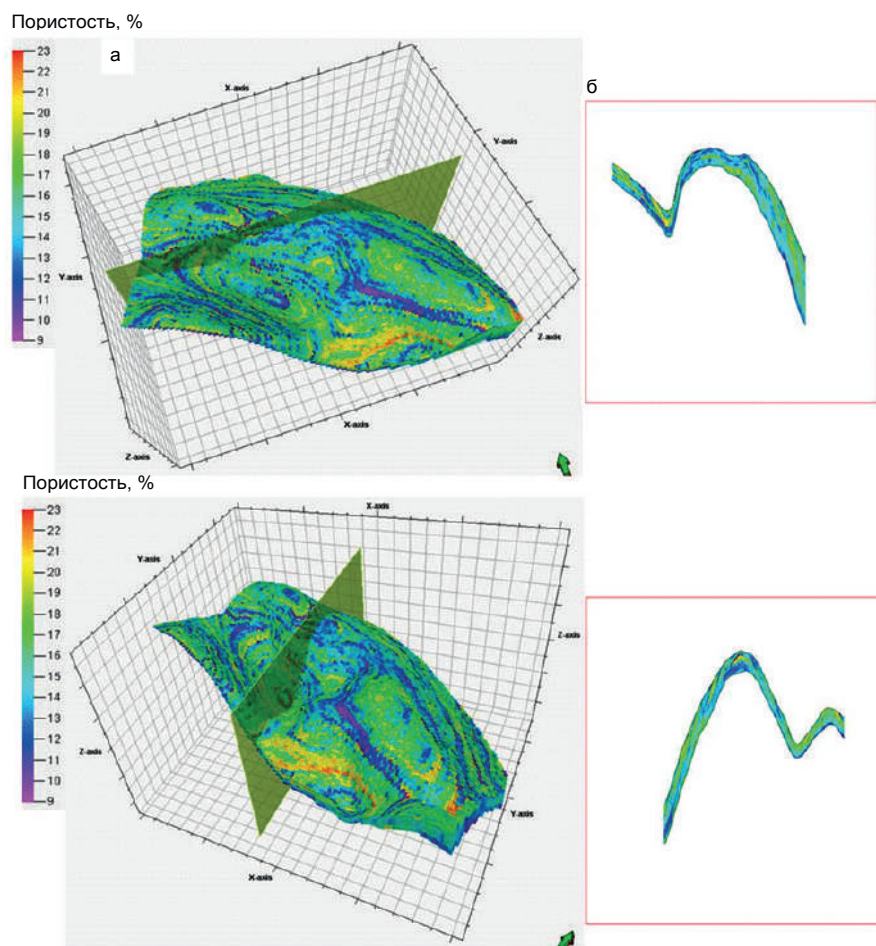


Рисунок 6. Куб пористости площади – а и его продольное и поперечное сечения – б.
Figure 6. The cube of porosity of the area – а and its longitudinal and transversal section – б.

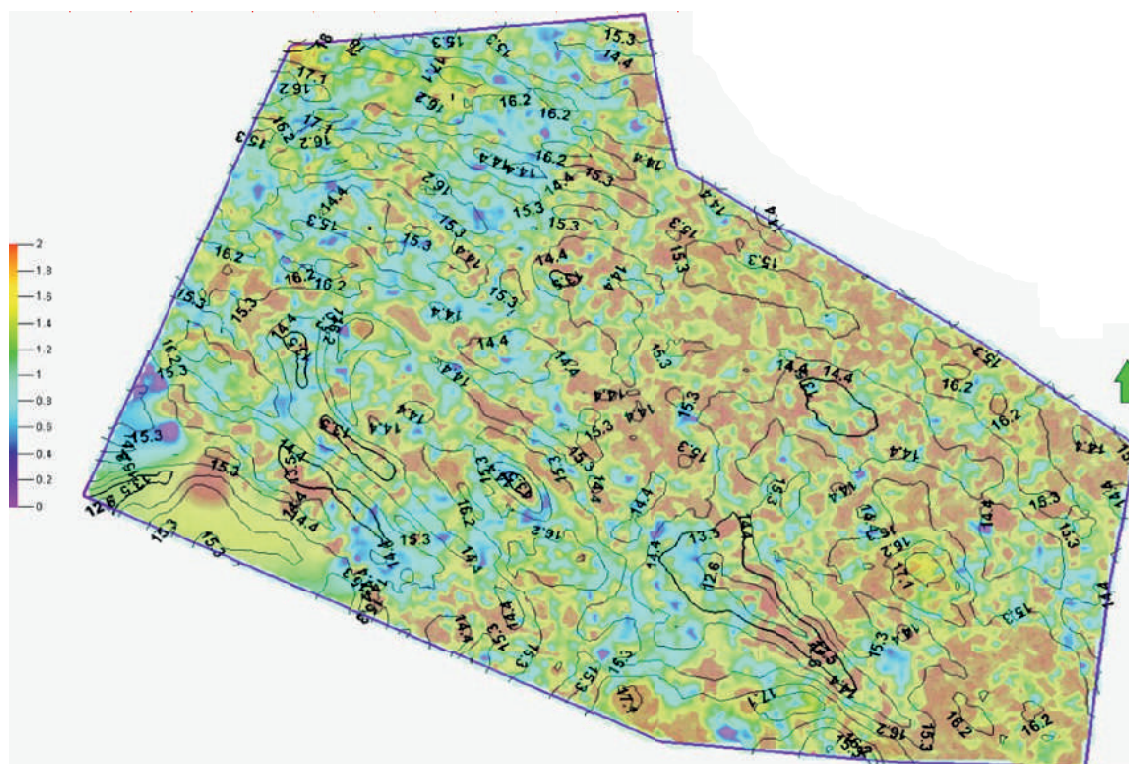
личением глинистости. Известно, что влияние скопления углеводородов на сейсмическое волновое поле происходит на уровне морфологии, синтаксиса сейсмической записи [12–14], что невозможно обнаружить непосредственно визуально и идентифицировать при интерпретации сейсмических данных [1, 15]. В последние годы широкое применение получил атрибутивный анализ с применением программного комплекса Петрел [12, 16, 17]. Исследования последних лет показали, что среди 46 поверхностных атрибутов самым чувствительным к изменениям петрофизических свойств геологической среды, в частности к вариациям отношения песок/глина, является один из амплитудных атрибутов RMS Amplitude, рассчитанный по данным поля отраженных волн. Этот атрибут можно напрямую использовать для поисков УВ и изолированных геологических тел, проявляющихся в волновом поле [18, 19]. Опыт применения атрибутивного анализа показывает, что высокие значения амплитуд RMS соответствуют обогащенным песками фациям и, наоборот, к глинистым фациям приурочены слабые амплитуды RMS [17]. В сейсмическом кубе площади исследований в интервале, соответствующем целевым горизонтам, наряду с яркой аномалией наблюдаются интерференционные зоны и зоны слабых амплитуд. Атрибутивный анализ проводился именно для выяснения природы этих аномалий. Сравнение построенных разными способами (ГИС и анализ амплитуд RMS) карт показывает, что данные, полученные разными вычислениями, сходны между собой и достаточно хорошо совпадают (рис. 7).

Выводы

По результатам проведенных исследований получены ценные сведения о прогнозных значениях по площади петрофизических свойств отложений, слагающих целевой интервал майкопской свиты по данным сейморазведки 3D и ГИС.

1. Коллекторские свойства отложений исследуемого интервала II газанбулакского горизонта майкопа часто меняются по площади. По результатам исследований можно констатировать, что слабость нефтеотдачи пласта вызвана не только степенью нефтенасыщения коллектора, но и его петрофизическими свойствами и литологическим составом. Ареал распространения нефти в месторождении регулируется наряду со структурными особенностями площади еще и наличием в разрезе карбонатных отложений.

2. Известно, что глинисто-песчаные пропластки, состоящие из песков и конгломератов, обладают хорошими коллекторскими свойствами [11, 20]. По литофациальному составу отложения майкопской свиты здесь представлены пропластками чередующихся песков и глин (чередование пород, состоящих из песков, глин и алевролитов). В целом существование в разрезе таких пропластков свидетельствует о том, что в интервале исследований осадконакопление в майкопский период происходило в условиях мелководья. Накопление здесь горизонтов песков можно связывать с участием в этом процессе многочисленных палеорек. Известно, что в период накопления отложений майкопской свиты трансгрессия моря достигла своего максимума, что в свою очередь создало здесь восстановительные биохимические условия.



**Рисунок 7. Сопоставление карт amplitudes RMS и средних значений пористости.
Figure 7. Comparison of maps of RMS amplitudes and average porosity.**

По кубу коллектор–неколлектор, полученному для площади Газанбулак в интервале исследования, песчанистость отложений достигает 62 %, тогда как глинистость составляет 38 %. Расчетные прогнозные значения пористости варьируют в пределах примерно 10–22 %.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики – Qrant № EIF-KETL-2-2015-1(25)-56/33/2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ализаде А. А., Ахмедов Г. А., Ахмедов А. М. и др. Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана. М.: Недра, 1966. 384 с.
2. Ахмедов Т. Р. О геологической эффективности сейсморазведки при изучении неантиклинальных ловушек Азербайджана разного типа // Изв. УГГУ. 2016. Вып. 3 (43). С. 41–45.
3. Урупов А. К. Основы трехмерной сейсморазведки. М.: Нефть и газ РГУНГ, 2004. 584 с.
4. Balz O., Pivot F., Veeken P. Reservoir characterisation using neural networks controlled by petrophysical and seismic modelling // Extended Abstracts: 61th EAGE annual meeting. 1999. S015. P. 1–4. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201407673>
5. Логинов Д. В., Лаврик С. А. Некоторые методы определения информативного набора сейсмических атрибутов для прогнозирования свойств коллекторов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2010. Т. 5, № 1. URL: http://www.ngtp.ru/rub/3/3_2010.pdf
6. Рахманов Р.Р. Закономерности формирования и размещения залежей нефти и газа в мезокайнозойских отложениях Евлах-Агджабдинского прогиба. Баку: Текнур, 2007. 191 с.
7. Ампилов Ю. П. От сейсмической интерпретации к моделированию и оценке месторождений нефти и газа. М.: Геоинформмарк, 2008. 429 с.
8. Кирилов А. С., Закревский К. Е. Практикум по сейсмической интерпретации в RETREL. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2014. 288 с.
9. Ахмедов Т. Р., Ахундлу А. А., Гиясов Н. Ш. Некоторые результаты наземной и скважинной сейсморазведки Говсанинского месторождения углеводородов // Картажник. 2012. № 6 (216). С. 3–16.
10. Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений: РД 153-39.0-109-01: утв. Приказом Минэнерго России от 05.02.2002 г. Введ. 2002-03-01. № 30. М., 2002. 73 с.
11. Marroquin I. D., Brault J., Hart B. S. A visual data-mining methodology for seismic facies analysis: Part 1. Testing and comparison with other unsupervised clustering methods // Geophysics. 2009. Vol. 74, № 1. P. 1–11. <http://dx.doi.org/10.1190/1.3046455>
12. Ахмедов Т. Р. Динамический анализ данных сейсморазведки 3D площади Говсан с целью выделения перспективных участков на нефть и газ // Геоинформатика. 2017. № 4. С. 13–19.
13. Yusof M. A., Gbadamosi A., Junin R., Abbas A. Uncertainly analysis of hydrocarbon in place calculation using 3D seismic and well data during appraisal stage – Case study of Goldie Fild, offshore Sarawak // Journal of natural gas science and engineering. 2018. Vol. 57. P. 238–265. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2018.06.038>
14. Fozao K. F., Fotso L., Djieto-Lordon A., Mbeleg M. Hydrocarbon inventory of the eastern part of the Rio Del Rey Basin using seismic attributes // Journal of petroleum exploration and production technology. 2018. Vol. 8, issue 3. P. 655–665.
15. Ампилов Ю. П. Сейсмическая интерпретация: опыт и проблемы. М.: Геоинформмарк, 2005. 286 с.
16. Латышова М. Г., Вендельштейн Б. Ю., Тузов В. П. Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин. М.: Недра, 1990. 305 с.
17. Tyler M. N. Applications of 3D seismic attribute analysis workflows: a case study from NESS country KANSAS, USA, B.S APPL 3D SEISMIC ATTR. Manhattan: Kansas State University, 2013. P. 1–30.
18. Chopra S., Marfurt K. J. Seismic attributes – a historical perspective // Geophysics. 2005 vol. 70, issue 5, pp. 3–28. <http://dx.doi.org/10.1190/1.2098670>
19. Hart B. S. Definition of subsurface stratigraphy, structure and rock properties from 3-D seismic data // Earth-science reviews. 1999. Vol. 47, issue 3-4. P. 189–218. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(99\)00029-X](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(99)00029-X)

20. Neff D. B., Runnestrand S. A., Butler E. L. Multi-attribute seismic waveform classification. USA, Phillips Petroleum Company, USA Patent 6223126, 2001.

Статья поступила в редакцию 25 октября 2018 г.

Forecasting of the petrophysical rock properties of the target interval of sediments of the Gazanbulak field according to the 3D seismic attribute analysis in combination with GIS

Tofik Rashid ogly AKHMEDOV^{1,*},
Maleika Agali kyzy AGAEVA^{1,**},
Sevindzh Rakhim kyzy MAMEDOVA^{2,***}

¹Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan

²Socar Geology and Geophysics department, Baku, Azerbaijan

The relevance of the work. This paper is devoted to **topical issues** of identifying promising intervals favorable for petrophysical properties for hydrocarbon accumulations using 3D seismic data.

The purpose of these studies is to establish the effective attributes of the seismic-wave motion to determine the petrophysical properties of Maikop sediments aimed at restoring oil and gas production in the Gazanbulak area.

The subjects of research are core materials, well geophysical survey data and seismic attributes, as well as relationships between core data and mathematical transformations of petrophysical properties data. The PP curves were transformed into the porosity values of the sediments of the target interval, and a regression equation was obtained for the research area, which establishes a relationship between the porosity coefficient and ρ_{pp} .

The object of research is the Gazanbulak field. The paper gives a brief geological and geophysical characteristic, stratigraphic and lithological description of the rocks composing the section of this field. Despite the fact that this field has been repeatedly studied by various geological and geophysical methods, many features of its structure are not fully clarified; in 2014, 3D seismic surveys were carried out.

Result of the studies. The main results of studies on the petrophysical properties of the Gazanbulak horizon II of the Maikop suite using 3D seismic and GIS seismic data are presented. The cubes, reservoir maps, and porosity maps were constructed according to which it was found that the percentage of sands is high and reaches 62% in the target interval; the average values of apparent resistivity vary from 3.0–8.4 ohm m. It is shown that the calculated ρ_{pp} values by area increase in the southern and eastern parts of the Ziyadkhan area, and the predicted porosity data are observed in the central part of the Ziyadkhan area, in the northern and central parts of the Gazanbulak area. The values of the porosity coefficient calculated for the research interval are approximately 10–22%. The results of the forecast of porosity using the seismic attribute RMS Amplitude are given. Comparison of maps constructed by different methods (GIS and RMS amplitude analysis) shows that the data obtained by different computation methods are similar and coincide quite well and can be used in determining the location of the next production well.

Conclusion. RMS Amplitude can be successfully used to determine the petrophysical properties of individual sediments of deposits with similar seismic and geological conditions.

Keywords: Upper Cretaceous, Paleocene, Eocene, Maikopskaya suite, petrophysical studies, apparent resistivity (AR), production potential of the well (PP), cubes and porosity maps, seismic attributes.

This work was carried out with the financial support of the Foundation for the Development of Science under the President of the Republic of Azerbaijan – Grant No. EIF-KETL-2-2015-1 (25) -56/33/2.

REFERENCES

- Alizade A. A., Akhmedov G. A., Akhmedov A. M. et al. 1966, *Geologiya neftyanikh i gazovykh mestorozhdeniy Azerbaydzhana* [Geology of oil and gas fields in Azerbaijan]. Moscow, 384 p.
- Akhmedov T. R. 2016, About the geological effectiveness of seismic prospecting in the study of different types of non-anticlinal traps in Azerbaijan. *Izvestiya UGGU* [News of the Ural State Mining University], issue 3 (43), pp. 41–45. (In Russ.)
- Urupov A. K. 2004, *Osnovy trekhmernoy seysmorazvedki* [The basics of three-dimensional seismic]. Moscow, 584 p.
- Balz O., Pivot F., Veeken P. 1999, Reservoir characterisation using neural networks controlled by petrophysical and seismic modelling. Extended Abstracts: 61st EAGE annual meeting. S015, pp. 1–4. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201407673>
- Loginov D. V., Lavrik S. A. 2010, Some methods for determining the informative set of seismic attributes for predicting reservoir properties. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika* [Petroleum Geology – Theoretical and Applied Studies], vol. 5, no. 1. http://www.ngtp.ru/rub/3/3_2010.pdf
- Rakhmanov R. R. 2007, *Zakonomernosti formirovaniya i razmeshcheniya zalezhey nefti i gaza v mezokaynozoysskikh otlozheniyakh Yevlakh-Agdzhabedinskogo progiba* [Patterns of formation and placement of oil and gas deposits in the Meso-Cenozoic sediments of the Yevlakh-Agdzhabedinskiy downfold]. Baku, 191 p.
- Amilov Yu. P. 2008, *Ot seysmicheskoy interpretatsii k modelirovaniyu i otsenke mestorozhdeniy nefti i gaza* [From seismic interpretation to modeling and evaluation of oil and gas fields]. Moscow, 429 p.
- Kirilov A. S., Zakrevsky K. E. 2014, *Praktikum po seysmicheskoy interpretatsii v PETREL* [Practical course on seismic interpretation in PETREL]. Moscow, 288 p.
- Akhmedov T. R., Akhundlu A. A., Giyasov N. Sh. 2012, Some results of surface and borehole seismic exploration of the Govsaninskoe hydrocarbon field. *Karotazhnik* [Well Logger], no. 6 (216), pp. 3–16. (In Russ.)
- 2002, *Metodicheskiye ukazaniya po kompleksirovaniyu i etapnosti vypolneniya geofizicheskikh, gidrodinamicheskikh i geokhimicheskikh issledovaniy neftyanikh i neftegazovykh mestorozhdeniy* [Guidelines for the integration and staging of the implementation of geophysical, hydrodynamic and geochemical studies of oil and gas fields]: RD 153-39.0-109-01: approved By the Minenergo of Russia order, 05.02.2002 Entered 2002-03-01, no. 30. Moscow, 73 p.
- Marroquin I. D., Braut J., Hart B. S. 2009, A visual data-mining methodology for seismic facies analysis: Part 1. Testing and comparison with other unsupervised clustering methods. *Geophysics*, vol. 74, no. 1, pp. 1–11. <http://dx.doi.org/10.1190/1.3046455>
- Akhmedov T. R. 2017, Dynamic analysis of seismic data of 3D Govsan area in order to identify promising areas for oil and gas. *Geoinformatika* [Geoinformatics], no. 4, pp. 13–19. (In Russ.)

* akhmedov.tofik@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-0634-5600>

** m.a.agayeva@mail.ru

*** sevamedova@yahoo.com

13. Yusof M. A., Gbadamosi A., Junin R., Abbas A. 2018, Uncertainly analysis of hydrocarbon in place calculation using 3D seismic and well data during appraisal stage – Case study of Goldie Fild, offshore Sarawak. *Journal of natural gas science and engineering*, vol. 57, pp. 238–265. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2018.06.038>
14. Fozao K. F., Fotso L., Djieto-Lordon A., Mbeleg M. 2018, Hydrocarbon inventory of the eastern part of the Rio Del Rey Basin using seismic attributes. *Journal of petroleum exploration and production technology*, vol. 8, issue 3, pp. 655–665.
15. Ampilov Yu. P. 2005, *Seismicheskaya interpretatsiya: opyt i problemy* [Seismic interpretation: experience and problems]. Moscow, 286 p.
16. Latysheva M. G., Wendelstein B. Yu, Tuzov V. P. 1990, *Obrabotka i interpretatsiya materialov geofizicheskikh issledovaniy skvazhin* [Processing and interpretation of well log data]. Moscow, 305 p.
17. Tyler M. N. 2013, Applications of 3D seismic attribute analysis workflows: a case study from NESS country KANSAS, USA, B.S APPL 3D SEISMIC ATTR. Manhattan, pp. 1–30.
18. Chopra S., Marfut K. J. 2005, Seismic attributes—a historical perspective. *Geophysics*, vol. 70, issue 5, pp. 3–28. <http://dx.doi.org/10.1190/1.2098670>
19. Hart B. S. 1999, Definition of subsurface stratigraphy, structure and rock properties from 3-D seismic data. *Earth-science reviews*, vol. 47, issue 3-4, pp. 189–218. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(99\)00029-X](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(99)00029-X)
20. Neff D. B., Runnestrand S. A., Butler E. L. 2001, Multi-attribute seismic waveform classification. USA, Phillips Petroleum Company, USA Patent 6223126.

The article was received on October 25, 2018