

**ВЫДЕЛЕНИЕ И ПРОСЛЕЖИВАНИЕ ДИЗЪЮНКТИВНЫХ ДИСЛОКАЦИЙ  
АТРИБУТНЫМ АНАЛИЗОМ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3D  
(НА ПРИМЕРЕ ПЛОЩАДИ «ХАСИЛАТ» ЮЖНОГО АБШЕРОНА)****Ахмедов Т.Р.\****Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, г. Баку, Азербайджан  
\*E-mail: akhmedov.tofik@bk.ru*

**Аннотация.** Статья состоит из двух частей: в первой части даются общие сведения о площади исследования. Дано краткое описание ее изученности. Отмечено, что здесь выполнен практически весь комплекс геолого-геофизических работ, включая скважинные сейсмические исследования – вертикальное сейсмическое профилирование. Приведена литолого-стратиграфическая характеристика разреза: здесь особое место занимает описание отложений калинской свиты, являющихся в данной площади основной нефтеносной свитой.

Вторая часть статьи посвящена выделению и прослеживанию дизъюнктивных дислокаций (ДД) в пространственном сейсмическом волновом поле. Особо отмечается, что в изучении ДД особую роль играет сейсмическая разведка, которая дает наиболее полное представление о тектонических нарушениях. Для выделения и прослеживания ДД применялись кубы когерентности, погружения, азимутов. Выделены много продольных нарушений разного ранга направлением север-юг и несколько поперечных, ориентированных в направлении запад-восток. Они имеют небольшую амплитуду и формируют блочное строение структуры Хасилат-1. Между поднятиями Хасилат-1 и Хасилат-2 прослеживается серия сбросовых разломов меридианального простирания, имеющих вертикальную плоскость сбрасывателя; их образование связано с интенсивным ростом поднятия Хасилат-1.

**Ключевые слова:** дизъюнктивная дислокация, электроразведка, гравиразведка, сейсморазведочные работы методом общей глубинной точки, продуктивная толща, калинская свита, плиоцен, миоцен, понт, кубы когерентности, погружения, азимутов, сейсмические атрибуты.

**Введение.**

**П**лощадь, условно названная нами Хасилат, расположена в юго-восточной части Абшеронского полуострова. В строении Абшеронского полуострова участвуют осадочные образования от верхнемелового до четвертичного возраста, представленные преимущественно глинами, песками и песчаниками, реже глинистыми сланцами, мергелями и конгломератами (рис. 1). Мощность их 5000...5500 м. Все эти отложения имеют тенденцию к погружению в юго-восточном направлении [1]. Изучение рассматриваемой площади началось еще в XIX веке заложением разведочной скважины в пределах Сураханы-Карачухур. Начиная с 30-х годов прошлого столетия на исследуемой площади также были

проведены геологическая съемка масштаба 1:50000, участками в более крупных масштабах, электроразведочные, гравиметрические работы, газовые съемки.

На площади Хасилат с начала 30-х гг. до конца 50-х гг. XX столетия неоднократно выполнялись сейсморазведочные работы методом отраженных волн (МОВ), в 1977...1978 гг. – методом общей глубинной точки (МОГТ). Отдельные профили отрабатаны в 1993 и 1999 гг. В 1996 г. и 2003...2004 гг. проводились детальные сейсморазведочные работы 2D методом ОГТ [2]. По результатам геолого-геофизических работ и глубокого бурения в пределах исследуемого участка открыты два месторождения: на западе – Хасилат-1 и на восточной половине – Хасилат-2. Бурение на площади Хасилат начато



Содержимое этой работы может использоваться в соответствии с условиями лицензии Creative Commons Attribution 4.0. Любое дальнейшее распространение этой работы должно содержать указание на автора (ов) и название работы, цитирование в журнале и DOI.

в 30-е годы XX столетия. В 1935 г. открыто и введено в эксплуатацию месторождение Хасилат-1. В 1936...1940 гг. выявлены залежи нефти в свитах нижнего отдела ПТ. В 1932...1935 гг. на участке Хасилат-2 было пробурено большое количество поисково-структурных скважин. По результатам полученного материала было выяснено моноклинальное залегание пластов. А в 1948 г. в калинской свите продуктивной толщи было открыто и введено в промышленную разработку нефтяное месторождение Хасилат-2. Месторождение эксплуатируется только на суше, так как его морские границы

в силу недостаточной изученности остаются неопределенными. С целью изучения наблюдаемой волновой картины и скоростной модели среды на структуре Хасилат-2 выполнено вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) в двух глубоких скважинах: скв. 1 (в 2012 г.) и скв. 2 (в 2014 г.). В настоящей статье рассматриваются результаты выделения и прослеживания дизъюнктивных дислокаций (ДД) атрибутивным анализом данных сейсморазведки 3D, проведенных в 2011...12 гг. на площади Хасилат (рис. 1).

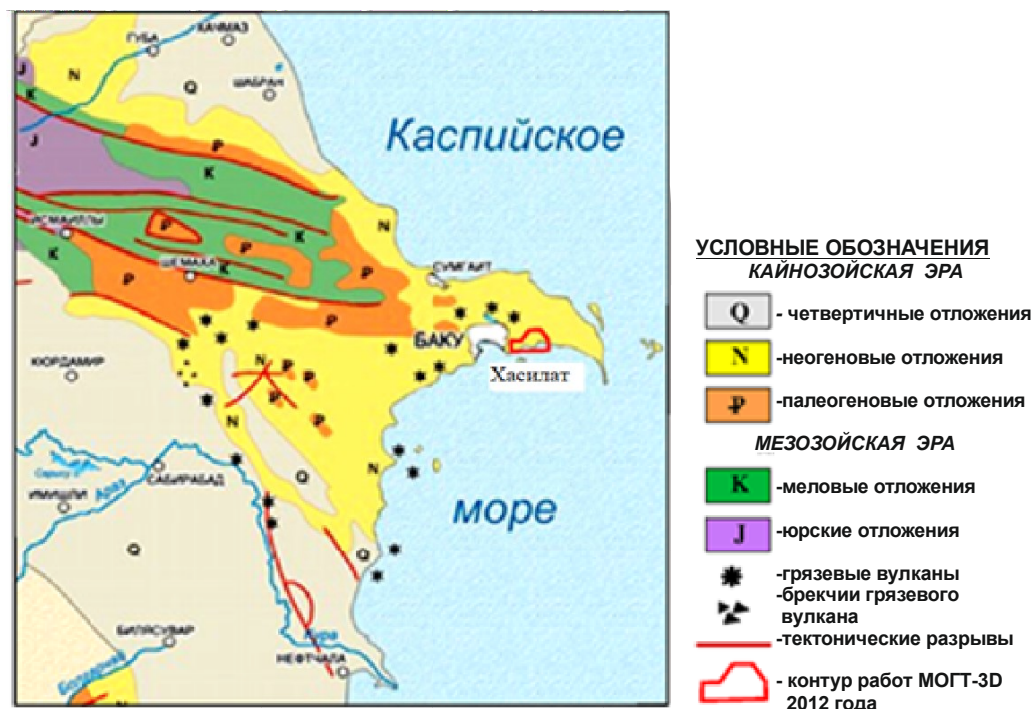


Рис. 1. Геологическая карта района работ (выкопировка из «Геологической карты Азербайджана», 2010 г.)

### **Краткая литолого-стратиграфическая характеристика разреза**

Литолого-стратиграфическая характеристика разреза в пределах площади Хасилат изучена по данным глубокого бурения. Наиболее распространены на поверхности Абшеронского полуострова акчагыльские и абшеронские образования, перекрытые местами четвертичными отложениями. Остальная часть разреза вскрыта лишь скважинами. Наиболее изучены разрезы абшеронского, акчагыльского ярусов и продуктивной толщи. Отложения, подстилающие продуктивную толщу, изучены еще недостаточно, так как вскрыты лишь единичными скважинами. Основные нефте-

газоносные объекты Абшеронского полуострова сосредоточены в продуктивной толще, а исследуемой площади на ее самой нижней части – в калинской свите.

В литологическом отношении продуктивная толща выделяется среди остальных стратиграфических единиц неогеновой системы своей песчанитостью и представлена мощной серией переслаивающихся глин песков и песчаников, переходящих друг в друга. Мощность отложений продуктивной толщи колеблется в значительных пределах от 1300 до 3400 м. Продуктивная толща нижнего плиоцена делится на верхний и нижний отделы, т.к. между ними существует разрыв осадконакопления. Нижний отдел

ПТ представлен образованиями калинской (КаС), подкирмакинской (ПК), кирмакинской (КС), надкирмакинской песчаной (НКП), надкирмакинской глинистой (НКГ) свит. На рис. 2 приведена принципиальная схема строения пластов калинской свиты, как хорошо изученной бурением верхней части, так и нижней – перспективной части свиты. На рисунке хорошо видно, что по комплексу ГИС выделяется литолого-стратиграфическая граница, разделяющая на две части. Нижняя часть, вероятнее всего, представлена песчаниками, которые отлагались в трансгрессивную фазу развития

данной части Апшеронского полуострова, а для верхней части характерны полные и неполные регрессивные циклы. На рис. 2 волнистой линией проведена граница стратиграфического несогласия, а также с ней может быть синхронно связана граница смены термобарической системы. На это указывают низкие значения УЭС, «линия глин» у кривой ПС. Необходимо отметить, что в условиях АВПД искажаются и чаще всего смещаются в область низких значений показания методов сопротивления, ПС, АК, НГК.

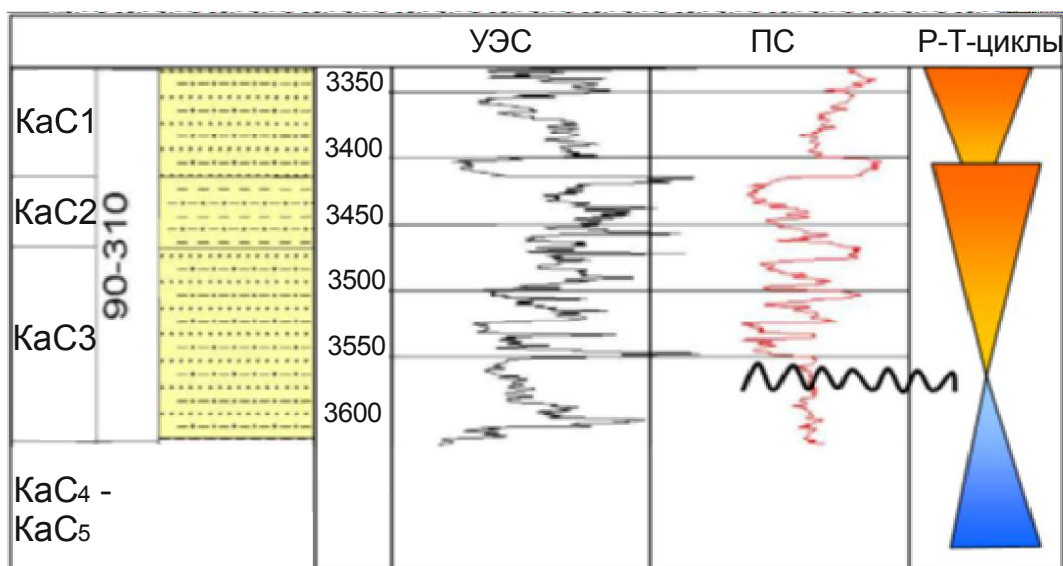


Рис. 2. Принципиальная схема строения калинской свиты

Отложения калинской свиты делятся сверху вниз на три песчано-алевритовые пачки: КаС-1, КаС-2 и КаС-3. Такое разделение оказалось возможным благодаря отличию выделенных пачек, как по литологии, так и по их нефтеносности. К верхам пласта КаС-3 приурочен сейсмический горизонт СГ-Ша, прослеживающийся только в пределах Бина-Говсанинской синклинали (месторождение Хасилат-2). Горизонт с запада и востока ограничивается разрывными нарушениями. К кровле калинской свиты приурочен СГ-Ш, прослеживающийся по всей площади. В последние годы в калинской свите выделен четвертый нефтеносный горизонт КаС-4. Все нефтяные месторождения Апшеронской нефтегазоносной области являются многопластовыми. В формировании этих месторождений немаловажную роль играют дизъюнктивные дислокации, в

изучении которых важное место занимает сейсморазведка.

#### **Выделение и прослеживание ДД**

Дизъюнктивные дислокации (ДД) являются важнейшими элементами геологического разреза; они играют особую роль в формировании и разрушении залежей углеводородов [9]. Поэтому изучение ДД имеет большое значение для составления модели исследуемого месторождения и оценки перспектив нефтегазоносности. Специальные исследования изучения ДД не проводятся и если скажем, что сейсмическая разведка единственным методом наиболее детально изучающим ДД, то не ошибемся [2]. В 2011...12 гг на площади Хасилат была проведена сейсморазведка 3D, охватывающая обе структуры, находящиеся на данной площади [10].

Для выделения тектонических нарушений в трехмерном волновом поле применялись кубы когерентности, погружения, азимутов [1]. Куб когерентности рассчитывается на основе данных исходного куба. Куб когерентности является кубом коэффициентов корреляции между трассами сейсмической записи. Та часть сейсмического поля, где нет осложнений и разломов будет равна  $\sim 1$ , а места разломов – меньше

меньше единицы [3]. Критерием наличия дизъюнктивных нарушений служит резкое изменение параметра когерентности (рис. 3). Как видно из этого куба здесь выделены много продольных нарушений разного ранга направлением примерно север-юг и несколько поперечных ориентированных в направлении запад-восток.

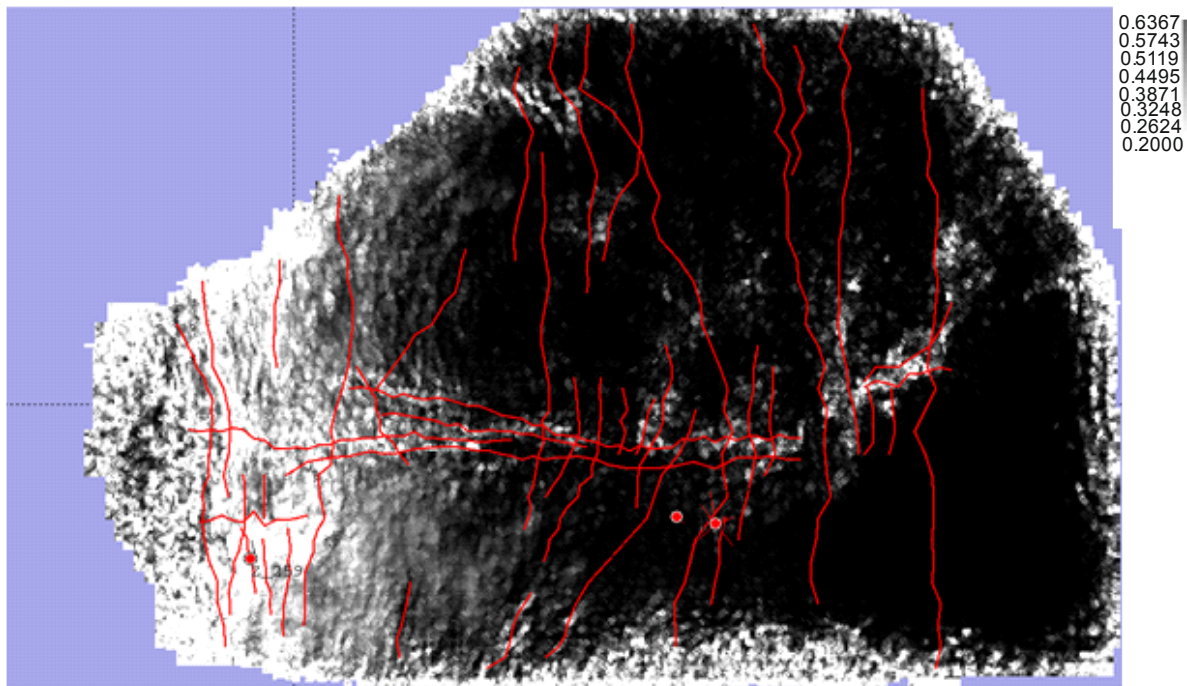


Рис. 3. Карты атрибута когерентности в интервале ОГ Ша (пласт КаС3)

Кубы погружений и азимутов рассчитывается на основе мгновенной фазы и мгновенной частоты [5, 6]. И также является атрибутом для выделения тектонических нарушений. Критерием достоверности картирования дизъюнктивных дислокаций служит резкое изменение градиента в кубе погружений. Местоположение тектонических нарушений определялось визуально по изменению динамики сейсмической записи и фазовым сдвигам осей синфазности отраженных волн на временных разрезах и по картам угловых несогласий (dip) соответствующих горизонтов (рис. 4 и 5). Расчет производился по временному кубу в интервале соответствующего пласта [8]. На основе анализа полученных карт атрибутов, а также принимая во внимание геофизические и промысловые характеристики скважин, попадающих в один тектонический блок,

были выделены и прослежены тектонические нарушения (рис. 6 и 7). На рис. 3...7 приведены карты атрибутов когерентности, погружений, азимутов, частот и атрибута сжатия для ОГ Ша (пласт КаС3), по которым корректировалось выделение разломов по сейсмическим данным. Как отмечено выше, полученная система разломов для пласта КаС3 имеет две направленности: широтную по центру поднятия Хасилат-2 и меридианальную. Широтная система разломов определяется вертикальными разломами, проникающая как в толщу калинских отложений, так и в нижележащих миоценовых отложений. Серия параллельных разломов широтного простирания в районе месторождения Хасилат-2 расходуется на востоке и на западе под углом около  $45^\circ$  с некоторым смещением. Выше ОГ Ша эти разломы не затухают, но наблюдается их смещение по вертикали и расхождение

в виде цветковой структуры, что свидетельствует о том, что по рангу эти ДД частичные (рис. 8). Такое поведение разломов в плане и в вертикальном сечении характерно для разломов сдвигового типа. Разломы меридианального направления являются, в основном сбросами, и второстепенными от

системы широтных разломов. Для них характерно пологое падение, а наиболее протяженные из них на востоке от поднятия Хасилат-2 являются листрическими сбросами, связанными с продолжительным ростом поднятия и резким прогибанием на востоке площади 3D.

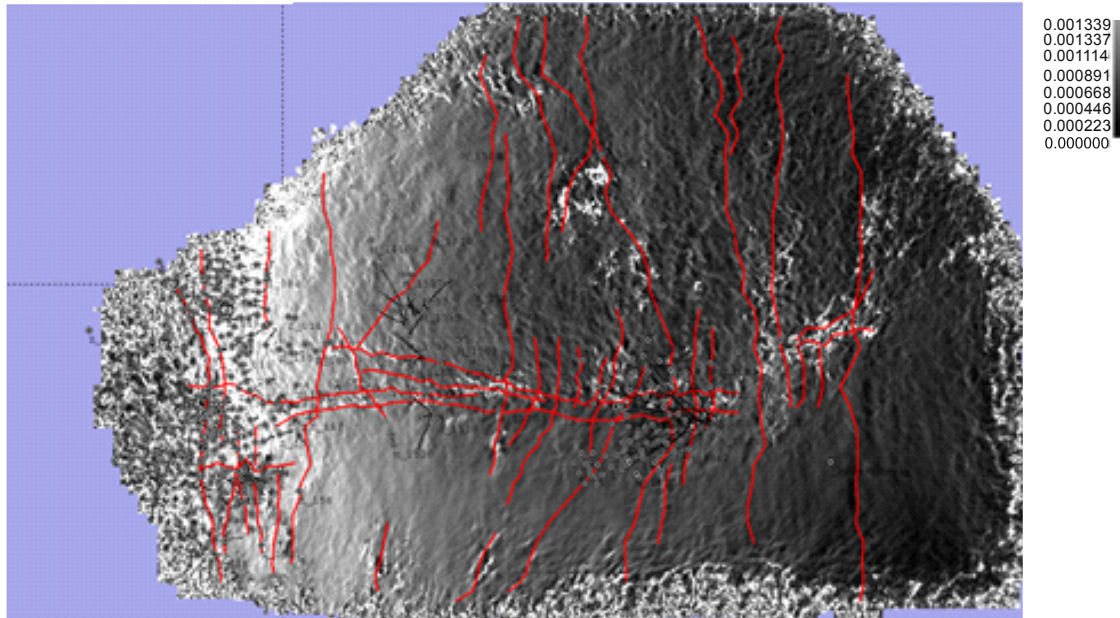


Рис. 4. Карты атрибута погружений (Dip) в интервале ОГ IIIa (пласт KaC3)

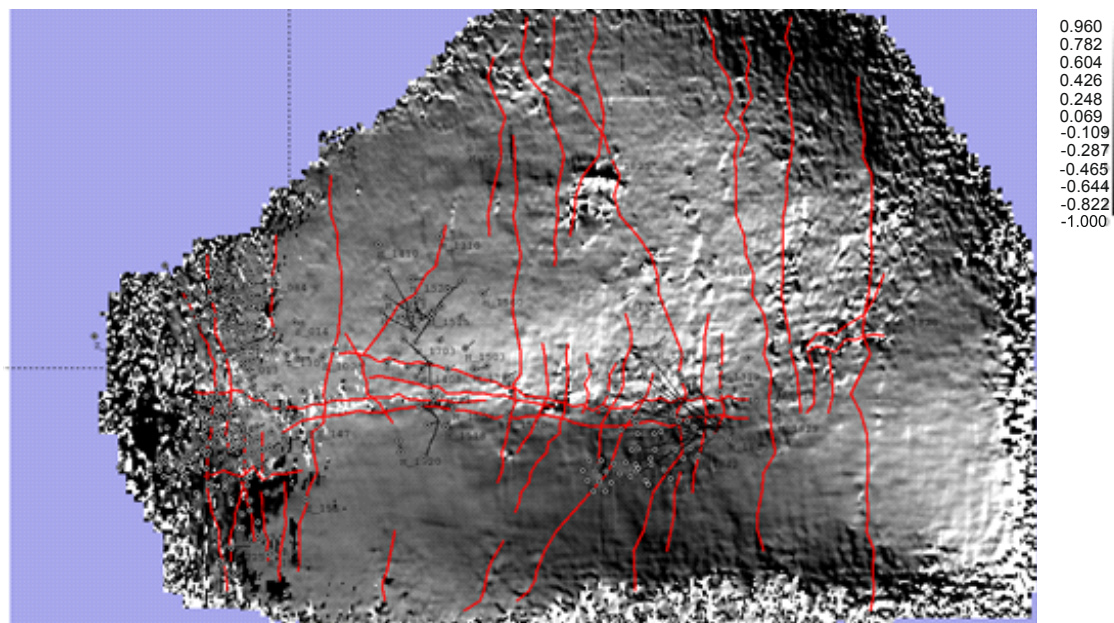


Рис. 5. Карты атрибута азимутов в интервале ОГ IIIa (пласт KaC3)

На рис. 9 показана зависимость «время-глубина» для кровли пласта KaC3, построенная по 83 скважинам. Наличие явной и устойчивой корреляционной связи между этими параметрами позволило выполнить построение структурной поверхности кровли пласта методом средних скоростей.

Отклонения от линии предполагаемой регрессии могут быть вызваны локальной латеральной изменчивостью структурной поверхности, не фиксируемой в сейсмическом поле, а также влиянием тектонических нарушений. Окончательный вариант структурной поверхности кровли пласта KaC3

построен путем коррекции прогнозной карты изохрон по ОГ Ша и КаСЗ и поверхности по скважинным данным с учетом выделенных по сейсмическим данным разломов (рис. 10). Приведены тектонических нарушений.

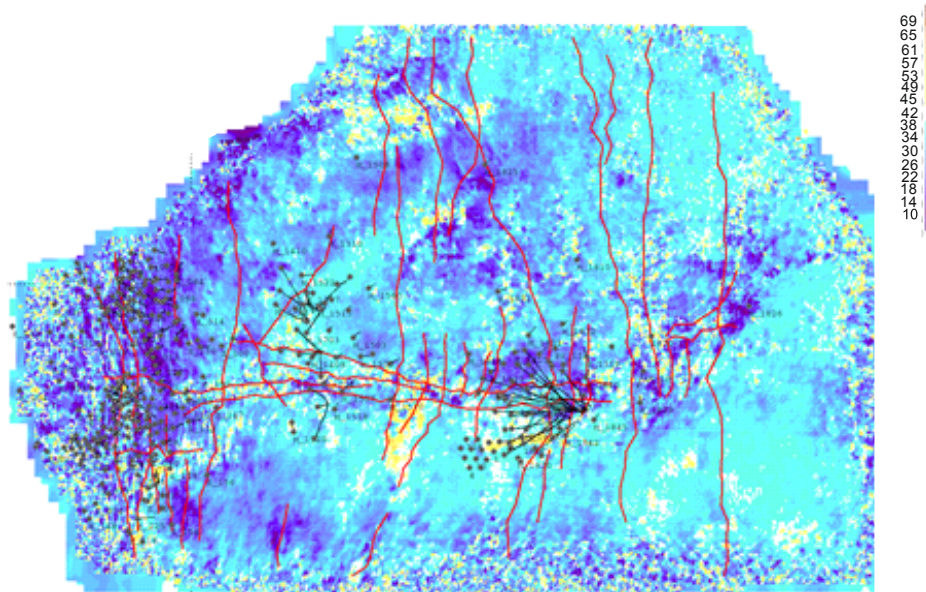


Рис. 6. Карты атрибута частоты в интервале ОГ Ша (пласт КаСЗ)

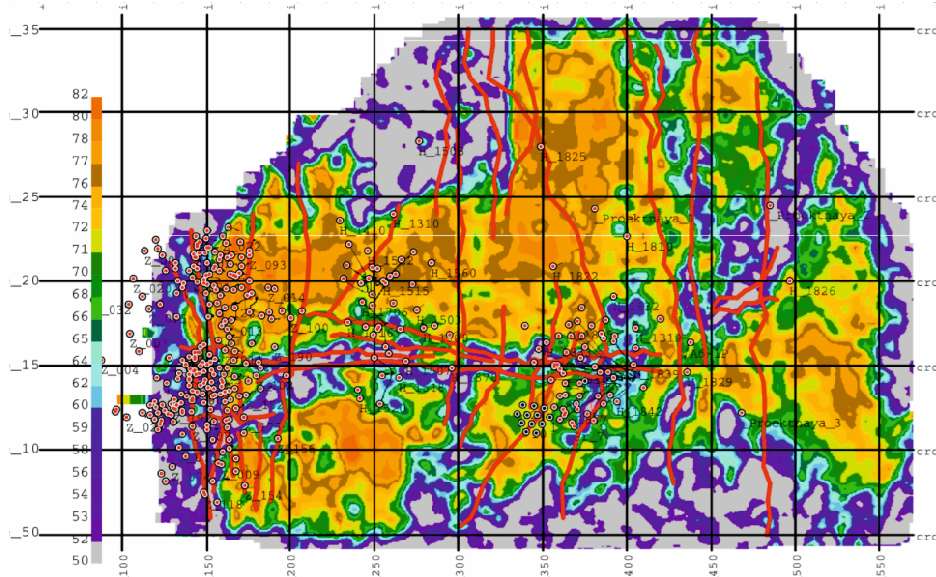


Рис. 7. Карты атрибута сжатия в интервале ОГ Ша (пласт КаСЗ)

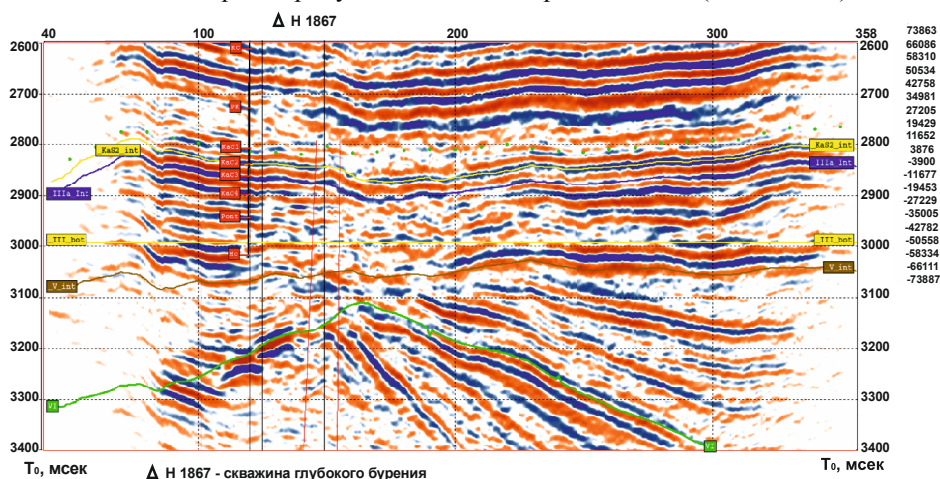


Рис. 8. Внеранговое и частичные нарушения с вертикальными плоскостями сбрасывателя

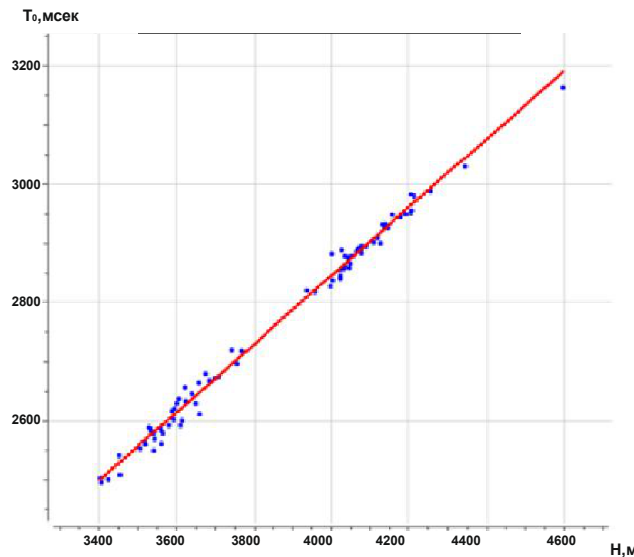


Рис. 9. Зависимость время-глубина для кровли пласта КаСЗ

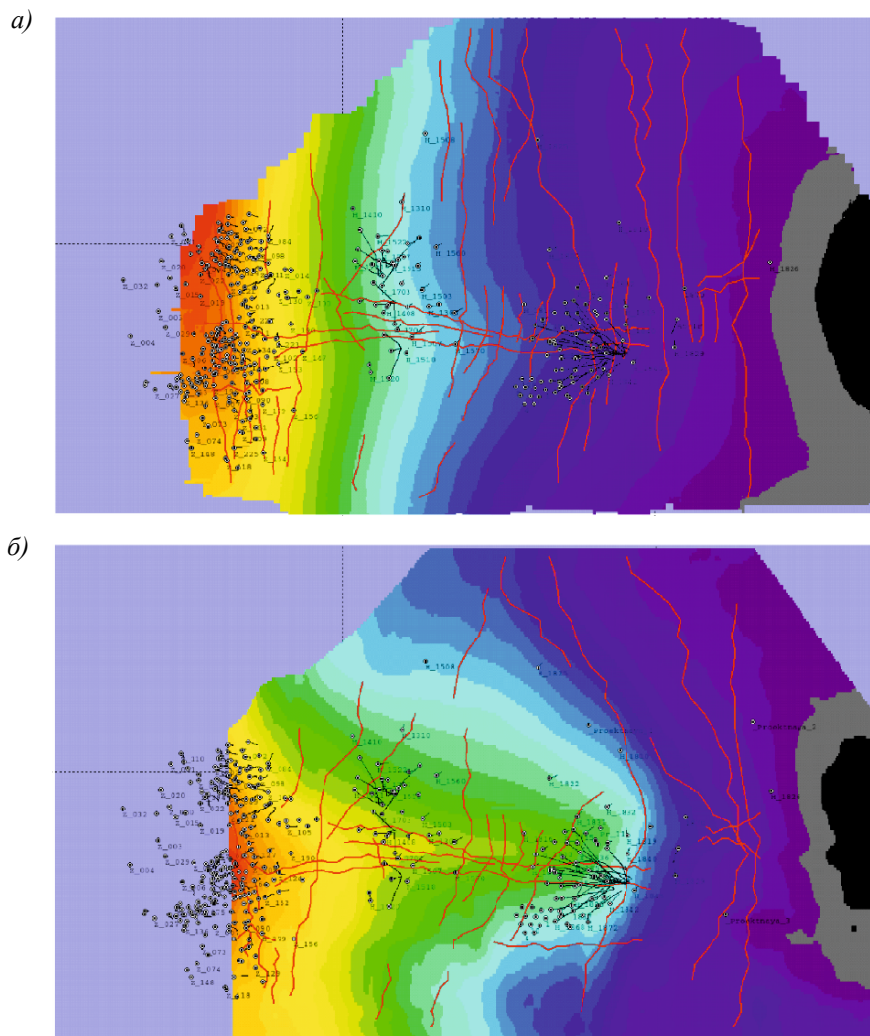


Рис. 10. Карты изохрон по ОГ КаСЗ (а) и ОГ III а (б) с учетом выделенных разломов

**Выводы.** На построенных картах изохрон выделяются два протяженных разлома на востоке, которые являются наклонными (листрическими). Они были образованы после роста поднятия Хасилат, связанного с

широтными сдвиго-надвиговыми разломами. Между поднятиями Хасилат-1 и Хасилат-2 прослеживаются серия сбросовых разломов меридианального простирания, имеющих вертикальную плоскость сбрасывателя;

их образование связано с интенсивным ростом поднятия Хасилат-1. Тектонические нарушения на месторождении Хасилат-1 имеют небольшую амплитуду и, в основном, ориентированы в меридианальном направлении. Выделенные зоны вынесены на структурные карты по соответствующим горизонтам. Они формируют блочное строение изучаемой структуры. Отражения в этой зоне имеют небольшие «провалы» во временной области и отличаются понижением своей интенсивности и частоты, что хорошо видно по картам частот.

Как было отмечено выше, вертикальные нарушения широтного направления проникают как в толщу калинских отложений, так и нижележащих миоценовых отложений. Если учесть, что миоценовые отложения данной площади, по последним данным ВСП и глубокого бурения, находятся в зоне АВПД, богаты органикой и представлены глинистыми образованиями, то можно прийти к выводу, что их можно считать нефтематеринскими породами, а формирующиеся в них углеводороды, скорее всего по тектоническим нарушениям мигрировали вверх к отложениям калинской свиты и формировали богатые залежи нефти и газа.

### Литература

1. Ампиров Ю.П. Сейсмическая интерпретация: опыт и проблемы. М.: Геоинформмарк, 2004. 277 с.
2. Ахмедов Т.Р. О геологической эффективности сейсморазведки при изучении неантиклинальных ловушек Азербайджана разного типа // Известия УГГУ. 2016. С. 41-45.
3. Барышев Ю.А. Прогноз продуктивности терригенных коллекторов по динамическим параметрам отраженных волн на Верхнечонской площади // Геофизика. 2001. №2. С. 27-32.
4. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка: учебник для студентов обуч. по спец. «Геофизические методы поисков и разведки мест. полезн. ископаемых». Тверь: АИС, 2006. 672 с.
5. Воскресенский Ю.Н. Состояние и перспективы развития методов анализа амплитуд сейсмических отражений для прогнозирования залежей углеводородов // Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья. М.: Геоинформцентр, 2002. Вып. 4-5. 77 с.
6. Кондратьев И.К., Бондаренко М.Т., Каменев С.П. Динамическая интерпретация данных сейсморазведки при решении задач нефтегазовой геологии // Геофизика. 1996. №5-6. С. 41-47.
7. Мамедов П.З. Современная архитектура Южно-Каспийского Мегабассейна – результат многоэтапной эволюции литосферы в центральном сегменте Альпийско-Гималайского подвижного пояса // Azerbaijan National Academy of Sciences, PROCEEDINGS the sciences of earth. 2010. №4. С. 46-71.
8. Мушин И.А., Корольков Ю.С., Чернов А.А. Выявление и картирование дизъюнктивных дислокаций методами разведочной геофизики. М.: Научный мир. 2001. 120 с.
9. Салаев С.Г., Кастрюлин Н.С. Роль тектонических разрывов в формировании нефтегазовых залежей Кобыстана. Баку: Элм, 1977. 130 с.
10. Урупов А.К. Основы трехмерной сейсморазведки. М.: Нефть и газ РГУНГ, 2004. 584 с.

### Контактные данные:

Ахмедов Тофик Рашид оглы, эл. почта: [akhmedov.tofik@bk.ru](mailto:akhmedov.tofik@bk.ru)



**ISOLATION AND TRACKING OF DISJUNCTIVE DISLOCATIONS  
3D ATTRIBUTE ANALYSIS OF SEISMIC DATA (ON THE EXAMPLE  
OF THE "HASILAT" SQUARE OF SOUTHERN ABSHERON)**

**T.R. Ahmedov\***

*Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan*

*\* E-mail: akhmedov.tofik@bk.ru*

**Abstract.** The article consist of two parts: in the first part there are given information about the research area. Here is given the brief description of its study. It is noted, that here is executed almost the whole complex of geological – geophysical works including borehole seismic exploration - vertical seismic profiling (VSP). Lithological stratigraphical characteristics of the section are given in the article: the main place here given for the description of the Kala suite rocks which is the main productive serie in this area.

The second part of the article dedicated to pick out and tracing Disjunctive dislocations (DD) in a spatial seismic wave field. It has been noted that seismic prospecting, which informs about tectonic breaks, is significant for studying DD. The cubes of coherence, immersion, azimuths have been used for allocating and watching DD. A lot of lateral breaks in the direction of North South, and a few transverse ones in the direction West East have been allocated. Their amplitude is not big, and they form a block structure Hasilat-1. A number of faulting fractures of meridional strike which have vertical plane ejector are watched between uplifts Hasilat-1 and Hasilat-2; their creation is connected to intense rising of Hasilat-1.

**Keywords:** disjunctive dislocation, electrical survey, gravity survey, CDP method, productive series, Kala suite, pliocene, miocene, pont, cubes of coherence, immersion, azimuths, seismic attributes.

### References

1. Ampilov, Yu.P. Sejsmicheskaya interpretaciya: opyt i problem [Seismic interpretation: experience and problems]. M.: Geoinformmark, 2004. p. 277. (rus).
2. Ahmedov, T.R. O geologicheskoy effektivnosti sejsmorazvedki pri izuchenii ne antiklinal'nyh lovushek Azerbajdzhana raznogo tipa [On the geological effectiveness of seismic exploration in the study of non-anticlinal traps of Azerbaijan of various types]. Izvestiya UGGU. 2016. Pp. 41-45. (rus).
3. Baryshev, Yu.A. Prognoz produktivnosti terrigennyh kollektorov po dinamicheskim parametram otrazhennyh voln na Verhnechonskoj ploshchadi [The prognosis of the productivity of terrigenous reservoirs by the dynamic parameters of the reflected waves on Verkhnechonskaya Square]. Geofizika. 2001. №2. Pp. 27-32. (rus).
4. Boganik, G.N., Gurvich, I.I. Sejsmorazvedka: uchebnik dlya studentov obuch. po spec. «Geofizicheskie metody poiskov i razvedki mest. polezn. iskopaemyh» [Seismic exploration: a textbook for students trained. by special "Geophysical methods of prospecting and exploration of places. useful fossils»]. Tver': AIS, 2006. p. 672. (rus).
5. Voskresenskij, Yu.N. Sostoyanie i perspektivy razvitiya metodov analiza amplitud sejsmicheskikh otrazhenij dlya prognozirovaniya zalezhej uglevodorodov [The state and development prospects of methods for analyzing the amplitudes of seismic reflections for predicting hydrocarbon deposits] // Geologiya, metody poiskov, razvedki i ocenki mestorozhdenij toplivno-energeticheskogo syr'ya. M.: Geoinformcentr, 2002. Vol. 4-5. p. 77. (rus).
6. Kondrat'ev, I.K., Bondarenko, M.T., Kamenev, S.P. Dinamicheskaya interpretaciya dannyh sejsmorazvedki pri reshenii zadach neftegazovoj geologii [Dynamic interpretation of seismic data in solving problems of oil and gas geology]. Geofizika. 1996. №5-6. Pp. 41-47. (rus).
7. Mamedov, P.Z. Sovremennaya arhitektura Yuzhno-Kaspijskogo Megabassejna – rezul'tat mnogoetapnoj evolyucii litosfery v central'nom segmente Al'pijsko-Gimalajskogo podvizhnogo poyasa [The modern architecture of the South Caspian Megabasin is the result of a multi-stage evolution of the lithosphere in the

central segment of the Alpine-Himalayan mobile belt] // Azerbaijan National Academy of Sciences, PROCEEDINGS the sciences of earth. 2010. №4. Pp. 46-71. (rus).

8. Mushin, I.A., Korol'kov, Yu.S., Chernov, A.A. Vyyavlenie i kartirovanie diz'yunktivnyh dislokacij metodami razvedochnoj geofiziki [Identification and mapping of disjunctive dislocations by exploration geophysics methods]. M.: Nauchnyj mir. 2001. p.120. (rus).

9. Salaev, S.G., Kastr'yulin, N.S. Rol' tektonicheskikh razryvov v formirovanii neftegazovyh zalezhej Kobystana [The role of tectonic discontinuities in the formation of oil and gas deposits in Kobystan]. Baku: Elm, 1977. p. 130. (rus).

10. Urupov, A.K. Osnovy trekhmernoj sejsmorazvedki [Basics of three-dimensional seismic exploration]. M.: Neft' i gaz RGUNG, 2004. p. 584. (rus).

**Contacts:**

Tofiq R. Ahmedov, akhmedov.tofik@bk.ru

© Ahmedov, T.R., 2020

---

*Ахмедов Т.Р. Выделение и прослеживание дизъюнктивных дислокаций атрибутивным анализом данных сейсморазведки 3D (на примере площади «Хасилат» южного Абшера) // Вектор ГеоНаук. 2020. Т.3. №1. С. 5-14. DOI: 10.24411/2619-0761-2020-10001.*

*Ahmedov, T.R., 2020. Isolation and tracking of disjunctive dislocations 3D attribute analysis of seismic data (on the example of the "Hasilat" square of Southern Absheron). Vector of Geosciences. 3(1). Pp. 5-14. DOI: 10.24411/2619-0761-2020-10001.*

---