

С. Г. КАРИМОВ¹, Д. К. АЖГАЛИЕВ¹, Н. Р. КОСНАЗАРОВА², Г. Е. АЛИМЖАНОВА²

(¹АО НК «КазМунайГаз», г.Астана,

²АО «Казахский институт нефти и газа», г. Астана)

О КОМПЛЕКСНОМ ПОДХОДЕ ИССЛЕДОВАНИЯ К ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3Д В ЗОНАХ РАЗВИТИЯ СОЛЯНОЙ ТЕКТониКИ

Аннотация. Рассматриваются вопросы комплексной интерпретации сейсмических данных 2D/3D с применением различных программных продуктов по месторождению Новобогатинск Юго-Восточный в южной части Прикаспийского солянокупольного бассейна. Привлечены последние геолого-геофизические данные и результаты сейсмических исследований 2011-2012 гг. Для целей комплексной интерпретации показана эффективность использования программного комплекса «GeoProbe» для различных участков в надкарнизной и подкарнизной частях площади Новобогатинск Юго-Восточный.

Ключевые слова: интерпретация, сейсмические данные, программный продукт, кубик-проба, разломы, поверхности, геологическое тело, месторождение Новобогатинск Юго-Восточный.

Тірек сөздір: талдап түсіндіру, сейсмикалық деректер, бағдарламалық өнім, кубик-сынама, омырылулар, беттер, геологиялық дене, Новобогатинск оңтүстік шығыс кенорыны.

Keywords: interpretation, seismic data, program produce, cubic-sample, fault, surface, geologic body, Novobogatinsk S-E deposit.

В практике геологоразведочных работ в районах со сложным строением, зачастую, после бурения первых поисково-разведочных скважин внутреннее строение перспективных нефтегазоносных зон остается неоднозначными и требует уточнения, как по площади, так и по разрезу. В этих случаях комплексная интерпретация сейсмических данных в различных программных пакетах, несмотря на ограниченность данных бурения, позволяет уточнить и детализировать геологическое строение выявленных перспективных зон. В связи с этим применение программного продукта «GeoProbe» при интерпретации сейсмических данных 3D позволяет существенно повысить уровень детализации внутреннего строения и подготовки оптимальных точек для определения положения новых проектных скважин.

В этом отношении программное обеспечение «GeoProbe» является новым высокотехнологичным продуктом компании «Halliburton Landmark» для интерпретации геолого-геофизических данных и визуализации сейсмических образов локальных объектов различного типа. Программа базируется на формировании элементарных «проб», которые используются для идентификации

различных фрагментов большого куба данных. «Куб-проба» – это куб (кубик) переменного размера, при этом сейсмические данные могут изображаться как внутри «куба-пробы», так и вне его [1]. С помощью пробы задается под множество большого куба данных для быстрого расчета атрибутов и их изображения. В каждом кубике-пробе можно изображать значения разных атрибутов, один кубик-проба может лежать полностью внутри другого кубика-пробы (рисунок 1).

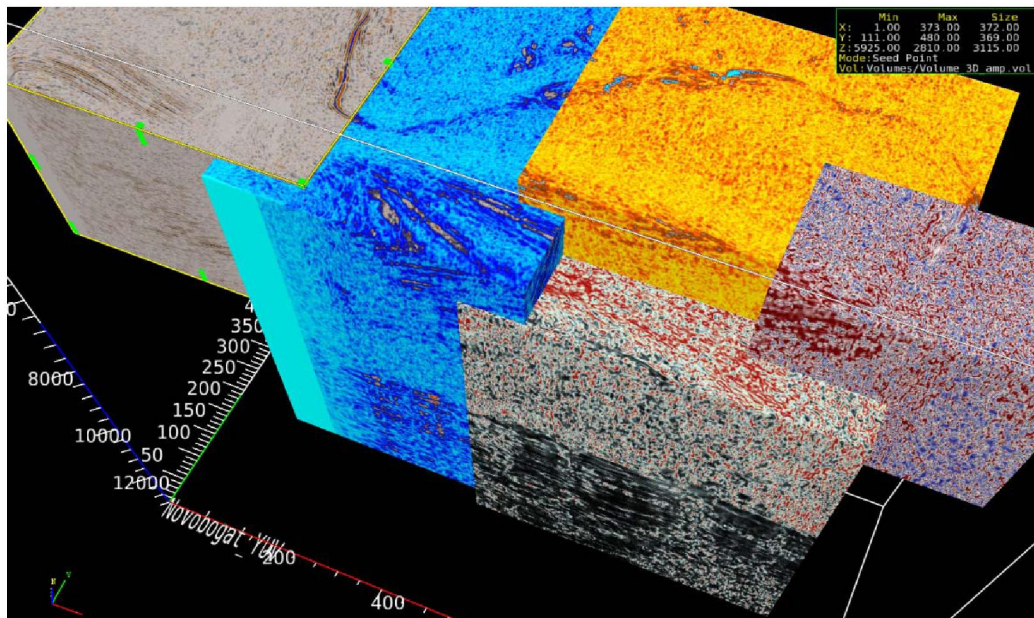


Рисунок 1 – Изображение куба с несколькими атрибутами кубиков-проб

Технология «GeoProbe» включает в себя достаточно мощные средства корреляции аномальных зон с разломами и продуктивными горизонтами и в настоящее время не имеет аналогов в существующем программном обеспечении для интерпретации сейсмических данных. С помощью модуля «ezFaults/ezSurface», использующего уникальные алгоритмы аппроксимации поверхностей для создания сглаженных геологически обоснованных поверхностей, становится возможным реализация следующих функций при интерпретации разломов и поверхностей [1]:

- одновременная идентификация нескольких разломов и поверхностей;
- выделение новых разломов или интерпретация сложных геологических тел (соль и др.);
- возможность интерактивного редактирования в любое время в ходе интерпретации;
- интерпретация поверхностей с несколькими значениями «Z».

Другим важным инструментом является автоматическое выделение тел «GeoAnomalies», как новый инструмент при анализе данных и уточнении морфологических особенностей при детальном выделении отдельных тел (геологических элементов) из общего объема данных. Данный инструмент делает возможным автоматическое выделение заданных объектов с использованием критериев амплитуд, связности и размеров (рисунок 2).

Таким образом, технология совместной визуализации объемов улучшает отображение разломов, литолого-фациальных и стратиграфических особенностей геологических объектов. При этом, интерактивные модули автопрослеживания позволяют создавать необходимый точный структурный каркас. Комбинация высокой производительности и минимизация погрешностей интерпретации в пакете «GeoProbe» вполне может обеспечить определенный предел точности прогноза, необходимый для заложения точек новых проектируемых скважин перед началом бурения. Тем самым с другой стороны, удастся оптимизировать уровень основных экономических показателей нефтегазовых предприятий.

Одним из примеров успешного применения программного продукта «GeoProbe» явились результаты интерпретации сейсмических данных 3Д-МОГТ на месторождении Новобогатинск Юго-Восточный в надсолевом комплексе южной части Прикаспийской впадины (междуречье Урал-Волга), полученные компанией АО НК «КазМунайГаз» (далее – НК КМГ). Данный район

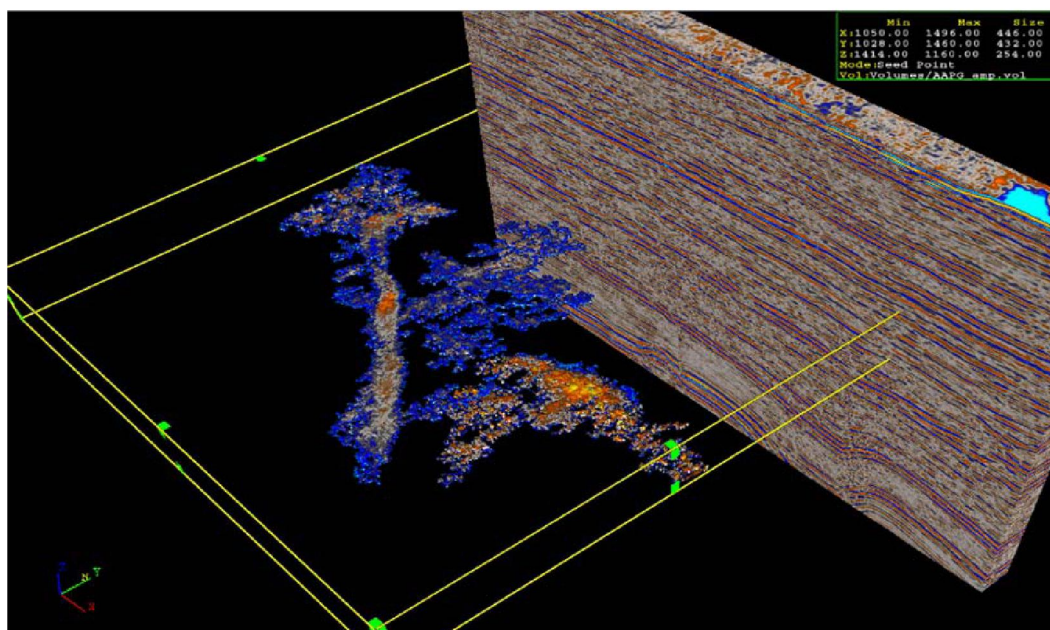


Рисунок 2 – Типовая композитная визуализация «Geoanomalies»

приурочен к области интенсивного развития соляной тектоники, в непосредственной близости расположены надсолевые месторождения Мартыши, Гран, Ровное, Новобогатинск Западный и Жанатапап Восточный.

Как известно, основным принципиальным результатом детального изучения участка месторождения Новобогатинск Юго-Восточный в 2011–2012 гг. явилось установление нефтегазоносности среднего триаса в надкарнизной части разреза. Кроме этого, в силу схожести тектоники и условий залегания с продуктивными пластами месторождения Новобогатинск Западный и др., выявлена залежь и в под карнизной части структуры Новобогатинск Юго-Восточный.

В разрезе триаса по данным переинтерпретации материалов 2Д-МОГТ определены реперные отражающие горизонты VI и T2, как поверхности кунгурской соли и среднего триаса, соответственно. Также, установлено в надкарнизной части структуры блоковое строение триасовой толщи, а представляющие поисковый интерес локальные поднятия приурочены к отдельным тектоническим блокам. Одним из важных результатов явилось подтверждение соляного карниза, который, как известно, благоприятствует формированию ловушек для УВ в перспективном триасовом комплексе. По результатам переинтерпретации данных 2D пробурены первые скважины, в которых получены промышленные притоки нефти. В дальнейшем для уточнения геологического строения выявленных залежей рекомендовано проведение сейсморазведки 3Д [2].

Согласно рекомендациям и в результате сейсморазведочных работ 3Д-МОГТ авторами была выполнена обработка и интерпретация данных в объеме 165 км² с привлечением программных комплексов «Focus», Petrel (Schlumberger) и GeoProbe (Halliburton Landmark).

В структурном отношении соляной купол Новобогатинск Юго-Восточный осложнен карнизом в краевых частях, на периферии (по данным сейсморазведки) соляной купол граничит с глубокими межкупольными мульдами. В этих сложных условиях применение для интерпретации сейсмического атрибута «Salt Detect» (комбинация мгновенной частоты и амплитуды) позволило выявить дисгармоничные складки, которые, как предполагается, сформировались в результате процесса инверсии соленосных отложений кунгура под весом вышележащих перекрывающих терригенно-карбонатных толщ (рисунок 3).

Атрибут «SaltDetect» вычисляется как значение частоты преобладающего максимума (FrequencyPeakOnlap) по трассе мгновенной амплитуды [1]. На разрезах по кубу этого атрибута более уверенно выделяются кровля и подошва соляного тела, что облегчает их автоматическое прослеживание в режиме «AutoPick».

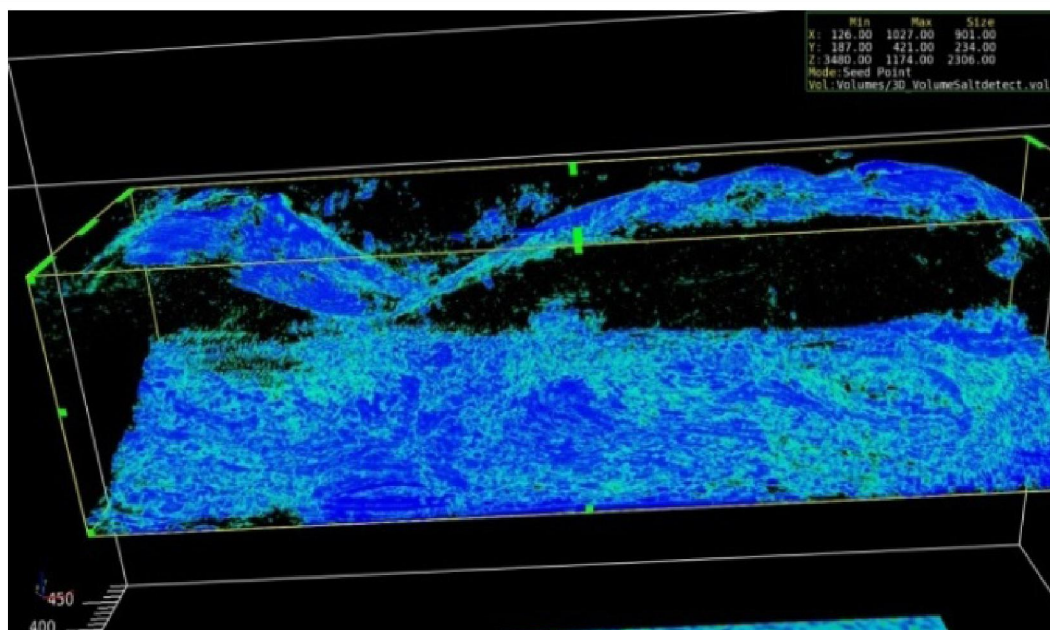


Рисунок 3 – Фрагменты визуализации соляного карниза с использованием алгоритма «SaltDetect»

Как видно, методика «GeoProbe» использует уникальные алгоритмы для обнаружения мелких разломов и протяженных тектонических нарушений с помощью модуля «ezFault» и «ezSurface». При этом использование данной методики в интерпретации разломов и поверхностей несогласия обеспечивает большую точность и ускорение процесса во времени. Повышение точности и детальности положительно отражается в целом на качестве решения поисковых задач, позволяет получить дополнительную ценную информацию не только о морфологии сложных соляных куполов и истории их развития, но и прояснить вопросы региональных особенностей геологического строения, тектоники перспективных структур надсолевого комплекса отложений, обусловленных интенсивным проявлением соляного диапиризма. В этом плане представляют большой практический интерес результаты применения модулей «ezFault» и «ezSurface» при прослеживании тектонических нарушений на примере купола Новобогатинск Юго-Восточный (рисунок 4).

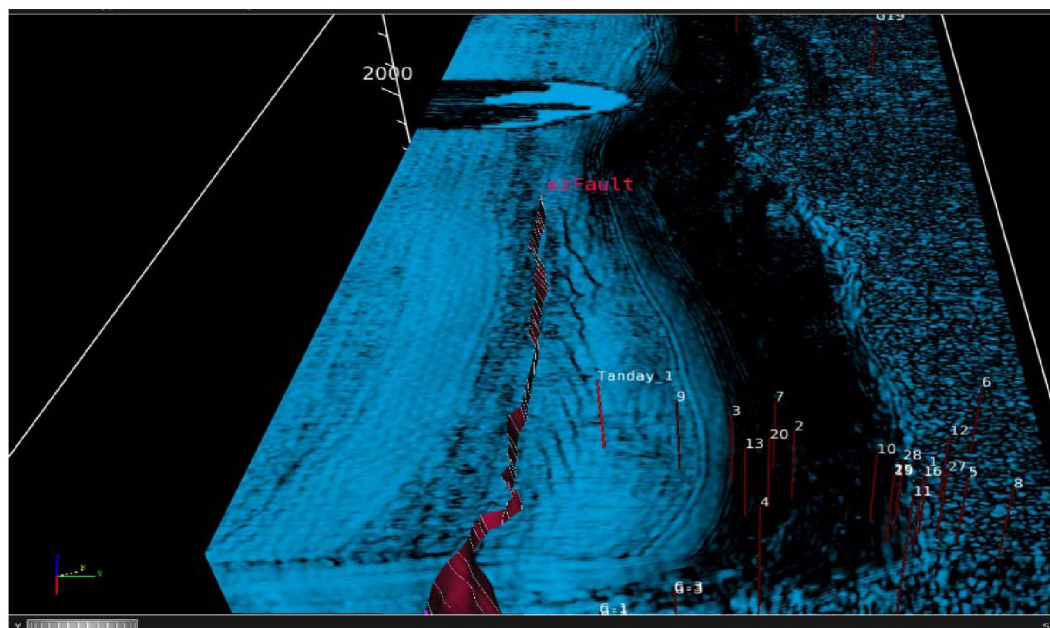


Рисунок 4 – Пример прослеживания тектонического нарушения

Также, при интерпретации сейсмических данных широко применялась функция «ezTracker» для прослеживания целевых отражающих горизонтов в надкарнизной и подкарнизной части разреза (рисунок 5). Данная функция уникальна тем, что выполняет прослеживание по ряду панелей (tiles) разбитого сеткой горизонта. Перед переходом к следующей панели модуль увязывает каждую панель с опорной точкой (seedpoint), интерактивно уменьшая размер для более детальной интерпретации.

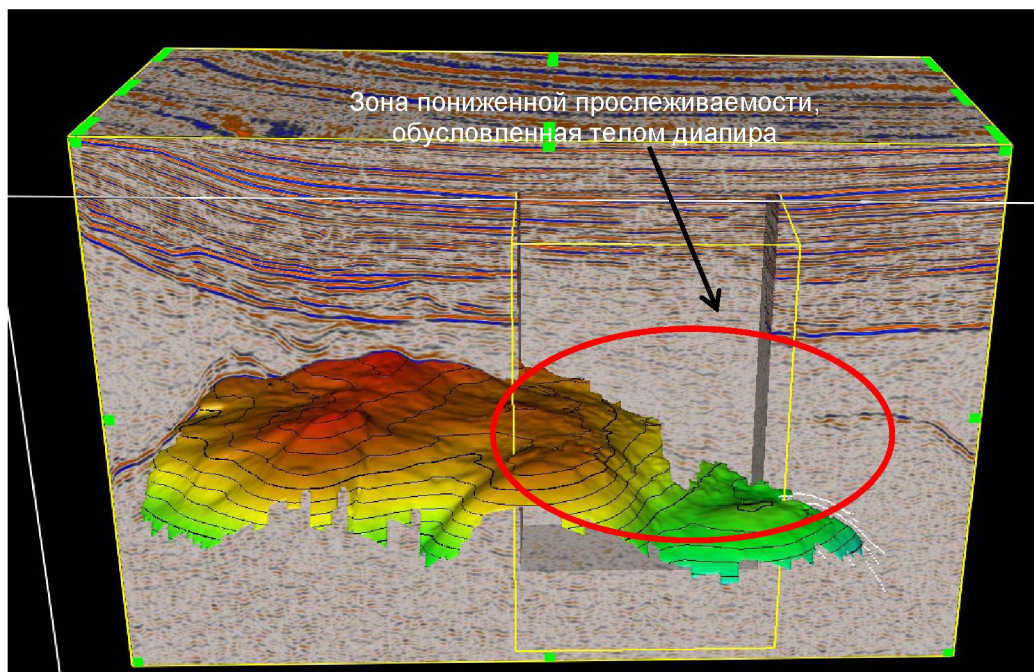


Рисунок 5 – Купол Новобогатинск Юго-Восточный.
Интерпретация ОГ VI-I с учетом функции EzTracker (AutoTrack)

По результатам детального прослеживания ОГ VI-I в подошве соляного карниза выделена вогнутая, замкнутая поверхность, образующая (как под колпаком) антиклинальную ловушку, которая «обязана» своим возникновением зоне «пережима» подошвы соляного карниза.

Автоматическое прослеживание горизонтов с использованием функции «EzTracker» (AutoTrack) обеспечило более точную и быструю интерпретацию в зоне антиклинальных складок. На участках развития разломов, стратиграфического выклинивания в условиях невысокого качества данных требуется прослеживание горизонта в ручном режиме (Manutrack).

Вышеизложенный подход для целей комплексной интерпретации в условиях интенсивного развития солянокупольной тектоники рекомендуется применять в следующей последовательности:

1. Загрузка сейсмических данных и первичная характеристика волновой картины;
2. Расчет сейсмических атрибутов, используя амплитудные, частотные и фазовые компоненты;
3. Формирование кубиков-проб и сопряжение многих атрибутов (VolumeSequence);
4. Выделение геологических тел (соляные купола, русловые каналы, песчаные тела и т.д.) с помощью инструментов Geo Anomalies, Volume Rendering;
5. Интерпретация разломов и поверхностей (ezFault/ezSurface/ezTracker) в комплексе с данными бурения и сейсмических атрибутов;
6. Анализ полученных результатов и сопоставление с данными бурения;
7. Геологические выводы и оценка перспектив нефтегазоносности.

Таким образом, в результате применения описанного выше подхода к интерпретации сейсмических данных 3D с применением программного комплекса «GeoProbe» существенно уточнены особенности строения зоны купола Новобогатинск Юго-Восточный и нефтегазоносных горизонтов в разрезе надкарнизной и подкарнизной части соляного купола.

В результате более уверенной корреляции основных сейсмических отражающих горизонтов идентифицированы и уточнены контуры, особенности и морфология соляного карниза. В опреде-

ленной мере дана оценка роли выделенного карниза в формировании вероятных ловушек и залежей нефти и газа в перспективных среднетриасовых отложениях. Выделены и прослежены по площади линии тектонических нарушений.

На основании вышеизложенного имеются все предпосылки для широкого применения программного продукта «GeoProbe» при решении задач поиска благоприятных локальных объектов и детализации строения зон развития соляных куполов применительно ко всей южной части Прикаспийской впадины. Рекомендуется включение исследований, основанных на данной технологии в комплекс НИОКР дочерних компаний НК КМГ на перспективных территориях надсолевого комплекса южной части Прикаспийской впадины. В случае постановки данных работ ожидается высокая точность, сокращение сроков и приемлемая степень детальности исследований. В целом, применение программного продукта «GeoProbe» должно повысить возможности прогноза и «распознавания» локальных структур, идентификации перспективных поисковых объектов, обеспечить, таким образом, своевременную подготовку локальных объектов к поисковому бурению.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Халлибуртон Лэндмарк. Краткое описание рабочего процесса построения геолого-геофизической модели с использованием технологий компании Landmark. – М.: Landmark Halliburton DE&DS, 2008. – С. 15-18.
- 2 Мусагалиев М.З., Таскинбаев К.М. Отчет о результатах работ по проекту «Обработка и переинтерпретация сейсмических данных 2Д-МОГТ на месторождении Новобогатинск ЮВ. – М.: Астана, 2010. – 196 с.

REFERENCES

- 1 Halliburton Landmark. Kratkoe opisanie rabocheho processa postroenija geologo-geofizicheskoy modeli s ispol'zovaniem tehnologij kompanii Landmark, 2008, 15-18 (in Russ).
- 2 Musagaliev M.Z., Taskinbaev K.M. Otchet o rezul'tatah rabot po projektu «Obrabotka i pereinterpretaciya sejsmicheskikh dannyh 2D-MOGT na mestorozhdenii Novobogatinsk Ju V, 2010, 196 (in Russ).

Резюме

С. Г. Каримов¹, Д. Қ. Әзгалиев¹, Н. Р. Қосназарова², Г. Е. Әлімжанова²

(¹«ҚазмұнайГаз» ҰК АҚ, Астана қ.,

²«Қазақ мұнай және газ институты» АҚ, Астана қ.)

ҚЫШҚЫЛ ТЕКТНИКА ДАМУЫНЫҢ ЗОНАЛАРЫНДА 3D СЕЙСМОТЫҢШЫЛЫҚ ДЕРЕКТЕРІНІҢ ТАЛДАП ТҮСІНДІРІЛУ ТУРАЛЫ КЕШЕНДІ ЗЕРТТЕУ

Бағдарламалық кешен «GeoProbe» қолдануы бірнеше сейсмикалық атрибуттың визуализациясымен омырылудың және стратиграфия кескінін жақсартады. Бұл ретте болжам мен жергілікті құрылымның және перспективалы ізденіс нысанын бірдейлестіру «тану» мүмкіндіктері өсіп келеді.

Тірек сөздер: талдап түсіндіру, сейсмикалық деректер, бағдарламалық өнім, кубик-сынама, омырылулар, беттер, геологиялық денелер, Новобогатинск оңтүстік шығыс кенорны.

Summary

S. G. Karimov¹, D. K. Azhgaliyev¹, N. R. Kosnazarova², G. E. Alimzhanova²

(¹JSC NC KazMunaiGaz, Astana,

²JSC Kazakh institute of oil and gas, Astana)

INTEGRATED APPROACH TO THE INTERPRETATION OF 3D SEISMIC DATA IN SALT TECTONICS DEVELOPMENT ZONES

Application of the GeoProbe software with visualization of several seismic attributes improves mapping of faults and stratigraphy which is following accuracy in forecast and «recognition» of local structures, identifications of perspective exploration objects.

Keywords: Interpretation, seismic data, program produce, cubic-sample, fault, surface, geologic body, Novobogatinsk S-E deposit.

Поступила 10.07.2014 г.