ANAS Transactions Earth Sciences 2 / 2020

Geology and geophysics

http://www.journalesgia.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НАФТАЛАН И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ АТРИБУТОВ ПО МЕЗОЗОЙСКИМ ОТЛОЖЕНИЯМ

Агаева М.А.[1], Абилгасанова Л.Дж.[2], Абасова П.Дж.[2]

[1]Азербайджанский Государственный университет нефти и промышленности
AZ1010, Баку, Азербайджан, просп. Азадлыг, 20: meleykeagayeva12@gmail.com
[2]Подразделение разведочной геофизики Управления геологии и геофизики SOCAR
AZ1040, Баку, Азербайджан, поселок Бакиханова, ул. Я. Алиева,10

STUDY OF GEOLOGICAL STRUCTURE OF NAFTALAN FIELD AND ADJACENT AREAS BY USE OF SEISMIC ATTRIBUTE ANALYSIS OF MESOZOIC DEPOSITS

Agayeva M.A.[1], Abilgasanova L.J.[2], Abasova P.J.[2]
[1]Azerbaijan State Oil and Industry University
20, Azadlyg prosp., Baku, Azerbaijan, AZ1010:meleykeagayeva12@gmail.com
[2]Kashfiyatgeofizika division of the SOCAR's Department of Geophysics and Geology
10, Aliyev str., Bakikhanov settlement, Baku, Azerbaijan

***Keywords**: attribute analysis, 3D seismic survey, seismic horizon, attribute cube, Cretaceous formations, dislocations*

Summary. The paper is devoted to the application of attribute analysis of 3D seismic survey data in order to clarify the geological structure of Naftalan – Northern Naftalan area of Ganja oil and gas province.

It gives information about Naftalan field, which is considered to be an ancient brachyanticline type deposit in Azerbaijan. A brief history of field exploration by geological and geophysical methods is considered. It is especially noted that there are two types of oil produced in the field: heavy oil with curative properties and light fraction of oil of commercial (industrial) meaning.

Our goal was to study in more detail the geological structure of the field to detect intervals and zones of light oil accumulation. Therefore, in 2012 3D seismic survey works were carried out at the Naftalan field. With the help of geological evaluation of the data cube obtained as a result of 3D seismic data processing, the interval of deposits was selected, in which the V seismic horizon was traced, reflecting the surface of Upper Cretaceous deposits, which were confidently traced throughout the study area.

In this interval, several attributes were calculated and their results were analyzed. Attributes that are similar or weakly informative in the results of the analysis were not used in subsequent studies to avoid repetition. In order to identify and trace disjunctive dislocations of different amplitudes, the most effective attributes, such as Chaos, Variance, Ant tracking, were identified and used to clarify the geological structure of the study area. All results of 3D seismic data processing were given in the form of cubes of seismic attributes. By analyzing the attributes cubes, the geological structure of the field was studied across the surface of Upper Cretaceous deposits and the most effective attributes were selected. As a result, a structural map for V-SH (top of Upper Cretaceous) was drawn.

© 2020 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

Введение

Одним из древних месторождений брахиантиклинального типа в Азербайджане является месторождение Нафталан. Площадь исследования расположена в предгорье Малого Кавказа, на территории Геранбойского района, к югу от железнодорожной станции Горан. На юго-востоке протекают Тертерский канал, р.Инджичай, а на северо-западе р.Горанчай (рис.1).

Геологическое строение площади было изучено геофизическими методами, структурным картированием на основе разведочных данных и

данных глубинного бурения. Структура Нафталан является асимметричной брахиантиклиналью, характеризующейся субмеридиональным простиранием по отложениям майкопа, с крутым (40-45°) западным и относительно пологим (15-25°) восточным крыльями. На месторождении Нафталан в майкопских отложениях было обнаружено несколько нефтеносных горизонтов (I, мергели, II). Из верхних трех горизонтов была получена тяжелая нефть с лечебным эффектом, а из нижних горизонтов (III, IV, V и VI) – нефть относительно легкой фракции. В результате буровых работ, проведенных на месторождении, была обнаружена нефтеносность III, IV, V, VI, VII горизонтов, залегающих ниже II горизонта, а также нефтеносность глинистых прослоек песчаных слоев малой мощности. Таким образом, глинистая прослойка, залегающая между II и III горизонтами, была принята как нижняя граница лечебной нефти (Мамедов, Мириев, 2009; Рахманов, 2007). Во время испытательных работ в некоторых скважинах на площади Нафталан была получена малодебитная нефть (0.2-0.3 тонн/сутки) из отложений мергелей и песчаников палеоцен-датского яруса (Ализаде и др.,1966). Перспективы нефтегазоносности на площади связаны с отложениями майкопа, эоцена и верхнего мела.

Кровля структур Нафталан и Северный Нафталан, будучи на участке скважин Нафталан-39, 56, 61 и др., была определена как единая антиклинальная структура, осложненная большими разломами в основном в направлении простирания структуры. Структурная карта, составленная по сейсмическому горизонту, приуроченному приблизительно к подошве I горизонта майкопа, отражает структуру Нафталан в форме антиклинали меридионального направления с тремя ундуляциями.

Рис. 1. Общая схема площади исследования

Несмотря на длительный период эксплуатации данного месторождения и изучения геологического строения, ее большая часть еще недостаточно изучена вследствие сложной картины сейсмического волнового поля. В связи с этим в 2012 году с целью детального изучения геологического строения площади Нафталан по мезокайнозойским отложениям здесь была проведена 3D сейсморазведка. Интерес, проявляемый и в настоящее время к изучению данной площади, связан с расположением здесь древнего месторождения Нафталан, находящегося в эксплуатации уже в течение длительного периода, с достаточно хорошо развитой инфраструктурой и расположением основных нефтегазоносных объектов на большой глубине (Ахмедов, Агаева, 2020).

Известно, что 3D сейсморазведка играет важную роль в обнаружении и прослеживании неантиклинальных ловушек и дизъюнктивных дислокаций (Ахмедов, 2016; Воскресенский, 2010; Шерифф, Гелдарт,1987). Данная статья посвящена 3D сейсморазведке, и в частности, исследованию возможностей атрибутного анализа в уточнении геологического строения площади исследования.

Методы исследования

В 2012 году геологическое строение, форма, а также протяженность структуры Нафталан были частично изучены по данным 3D сейсморазведки. Полученные результаты показывают, что данная структура – это асимметрическая антиклинальная складчатость, расположенная в юго-восточном направлении. Согласно временным разрезам, площадь Нафталан – Северный Нафталан осложнена многочисленными разломами.

В западной части площади зона разлома большой амплитуды, простирающаяся в направлении север-юг, разделяет участок на две части. В западной части сейсмические горизонты под воздействием разлома прослеживаются на большой глубине. В основной, восточной частях площади исследования горизонты, будучи на меньшей глубине, прослеживаются на более широком участке. Сейсмические записи в зоне разлома хаотичные, и можно сказать, что прослеживание записей скорее условное. Информативность сейсмических данных по площади и разрезам изменчива; корреляционные свойства фронта синфазной волны, относящиеся к интервалу, характеризующему комплексы отложений эоцена и миоцена, ухудшаются в направлении от центральной части площади к югу. Здесь оси отраженных синфазных волн короткие и хаотичные. Фронты синфазных волн, характеризующих комплексы отложений мела и палеоцена, проявляются более упорядоченными динамическими свойствами и хорошо коррелируются по площади.

Во временных разрезах по месторождению Нафталан картина сейсмического волнового поля более сложная. В центральной части площади прослеживание волн ухудшается, и это в основном связано с присутствием в этой части поселений и промышленных объектов, которые вызывают затухание волны.

Несмотря на то, что сложное тектоническое строение на площади исследования, петрофизические свойства пород, составляющих отражающие границы, в определенной степени усложняют прослеживание сейсмических горизонтов, они не оказали серьезного воздействия на результаты кинематической интерпретации отражающих горизонтов.

Как видно из вертикальных разрезов İnline 190 и crossline 500, достаточно высокая информативность полученного сейсмического материала наблюдается во временном интервале 0-4500 мс, и поэтому указанный интервал (рис. 2, а и б) был выбран для последующей обработки и интерпретации (в частности для атрибутного анализа). Анализ полученных разрезов указывает на присутствие структурных элементов (или объектов) различного типа и размеров. Рассмотрим наблюдаемое в данных разрезах сейсмическое волновое поле.

В двух вертикальных временных разрезах (рис. 2), проходящих по площади исследования в перпендикулярном направлении, вышеуказанные продольные и поперечные разломы явно прослеживаются вследствие хорошо наблюдаемых кинематических и динамических параметров дизъюнктивных дислокаций в нарушенных зонах.

Несмотря на достаточно значительный вклад данных 3D сейсморазведки в изучение геологического строения площади исследования, некоторые свойства дизъюнктивных дислокаций здесь остаются невыясненными, что требует разработки нового подхода к изучению разломов малой амплитуды. В связи с этим применяемый нами атрибутный анализ преследует две цели:

1. Обнаружение и прослеживание тектонических разломов малой амплитуды;

2. Определение эффективности структурных и прочих атрибутов в решении задачи (проблемы), поставленной в таких сложных сейсмогеологических условиях. С этой целью был проанализирован и рассчитан по 3D сейсмическим данным ряд атрибутов программы *Petrel,* таких как *Chaos, Ant tracking* и *Variance* (Абетова, Абетов, 2017; Кирилов, Закревский, 2014).

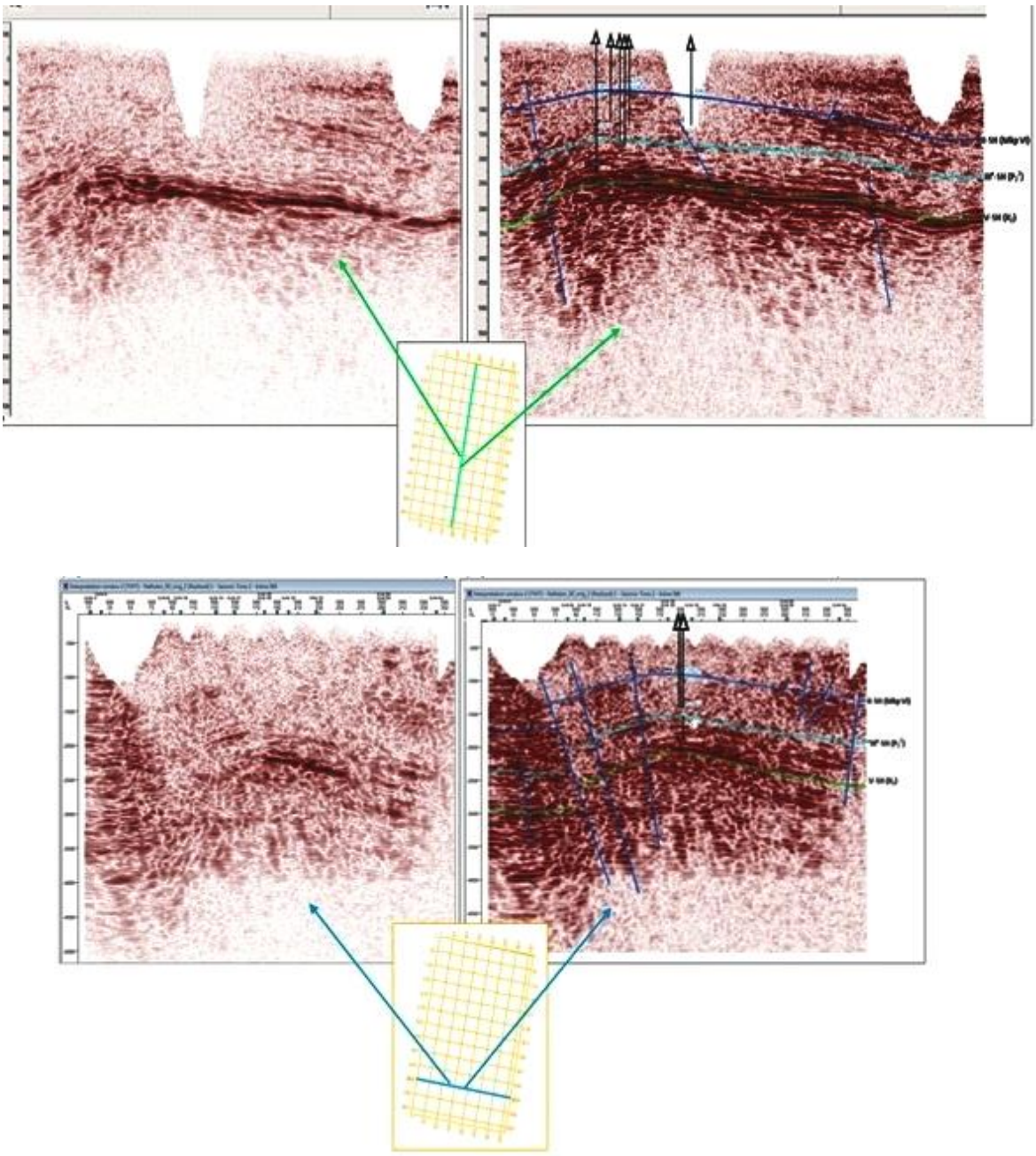

Рис. 2. Информативность сейсмических данных; временные разрезы a – inline 190 и b – inline 500

Результаты и обсуждения

Сравним разрез атрибута *Chaos,* служащий индикатором разломов и дизъюнктивных дислокаций, с традиционным временным разрезом. При этом можно видеть, что разломы малой амплитуды, с трудностью прослеживаемые в традиционном временном разрезе, явно прослеживаются в разрезе атрибута *Chaos.* С использованием атрибута *Chaos* непрерывность в прослеживании горизонтов позволяет обнаруживать и прослеживать разломы малой амплитуды (Sanhasuk et al., 2014; Chopra, Marfurt, 2005).

Таким образом, анализ разрезов, проходящих в различных направлениях по площади исследования, позволяет прослеживать разломы большой амплитуды на западе и разломы малой амплитуды в восточной и юго-восточной частях площади. Как результат, очень наглядно можно увидеть блоковое строение складчатости, вызванной дизъюнктивной дислокацией.

Наряду с атрибутами *Chaos*, атрибуты *Ant tracking* и *Variance* дают в кубе 3D точную информацию об изменениях волновой картины, наличии аномалий, трещиноватости и вообще дизъюнктивных дислокаций. Атрибут *Ant tracking* дает важную информацию при определении расположения разломов по площади исследования (рис. 3).

Из рис. 4 сравнением разреза, полученного из 3D куба, рассчитанного по *Ant Tracking*, с разрезом, полученным из обычного куба, можно заметить, что сейсмические отражения, наблюдаемые в обычном временном разрезе, отражаются и в рассчитанных разрезах. Как видно из этого рисунка, несмотря на то, что разломы, наблюдаемые в разрезе, имеют малую амплитуду, они отражаются в хаотичной форме.

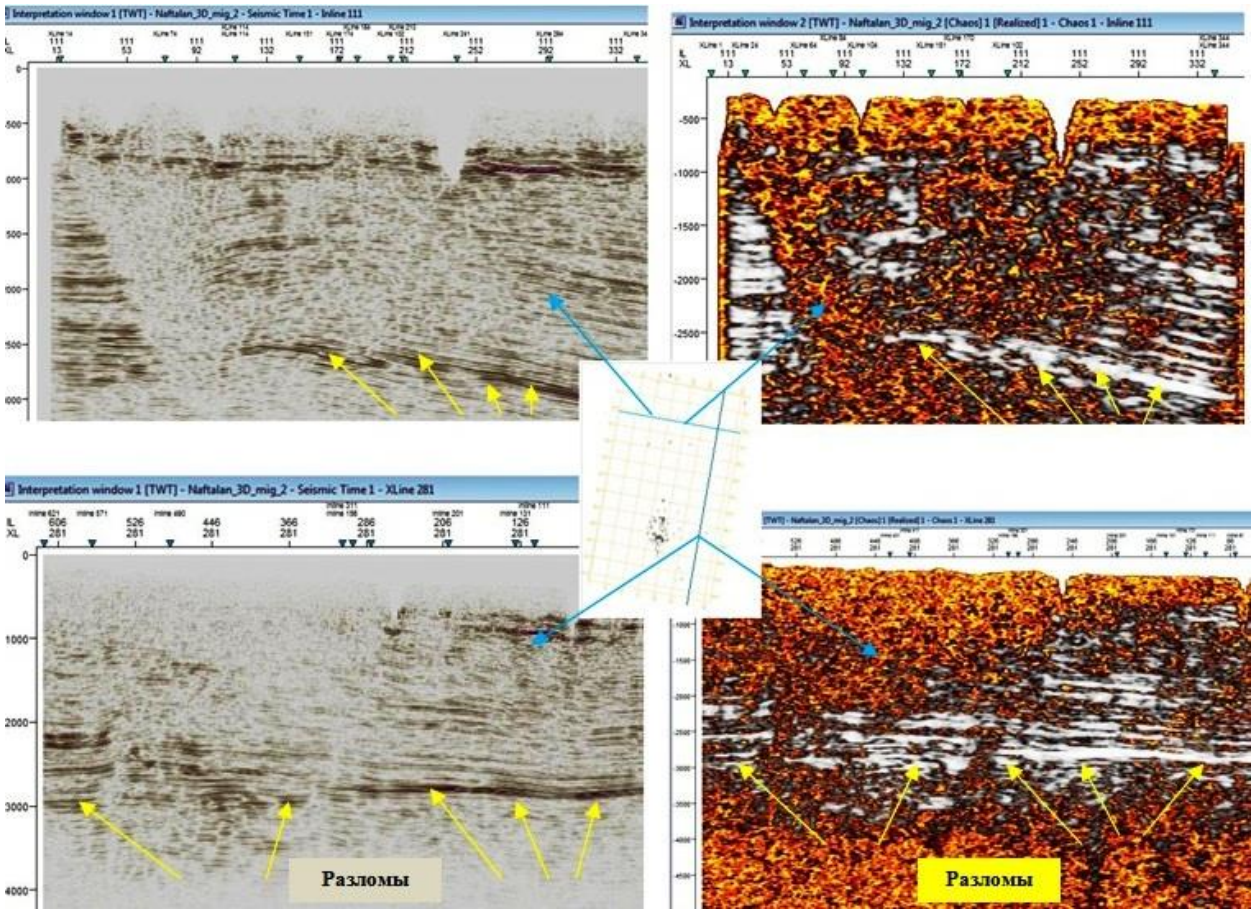

Рис. 3. Атрибут *Chaos*, рассчитанный по 3D кубу

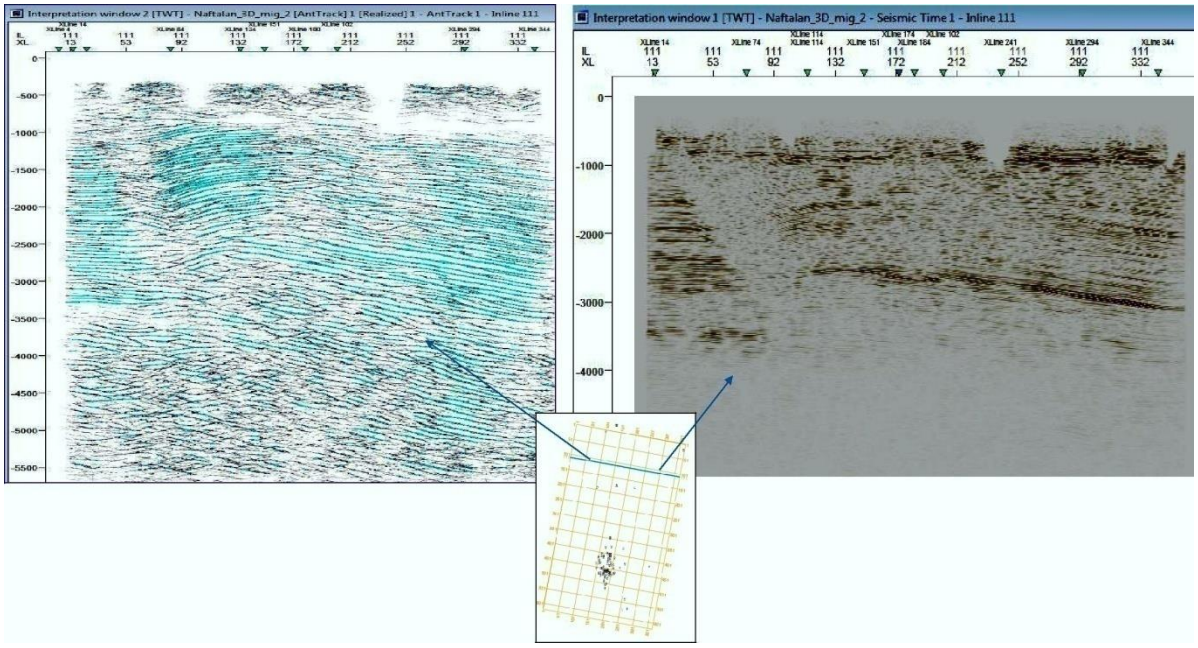

Рис. 4. Фрагмент атрибута *Ant tracking*

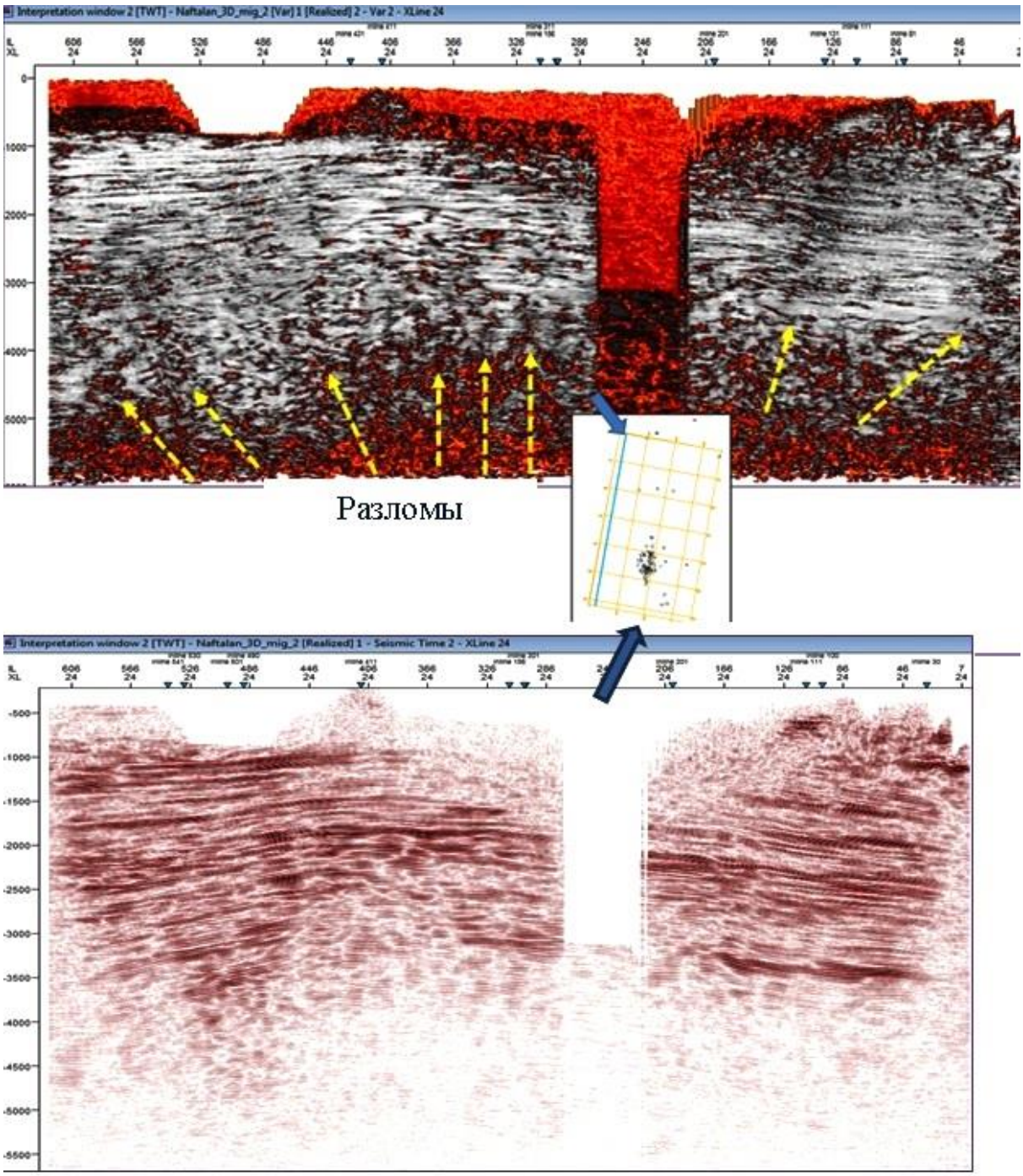

Рис. 5. Фрагмент атрибута *Variance*, рассчитанного по 3D кубу

Как видно из рис.5, на котором показан разрез атрибута *Variance,* все разломы, наблюдаемые в разрезах других атрибутов, нашли свое подтверждение и в разрезе атрибута *Variance*.

Каждый из вышеперечисленных атрибутов был рассчитан в отдельности с последующим проведением всестороннего анализа.

После проведения анализа атрибута *Chaos* полученные результаты были использованы при интерпретации сейсмических горизонтов, прослеживании разломов и построении структурных карт. Результаты анализа атрибутов *Chaos* и *Variance* были применены при геологической оценке и прослеживании разломов.

Использование атрибута *Ant tracking* дает возможность исследовать небольшие разломы при непрерывном прослеживании отражений (в основном в случае малоамплитудных разломов) при корреляции сейсмических горизонтов.

Таким образом, анализ разрезов, полученных с помощью атрибутов по V-СГ (кровле верхнего мела), позволил уточнить геолого-тектоническое строение площади исследования (рис. 6).

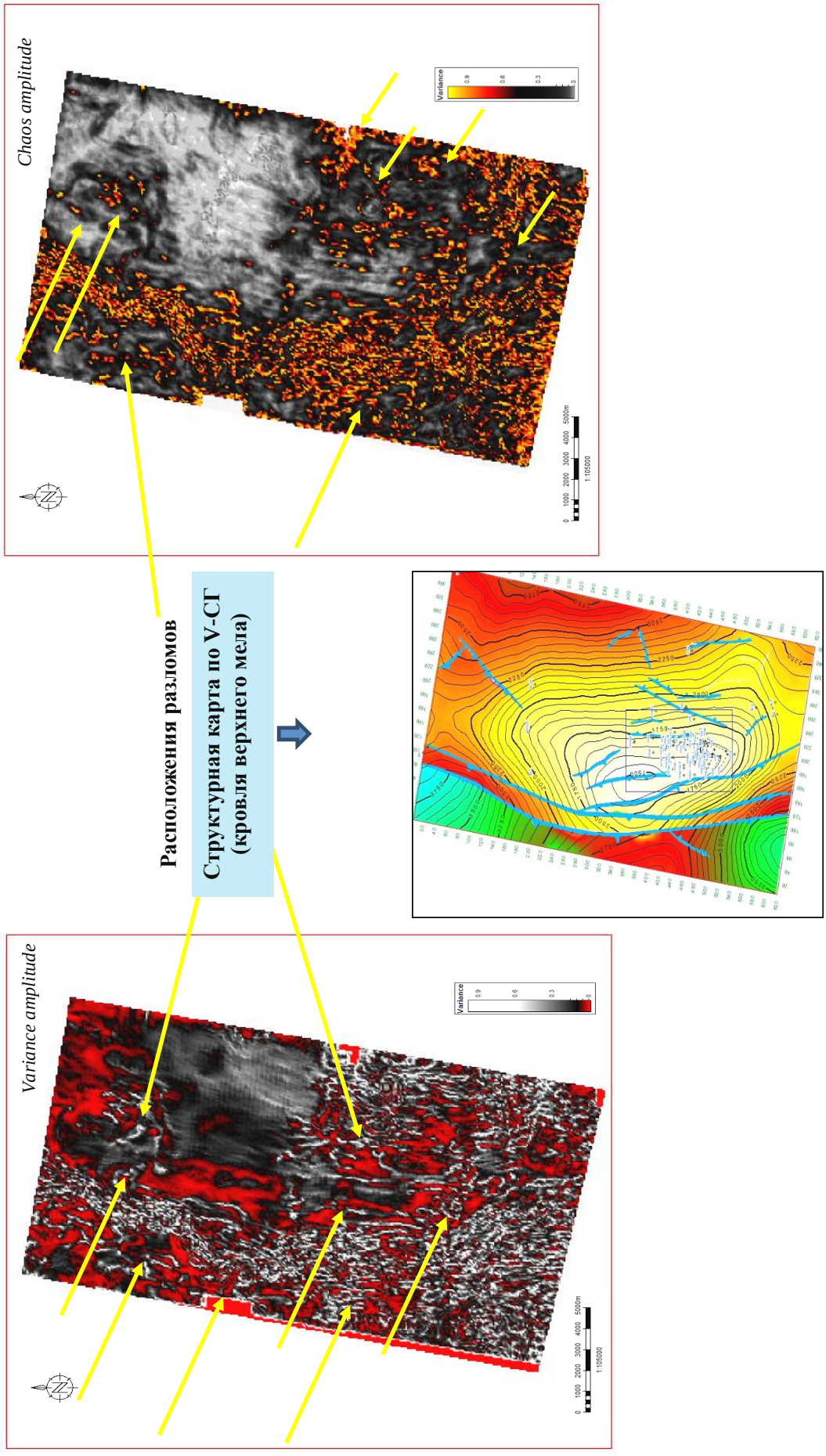

Рис. 6. Структурная карта по V-СГ (кровля верхнего мела)

Выводы:

1. На основе материалов 3D сейсморазведки был рассчитан ряд сейсмических атрибутов – атрибуты ***Chaos, Ant tracking, Variance*** по кровле верхнего мела (V-СГ), было уточнено геолого-тектоническое строение площади исследования (структура Нафталан).

2. В результате проведенного атрибутного анализа было выявлено, что если для выявления и прослеживания разломов более универсальными и информативными атрибутами считаются *Chaos* и *Variance*, то для получения более надежных результатов интерпретации можно использовать атрибут *Ant tracking*.

3. Была построена структурная карта площади исследования (кровля верхнего мела) по V-СГ.

ЛИТЕРАТУРА

Абетова С.А., Абетов А.Е. Интерпретация тектонических нарушений в объектах моделирования с использованием алгоритма *Ant Tracking* в программном обеспечении *PETREL*. Геология и охрана недр, Казахстан, No. 4 (65), 2017, с. 51-55.

Ализаде А.А., Ахмедов Г.А., Ахмедов А.М., Зейналов М.М. Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана. Недра. Москва, 1966, 392 с.

Ахмедов Т.Р. О геологической эффективности сейсморазведки при изучении неантиклинальных ловушек Азербайджана разного типа. Известия Уральского государственного горного университета, Екатеринбург, Вып. 3 (43), 2016, с. 41-45.

Ахмедов Т.Р., Агаева М.А. Изучение пористости майкопских отложений площади Нафталан Азербайджана комплексированием скважинных геофизических данных и данных атрибутного анализа сейсмического волнового поля. Вектор ГеоНаук, Т.3, No.1, 2020, с. 15-23, DOI: 10.24411/2619-0761-2020-10002.

Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика. Недра. Москва, 2010, 479 с.

Кирилов А.С., Закревский К.Е. Практикум по сейсмической интерпретации в PETREL. МАИ-ПРИНТ. Москва, 2014, 288 с.

Мамедов З.С., Мириев Г.М. О перспективности разработки месторождения Нафталан. Азербайджанское Нефтяное Хозяйство, No. 2, 2009, с. 23-28.

Рахманов Р.Р. Закономерности формирования и размещения залежей нефти и газа в мезокайнозойских отложениях Евлах-Агджабединского прогиба. Текнур. Баку, 2007, 185 с.

Шерифф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка. Обработка и интерпретация данных (Под ред. проф. А.В.Калинина). Мир. Москва, 1987, 400 с.

Chopra S., Marfurt K.J. Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization. SEG Geophysical Development Series, No. 11, 2005, 464 p.

Sanhasuk K., Piyaphong C., Montri C. Seismic attributes and their applications in seismic geomorphology. Bulletin of Earth sciences of Thailand, Vol. 6, No.1, 2014, pp.1-9.

REFERENCES

Abetova S.A.,.Abetov A.Ye. Interpretation of tectonic faultings in modeling targets by use of *Ant Tracking* algorithm in *PETREL* software. Geologiya i okhrana nedr, No. 4 (65), 2017, p. 51-55 (in Russian).

Alizade A.A., Akhmedov G.A., Akhmedov A.M., Zeynalov M.M. Geology of oil and gas fields of Azerbaijan. Nedra. Moscow, 1966, 392 p. (in Russian).

Akhmedov T.R. On the geologic efficiency of seismic prospecting in studying different types of non-anticlinal traps of Azerbaijan.News of Ural State Mining University, Yekaterinburg, No. 3(43), 2016, pp. 41-45 (in Russian).

Ahmedov T.R., Aghayeva M.A. Study of Maykop deposits porosity across Naftalan field of Azerbaijan by integration of well log data and data of attribute analysis of seismic wave field. Vector of Geosciences, Vol. 3(1), 2020, pp. 15-23, DOI: 10.24411/2619-0761-2020-10002 (in Russian).

Chopra S., Marfurt K.J. Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization. SEG Geophysical Development Series, No. 11, 2005, 464 p.

Kirilov A.S., Zakrevskiy K.Ye. Workshop on seismic interpretation in PETREL. MAI-PRINT. Moscow, 2014, 288p. (in Russian).

Mamedov Z.S., Miriyev G.M. Perspectives of Naftalan field development. Azerbaijan Oil Industry, No. 2, 2009, pp. 23-28 (in Russian).

Rakhmanov R.R. Regularities in evolution and distribution of oil and gas deposits in Mesozoic and Ceinozoic formations of Yevlakh-Agjhabedi trough. Teknur. Baku, 2007, 185 p. (in Russian).

Sanhasuk K., Piyaphong C., Montri C. Seismic attributes and their applications in seismic geomorphology. Bulletin of Earth sciences of Thailand, Vol. 6, No.1, 2014, pp.1-9.

Sheriff R., Geldart L. Seismic survey. Processing and interpretation of data (Ed. A.V.Kalinin). Mir. Moscow, 1987, 400 p.(in Russian).

Voskresenskiy Yu.N. Field geophysics. Nedra. Moscow, 2010, 479 p. (in Russian).

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НАФТАЛАН И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СЕЙСМИЧЕСКИХ АТРИБУТОВ ПО МЕЗОЗОЙСКИМ ОТЛОЖЕНИЯМ

Агаева М.А.[1] , Абилгасанова Л.Дж.[2], Абасова П.Дж.[2]
[1]Азербайджанский Государственный университет нефти и промышленности
AZ1010, Баку, Азербайджан, просп. Азадлыг, 20: meleykeagayeva12@gmail.com
[2]Подразделение разведочной геофизики Управления геологии и геофизики SOCAR
AZ1040, Баку, Азербайджан, поселок Бакиханова, ул. Я. Алиева,10

Резюме. Статья посвящена применению атрибутного анализа сейсмических 3D данных с целью уточнения геологического строения площади Нафталан – Северный Нафталан Гянджинского нефтегазоносного района.

В ней дается информация о месторождении Нафталан, которое считается древним месторождением брахиантиклинального типа в Азербайджане. Рассматривается краткая история изучения месторождения геологическими и геофизическими методами. Особо отмечается, что на месторождении извлекается нефть двух типов: тяжелая нефть, обладающая лечебными свойствами, и нефть легкой фракции коммерческого (промышленного) значения.

Наша цель заключалась в более детальном изучении геологического строения месторождения для обнаружения интервалов и зон накопления нефти легкой фракции. Поэтому в 2012 году на месторождении Нафталан были выполнены работы по 3D сейсморазведке. С помощью геологической оценки куба данных, полученного в результате обработки материалов 3D сейсморазведки, был выбран интервал отложений, в котором прослеживается V сейсмический горизонт, отражающий поверхность отложений верхнего мела, которые уверенно прослеживаются по всей площади исследования.

В данном интервале было рассчитано несколько атрибутов и были проанализированы результаты, полученные с помощью этих атрибутов. Атрибуты, схожие по результатам анализа или имеющие слабую информативность, не были использованы в последующих исследованиях во избежание повторов. С целью выявления и прослеживания дизъюнктивных дислокаций разных амплитуд были определены наиболее эффективные атрибуты, такие как *Chaos, Variance, Ant tracking*, и с их помощью было уточнено геологическое строение площади исследования. Все результаты обработки материалов 3D сейсморазведки были даны в форме кубов сейсмических атрибутов. Анализируя кубы атрибутов, было исследовано геологическое строение месторождения по поверхности верхних меловых отложений и были выбраны наиболее эффективные атрибуты. В результате была составлена структурная карта по V-СГ (кровля верхнего мела).

Ключевые слова: *атрибутный анализ, 3D сейсморазведка, сейсмический горизонт, куб атрибутов, меловые отложения, дислокации*

SEYSMİK ATRİBUTLARIN ANALİZİ İLƏ NAFTALAN YATAĞI VƏ ONUN ƏTRAFININ GEOLOJİ QURULUŞUNUN MEZOZOY ÇÖKÜNTÜLƏRİ ÜZRƏ TƏDQİQİ

Ağayeva M.A.[1] , Əbilhəsənova L.C.[2], Abasova P.C.[2]
[1]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
AZ1010, Bakı, Azərbaycan, Azadlıq prospekti, 20: meleykeagayeva12@gmail.com
[2]Geofizika və Geologiya Idarəsi Kəşfiyyatgeofizika İstehsalat Bölümü
AZ1040, Bakı, Azərbaycan, Bakıxanov qəsəbəsi, Y.Əliyev kücəsi,10

Xülasə. Məqalə Gəncə Neftli Qazlı Rayonunun Naftalan-Şimali Naftalan sahəsində geoloji quruluşun dəqiqləşdiliməsi məqsədi ilə 3D seysmik məlumatların atrbut analizinin tətbiqinə həsr olunmuşdur.

Məqalədə Azərbaycanın çox qədim braxiantiklinal tipli yatağı hesab edilən Naftalan yatağı haqqında məlumatlar verilmişdir. Yatağın geoloji və geofiziki metodlarla öyrənilməsinin qısa tarixi nəzərdən keçirilmişdir. Xüsusi qeyd olunur ki, yataqdan iki tip neft çıxarılır: müalicə əhəmiyyətli ağır neft və kommersiya (sənaye) əhəmiyyətli yüngül neft. Məqsədimiz yüngül neftin yığıldığı interval və zonaları aşkar etmək üçün yatağın geoloji quruluşunu daha dəqiq tədqiq etməkdir. Bu məqsədlə 2012-cü ildə Naftalan sahəsində 3D seysmik tədqiqatlar aparılıb. Aparılmış 3D seysmik tədqiqatları materiallarının emali nəticəsində alınmiş kubun geoloji dəyərləndirilməsi yolu ilə bütün sahə boyu inamla izlənilən Üst Təbaşir çöküntülərinin səthini əks etdirən V seysmik horizontun izləndiyi çöküntü intervalı seçilmişdir.

Bu intervalda bir neçə atribut hesablanmış və bu atributların verdiyi nəticələr analiz edilmişdir. Analizinin nəticələri oxşar və ya informativliyi zəif olan bəzi atributlar təkrarlığa yol verməmək məqsədi ilə sonrakı tədqiqatlarda istifadə olunmamışdır. Tədqiqatımızın hədəfi müxtəlif amplitudlu dizyunktiv dislokasiyaların aşkarlanması və izlənilməsi üçün daha effektiv atributlar, Chaos, Variance, Ant tracking kimi atributlar, müəyyənləşdirilmiş və onlardan geniş istifadə etməklə tədqiqat sahəsinin geoloji quruluşu dəqiqləşdirilmişdir. Bütün 3D materialların emalinin nəticələri hesablanmış bir neçə seysmik atributlar kubları şəklində verilmişdir. Alınmış bu atribut kubları analiz edilərək yatağın geoloji quruluşu Üst Təbaşir çöküntülərinin səthi üzrə müəyyənləşdirilmiş və ən effektiv atributlar seçilir. Nəticə olaraq V-SH (Üst Təbaşirin yuxarıları) üzrə struktur xəritə tərtib edilmişdir.

Açar sözlər: *atribut analiz, 3D seysmik kəşfiyyat, seysmik horizont, atributlar kubu, Təbaşir çöküntüləri, dislokasiyalar.*