2019
№ 4 (112)

НЕФТЬ И ГАЗ

ISSN 1562-2932
Подписной индекс 75602

Казахстанское общество нефтяников-геологов
КОНГ
2009

Казахстанскому Обществу
Нефтяников-Геологов 10 лет!

Қазақстан мұнайына
1899 2019
120 жыл

V МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
АТЫРАУГЕО - 2019

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

МҰНАЙ МЕН ГАЗ
НЕФТЬ И ГАЗ
OIL AND GAZ

4 (112) 2019

Главный редактор
академик Надир Каримович НАДИРОВ

Редакторы научных проектов
Елена СОЛОДОВА
Михаил ТРОХИМЕНКО

Редактор по спецпроектам
Алма КЕНЖЕБЕКОВА

Арт-директор
Ольга КУДРИНА

Ген.менеджер по рекламе и развитию
Сахида ЗАИТОВА

УЧРЕДИТЕЛИ:
© Министерство науки и высшего образования РК,
АО «Национальная компания «ҚазМұнайГаз»,
Научно-инженерный центр «Нефть» НИА РК,
ОО «Казахстанское общество нефтяников-геологов»

РЕГИСТРАЦИЯ: Министерство информации
и общественного согласия
Республики Казахстан,
№ 529ж от 19.12.1998 г.
Международный центр сериальных изданий,
г. Париж, ISSN 1562–2932.

ИЗДАЕТСЯ с января 1999 г.
ПЕРИОДИЧНОСТЬ – 6 раз в год

ПРЕДСТАВИТЕЛИ В ГОРОДАХ:
Актау – Рашид ИСМАГИЛОВ
8 747 783 65 11
vdv@lada.kz
Атырау – Есимхан СЕЙТХАЗИЕВ
8 778 187 01 22
seitkhaziyev.y@llpcmg.kz
Кызылорда – Адлет МУСАХАНОВ
8 701 442 34 22;
a.mussakhanov@niikmg.kz
adletmussa@mail.ru
Уральск – Оксана ДЕМЕНТИЕВСКАЯ
8 7122–53–70–57, 8 701 650 85 76;
Oksana_dem@list.ru
Шымкент – Гульмира БИМБЕТОВА
8 7252–21–19–66, 8 702 919 94 95;
gulmnaz@mail.ru

Редакция не всегда разделяет мнения авторов публикаций. Ответственность за содержание рекламы несут рекламодатели. При перепечатке материалов ссылка на журнал «Нефть и газ» обязательна.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

У.С. КАРАБАЛИН, зам. гл. редактора, академик НИА РК (г. Астана)

Б.М. КУАНДЫКОВ, зам. гл. редактора, профессор (г. Алматы)

А.С. АЙТИМОВ, академик НИА РК (г. Уральск)

А.У. АЙТКУЛОВ, член-кор., НИА РК профессор (г. Актау)

Л.К. АЛТУНИНА, докт. техн. наук, профессор (г. Томск)

М.Н. БАБАШЕВА, директор филиала ТОО «Timal consulting Group» (г. Атырау)

А.М. БАРАК, президент Galex Energy Corp. (г. Хьюстон, США)

В.К. БИШИМБАЕВ, академик НАН РК, профессор (г. Астана)

Б.Т. ЖУМАГУЛОВ, академик НАН РК, профессор (г. Астана)

Б.С. ЗЕЙЛИК, академик РАЕН, профессор (г. Алматы)

А.Б. ЗОЛОТУХИН, доктор техн. наук, профессор (г. Москва)

К.Н. ИБРАШЕВ, канд. техн. наук, президент КБТУ (г. Алматы)

Н. ИЛИАШ, доктор техн.наук, профессор (г. Петрошани, Румыния)

П.В. КЛИМОВ, академик Международной инженерной академии, докт. техн. наук (г. Астана)

Е.С. МАХМОТОВ, доктор техн. наук, профессор (г. Астана)

Р.Г. САРМУРЗИНА, академик КазНАЕН, профессор, докт. хим. наук (г. Астана)

А.Х. СЫЗДЫКОВ, доктор PhD, профессор (г. Алматы)

М.С. ТРОХИМЕНКО, академический советник НИА РК (г. Уральск)

Б.К. ХАСАНОВ, ген. директор НИИ технологий добычи и бурения «КМГ» (г. Астана)

Е.М. ШАЙХУТДИНОВ, академик НАН РК, профессор (г. Алматы)

Г.М. ЭФЕНДИЕВ, академик Академии наук Азербайджана (г. Баку)

СОДЕРЖАНИЕ

АКТУАЛЬНО

Н.К. Надиров.
«Чистый воздух городам» – энерго-экологическая инициатива Национальной инженерной академии Республики Казахстан 6

У.С. Карабалин, А.К. Тукаев.
Развитие нефтегазовой отрасли Казахстана в контексте современных проблем 10

Кайрат Адилбеков:
АО «Эмбамунайгаз»: у истоков Отечественной нефтегазовой отрасли 25

ГЕОЛОГИЯ

Н.Г. Матлошинский, К.А. Адилбеков.
Углеводородные системы – основа стратегии успешных поисков месторождений нефти и газа (на примере Прикаспийской впадины) 32

Т.Р. Ахмедов.
Перспективы освоения выработанных месторождений юга, юго-востока Абшеронского полуострова по данным сейсморазведки 3Д 47

А.Е. Абетов, О.В. Коломацкая.
Прикаспийская впадина: применение программного обеспечения GeoTeric для выделения систем тектонических нарушений и зон трещиноватости в турнейских сложнопостроенных коллекторах 62

ДОБЫЧА

О.С. Герштанский.
Повышение нефтеотдачи на неглубокозалегающих месторождениях: опыт последних лет, новые способы, инновационные технологии 74

Е.Ш. Сейтхазиев, Г.Г. Елтай, Ш.С. Пангереева, Н.Д. Сарсенбеков.
Количественное распределение нефти совместно добывающих скважин на месторождении Узень с использованием геохимических исследований. 87

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ GALEX

A.I. Bazhal, A.M. Barak.
SWELT – technology of wave enhanced transportation of viscous and ultraviscous oil via pipelines 114

Н.К. Надиров.
Продвижение в Казахстане 123

ЭКОЛОГИЯ

Разрабатывая недра с заботой о природе («Карачаганак Петролиум Оперейтинг Б.В.») 127

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Воробьев А.Е.
Современная практика цифровизации нефтепромыслов в АО «Эмбамунайгаз» 131

Питолин Е.
Кибератаки на промышленные объекты в 2019 г. 142

НАЗНАЧЕНИЯ

Мирзагалиев М.М. 145

СОБЫТИЯ

Б.М. Куандыков.
10 лет КОНГ 146

НОВОСТИ КОНГ 151

НОВЫЕ КНИГИ КОНГ 154

НЕФТЕГАЗОВЫЙ СЕКТОР КАЗАХСТАНА 155

НОВОСТИ НЕФТЯНЫХ КОМПАНИЙ МИРА 159

CURRENTLY TOPICAL

N.K. Nadirov.
«Clean Air to Cities» – an energy-ecological initiative of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan 6

U.S. Karabalin A.K. Tukayev.
Development of the oil and gas industry of Kazakhstan in the context of modern problems 10

Kairat Adilbekov:
Embamunaigas JSC: at the origins of the domestic oil and gas industry.....25

GEOLOGY

N.G. Matloshinsky, K.A. Adilbekov.
Hydrocarbon systems – the basis of the strategy of successful oil and gas deposit searches (on the example of the Pre-Caspian Depression) 32

T.R. Akhmevod.
Prospects of mature field development of the south and southeast of the Absheronsky Peninsula in accordance with 3d seismic survey data 47

A.YE. Abetov, O.V. Kolomatskaya.
Pre-Caspian depression: the use of GeoTeric software to trace systems of tectonic faults and fracture zones in Tournaisian complexly-built collectors 62

PRODUCTION

O.S. Gershtansky.
Enhanced oil recovery at shallow deposits: recent years experience, new methods, innovative technologies 74

Ye.Sh. Seytkhaziyev, G.G. Yeltay, Sh.S. Pangereyeva, N.D. Sarsenbekov.
Quantitative distribution of oil jointly producing wells at the Uzen field using geochemical studies. 87

GALEX INNOVATIVE TECHNOLOGIES

A.I. Bazhal, A.M. Barak.
SWELT – technology of wave enhanced transportation of viscous and ultraviscous oil via pipelines 114

N.K. Nadirov.
Promotion in Kazakhstan.....123

ECOLOGY

Developing the subsoil with care for nature (Karachaganak Petroleum Operating B.V) ...127

DIGITAL TECHNOLOGIES

Vorobyev A.Ye.
Modern practice of digitalization of oil fields at Embamunaigas JSC 131

Pitolin Ye.
Cyber attacks on industrial facilities in 2019.....142

APPOINTMENTS

Mirzagaliyev M.M......145

EVENTS

B.M. Kuandykov.
KONG turns 10.....146

KONG NEWS.....151

KONG NEW BOOKS 154

OIL AND GAS SECTOR OF KAZAKHSTAN 155

NEWS OF WORLDWIDE OIL COMPANIES.....159

УДК:551.242:004.4

ПРИКАСПИЙСКАЯ ВПАДИНА: ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ GEOTERIC ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ СИСТЕМ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ И ЗОН ТРЕЩИНОВАТОСТИ В ТУРНЕЙСКИХ СЛОЖНОПОСТРОЕННЫХ КОЛЛЕКТОРАХ

А.Е. АБЕТОВ[1],
доктор геол.-мин. наук,
профессор,
зав. кафедрой «Геофизика»

О.В. КОЛОМАЦКАЯ[2]*,
магистрант кафедры
«Геофизика»,
геофизик

[1]Satbayev University,
Республика Казахстан, 050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

[2]ТОО «ReservoirEvaluationServices»
Республика Казахстан, 050044, г. Алматы, ул. Ахмедиярова, 24

В экспериментальном порядке изучены возможности современного программного обеспечения по выделению и трассированию тектонических нарушений и зон трещиноватости в турнейских отложениях одного месторождения углеводородов в Прикаспийской впадине.

В программном обеспечении GeoTeric, в автоматическом режиме были экстрагированы тектонические нарушения, тектонические нарушения и зоны трещиноватости из кубов цветового суммирования и спектральной декомпозиции, полученные по данным сейсморазведки МОГТ 3Д.

Наблюдается высокая степень корреляции параметров трещинной пористо-

*Автор для переписки. E-mail: olga.kolomatskaya@reservoir.kz

сти, определенных с использованием различных методов скважинной геофизики и лабораторных исследований (акустический каротаж, лабораторные анализы керна, интерпретация данных FMI) с латеральным распределением значений куба плотности трещинных коридоров по данным сейсморазведки МОГТ 3D.

***КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**: Прикаспийская впадина, турнейский ярус, пласт-коллектор, тектонические нарушения, трещиноватость, сейсморазведка МОГТ 3Д, динамический анализ.*

КАСПИЙ МАҢЫ ОЙПАТЫ: ТЕКТОНИКАЛЫҚ БҰЗЫЛУЛАР ЖҮЙЕЛЕРІН ЖӘНЕ ТУРНЕ КҮРДЕЛІ САЛЫНҒАН КОЛЛЕКТОРЫНДАҒЫ ЖАРЫҚШАҚТЫҚ АЙМАҚТАРЫН БЕЛГІЛЕУГЕ АРНАЛҒАН GEOTERIC БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАСАҚТАМАНЫ ҚОЛДАНУ

А.Е. АБЕТОВ[1], Satbayev University «Геофизика» кафедрасының меңгерушісі, геол.-мин. ғыл. докторы, профессор
О.В. КОЛОМАЦКАЯ[2]*, Satbayev University «Геофизика» кафедрасының магистранты, «Reservoir Evaluation Services» ЖШС геофизигі

[1]Satbayev University,
Қазақстан Республикасы, 050013, Алматы қ. Сәтпаев к-сі 22

[2]«Reservoir Evaluation Services» ЖШС,
Қазақстан Республикасы, 050044, Алматы қ. Ахмедияров к-сі 24

Каспий маңы ойпатындағы бір көмірсутегі кен орнының турне түзілімдерінде тектоникалық бұзылулар мен жарықшақтық аймақтарын белгілеу және трассалау бойынша заманауи бағдарламалық жасақтаманың мүмкіндіктері эксперименталды түрде зерттелді.

Geoteric бағдарламалық жасақтамада тектоникалық бұзылулар, түсті жинақтау текшесі мен спектрлік декомпозициядан ОТНӘ 3Д сейсмикалық барлау деректеріне сәйкес алынған тектоникалық бұзылулар және жарықшақтық аймақтар автоматты түрде алынып тасталынды.

ОТНӘ 3Д сейсмикалық барлау деректеріне сәйкес жарықшақтық дәліздердің тығыздық текше мәндерін латералды үлестірумен ұңғымалық геофизиканың әр түрлі әдістерімен және зертханалық зерттеулер (акустикалық каротаж, жынысөзекті зертханалық талдаулар, FMI деректерін интерпретациялау) арқылы анықталған жарықшақ кеуектіктің параметрлерінің жоғары дәрежедегі корреляциясыбайқалады.

***НЕГІЗГІ СӨЗДЕР:** Каспий маңы ойпаты, турне жіккабаты, қабат-коллектор, тектоникалық бұзылулар, жарықшақтық, ОТНӘ 3Д сейсмикалық барлау, динамикалық талдау.*

PRE-CASPIAN DEPRESSION USE OF GEOTERIC SOFTWARE TO MARK OFF TECTONIC FAULT SYSTEMS AND FRACTURE ZONES IN TOURNAISIAN COMPLEX-CONSTRUCTED COLLECTORS

A.Ye. ABETOV[1], Head of «Geophysics» Department of Satbayev University, Doctor of Geology and Mineralogy Sciences, Professor
O.V. KOLOMATSKAYA[2]*, graduate student of «Geophysics» Department of Satbayev University, geophysicist of «Reservoir Evaluation Services» LLP

[1]Satbayev University,
Republic of Kazakhstan, 050013, Almaty, 22 Satpaev st.,

[2] «Reservoir Evaluation Services» LLP,
Republic of Kazakhstan, 050044, Almaty, 24 Akhmediyarov st.,

The possibilities of modern software for marking off and tracing tectonic faults and fracture zones in Tournaisian deposits of one hydrocarbon field in the Pre-Caspiandepression are studied experimentally.

Tectonic faults and fracture zones were extracted from the color-adding and spectral decomposition cubes, obtained from the 3D CDPM seismic survey data in the automatic mode of GeoTeric software.

There is a high degree of correlation of fracture porosity parameters determined using various methods of borehole geophysics and laboratory studies (acoustic logging, laboratory core analyzes, interpretation of FMI data) with lateral distribution of cube density values of fracture corridors according to 3D CDPM seismic survey data.

KEY WORDS: *Pre-Caspian Depression, Tournaisian stage, reservoir bed, tectonic faults, fracturing, 3D CDPM seismic survey, dynamic analysis.*

Освоение сложно-построенных резервуаров углеводородов, обладающих развитыми системами тектонических нарушений и зон интенсивной трещиноватости – это приоритетная задача современного геологоразведочного процесса. Ключевая роль в решении этой задачи отводится построению объемной геологической модели по данным сейсморазведки МОГТ–3D.

Собственно построение объемной геологической модели состоит из двух этапов. Первый – это построение структурного каркаса месторождений углеводородов (УВ) с элементами тектонических нарушений. Второй – это определение фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и литофаций, заполняющих этот каркас горных пород.

Построение структурного каркаса месторождений УВ и нефтегазоперспективных площадей включает в себя идентификацию разделяющих пласты границ на основе изменения значений акустических жесткостей геологической среды и выявление плоскостей тектонических нарушений, определяющих фрагментацию объектов моделирования.

Построение границ в каркасной модели в современном программном обеспечении не представляет особых сложностей, особенно если имеются данные бурения, а акустический импеданс обладает стабильно высокими значениями вдоль отражающих границ.

Ситуация осложняется в зонах тектонических нарушений и развития трещиноватости, которые критически важны на всех этапах геологоразведочного процесса, начиная от геологического моделирования и расчетов прогнозной добычи УВ и заканчивая планированием проектных траекторий скважин.

Для решения этой задачи были разработаны, внедрены и широко используются в настоящее время автоматические (полуавтоматические) методы прослеживания горизонтов, тектонических нарушений и зон трещиноватости, которые базируются на применении поверхностных и объемных сейсмических атрибутов, кубов когерентности и спектральной декомпозиции по данным сейсморазведки МОГТ–3Д [1–4].

В ходе их применения оценивается регулярность и прерывистость сейсмических волновых пакетов отраженных волн, которые характеризуют присутствие тектонических нарушенийи зон трещиноватости. При этом наиболее достоверные результаты интерпретации предполагают наличие данных полноазимутальных полевых сейсморазведочных работ с регистрацией продольных и поперечных волн (3С) [1–4].

Большое значение здесь имеют скважинные данные, по которым имеются результаты макроописания керна и лабораторных анализов образцов керна с определением ориентации трещиноватости, по которым можно откалибровать геометрические, частотные и амплитудные характеристики сейсмического куба, с целью прогноза латерального распределения зон трещиноватости и трещинных коридоров. Под зонами трещиноватости понимаются линейно-вытянутые участки с интенсивным характером нарушенности когерентности отраженных волн, генерируемых деформированными геологическими средами.

Полученные результаты сопоставляются с результатами оценки наличия дискретных трещин и зон трещиноватости по скважинным данным. В состав последних желательно включать методы дипольного акустического каротажа, акустического и электрического скважинных сканеров.

В настоящее время мировые лидеры сервисных компаний достигли очевидного прогресса в разработке программ автоматического и полуавтоматического экстрагирования тектонических нарушений и зон трещиноватости.

Так, к примеру, к числу эффективных программных обеспечений с полным основанием можно отнести Geo Teric, в котором для прослеживания тектонических нарушений рассчитывается ряд кубов цветового суммирования и спектральной декомпозиции. Это разработка компании Foster Findlay Associates, представляющей программные решения для сейсморазведки МОГТ–3Д анализа в нефтегазовой отрасли по всему миру.

Программа Geo Teric эффективно сочетает в себе объективный анализ данных и интерпретацию на основании опыта и знаний интерпретатора.

В качестве демонстрации возможностей этого программного обеспечения по одному из месторождений Прикаспийской впадины по подсолевым отложениям куб спектральной декомпозиции был совмещен с результирующим кубом основных тектонических нарушений, прослеженных в ручном режиме в программном пакете Geographix Discovery.

Результаты сравнительного анализа показывают, что все основные тектонические нарушения, прослеживаемые по кубам спектральной декомпозиции и выделенные вручную, пространственно совмещаются *(рисунок 1)*.

Кроме куба основных тектонических нарушений в программном обеспечении GeoTeric можно рассчитать куб распространения зон трещиноватости (трещинных коридоров) путем сокращения числа итераций очистки и уменьшения длины фильтров при выявлении зон трещиноватости по CMY (Cyan Magenta Yellow) – кубу цветовой суммы *(рисунок 2)*.

На срезе куба трещинных коридоров с наложенными тектоническими нарушениями, выделенными в ручном режиме в программном пакете Geographix Discovery, контрастно проявляется вариабельность распределения этих коридоров

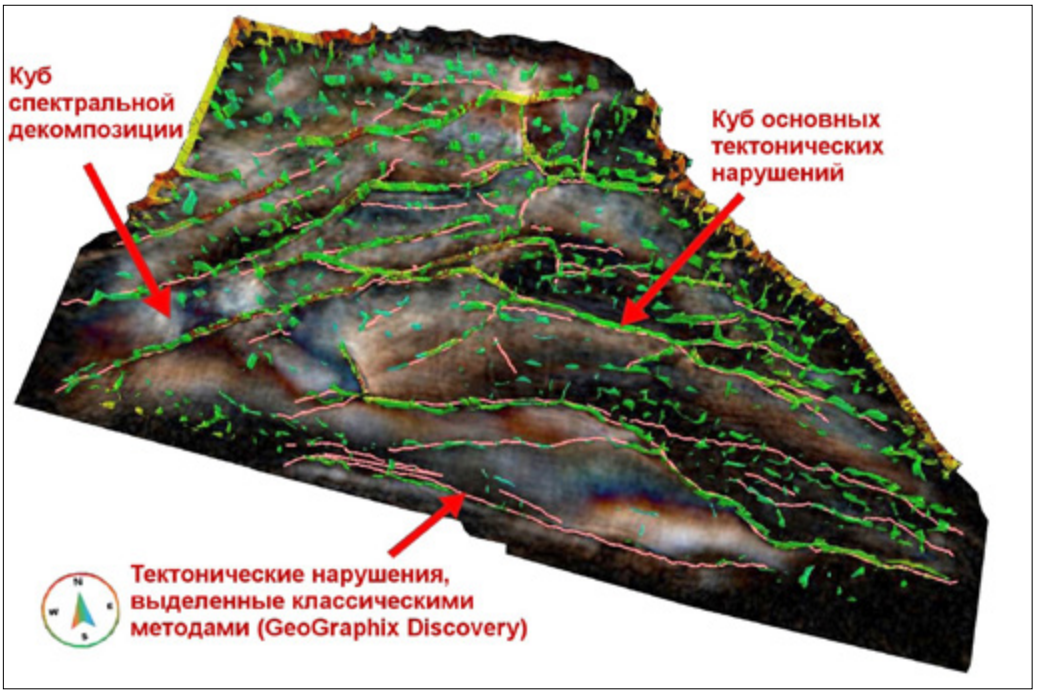

Рисунок 1 – **Тектонические нарушения, выделенные вручную (розовый цвет) и по кубу спектральной декомпозиции (зеленый цвет), горизонт C_1t (15Hz, 17Hz, 20Hz)**

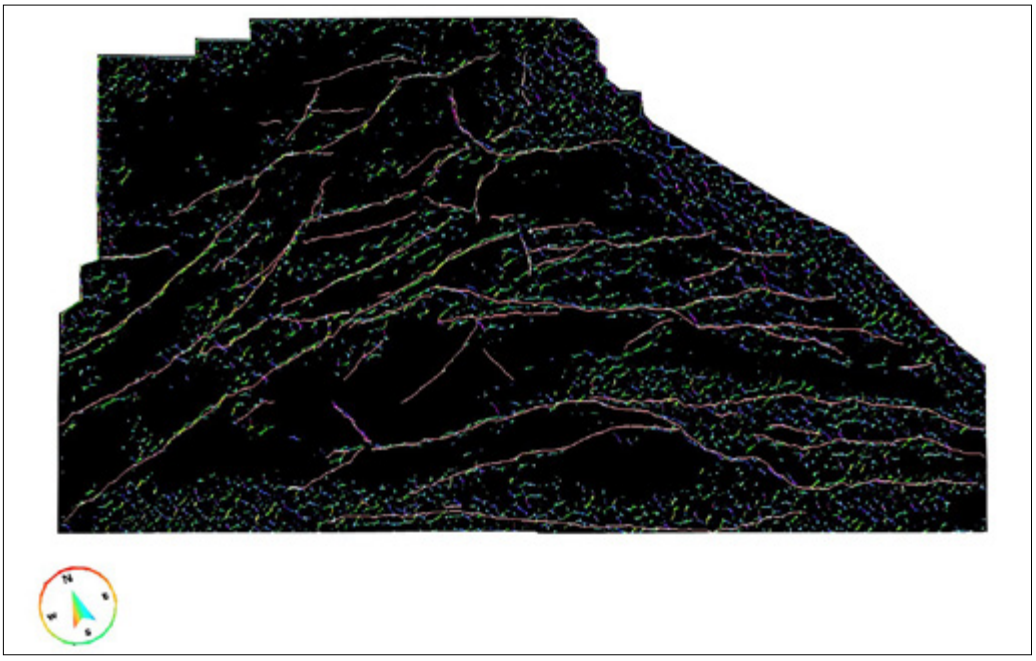

Рисунок 2 – **Визуализация трещинных коридоров с наложенными тектоническими нарушениями, выделенными в ручном режиме (розовый цвет) по горизонту C_1t**

по площади в полосе развития основных тектонических нарушений. Вместе с тем, на отдельных участках основных тектонических нарушений зоны трещиноватости не проявляются *(рисунок 2)*.

Имеющееся несовпадение развития трещинных коридоров с независимо выделенными тектоническими нарушениями *(рисунок 3)* можно рассматривать как прямое свидетельство объективности плотности распространения трещиноватости на данном срезе глубин.

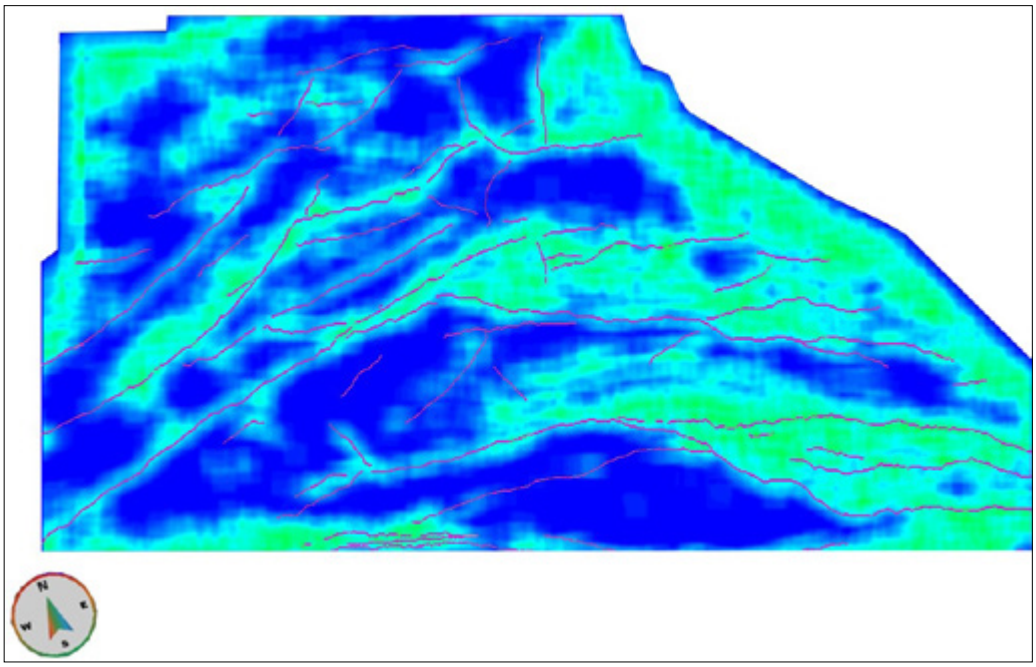

Рисунок 3 – **Визуализация плотности трещинных коридоров с наложенными тектоническими нарушениями, выделенными в ручном режиме (розовый цвет) по горизонту C_1t**

В противном случае, при полном совпадении участков повышенной плотности трещинных коридоров с положением всех тектонических нарушений, выделенных в ручном режиме, можно было бы полагать, что они отражают только визуально видимую картину их развития, исключая распространение тектонических нарушений с амплитудой за пределами разрешающей способности сейсморазведки МОГТ–3D.

В целях оценки достоверности полученных результатов интерпретации по сейсмическим данным в исследуемом интервале глубин (горизонт C_1t) были привлечены результаты лабораторного анализа образцов керна, данные ГИС (геофизические исследования скважин) и бурения (поглощение промывочной жидкости, увеличение скорости бурения и др.).

Необходимо отметить, что исследование образцов керна, помимолитолого-петрографической, биостратиграфической характеристик, фильтрационно-емкостных свойств, включало также изучение возможного присутствия трещин.

Отобранные образцы керна в кровле отложений C_1t представлены известняками и доломитами плотными слабопористыми и пористыми с редкими кавернами, стилолитизированными трещиноватыми. В разрезе отмечаются маломощные прослои глинистых пород.

Поры, в основном, межфрагментарные, реже внутрифрагментарные и выщелачивания. Трещины субгоризонтальные, субвертикальные шириной до 3,0мм.

В результате лабораторных исследований образцов керна были определены следующие параметры:

- величина раскрытости трещин;
- плотность трещин;
- коэффициент трещинной пористости;
- направленность и форма трещин (субвертикальные, субгоризонтальные);
- газопроницаемость.

Качественное и количественное подтверждение рассчитанных кубов распространения трещинных коридоров (на качественном уровне) и плотности трещинных коридоров (количественный уровень) получено путем их сопоставления с результатами определения трещинной пористости по скважинным данным.

В качестве исходных параметров были использованы результаты:

- расчетов трещинной пористости, определения количества и направления трещин по данным дипольного акустического каротажа (методики ВНИИГИС, ВНИИЯГ); акустического и электрического скважинных сканеров;
- прямого определения трещинной пористости в лабораторных условиях на образцах керна;
- выявления трещиноватости при макроописании керна.

Сопоставление среза в интервале 10мс (около 30 м) от кровли горизонта C_1t по кубу средних значений трещинных коридоров с результатами оценки величины средней трещинной пористости для турнейских отложений по материалам ГИС (по методике ВНИИЯГ) показало четкую корреляционную зависимость расположения скважин с увеличенными значениями средней трещинной пористости на участках с нарушенностью когерентности сейсмических отражающих волн.

И, наоборот, скважины с низкой трещинной пористостью в анализируемом интервале разреза обособляются на участках с регулярным характером волновой картины *(рисунок 4)*.

Корреляционная связь участков с увеличенной либо пониженной трещиноватостью по исследуемому интервалу глубин, выявленных по данным сейсморазведки и ГИС, приобретает более контрастные формы при использовании куба плотности трещинных коридоров. При этом коэффициент корреляции превышает значение 0,8 *(рисунок 5–6)*.

Сопоставление куба плотности трещинных коридоров с результатами оценки трещинной пористости по ГИС, оцененной с использованием другой методики – ВНИИЯГ, показывает аналогичный тренд с высокими значениями коэффициентов корреляции *(рисунок 7)*.

Результаты лабораторных анализов трещинной пористости по керну также хорошо коррелируются со значениями куба плотности трещинных коридоров

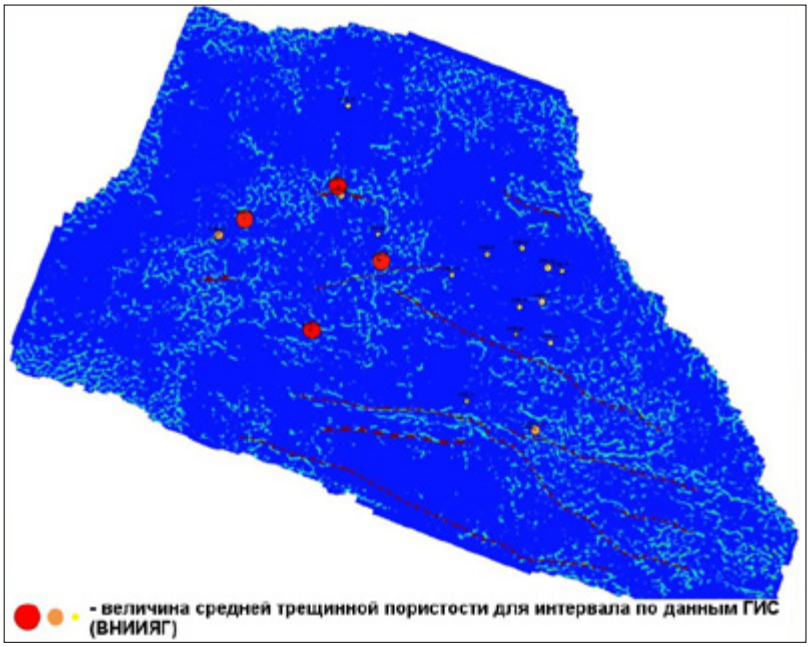

Рисунок 4 – **Распределение средних значений трещинных коридоров в интервале 10 мс от кровли горизонта C_1t с наложенными скважинами, в которых была рассчитана трещинная пористость по методике ВНИИЯГ**

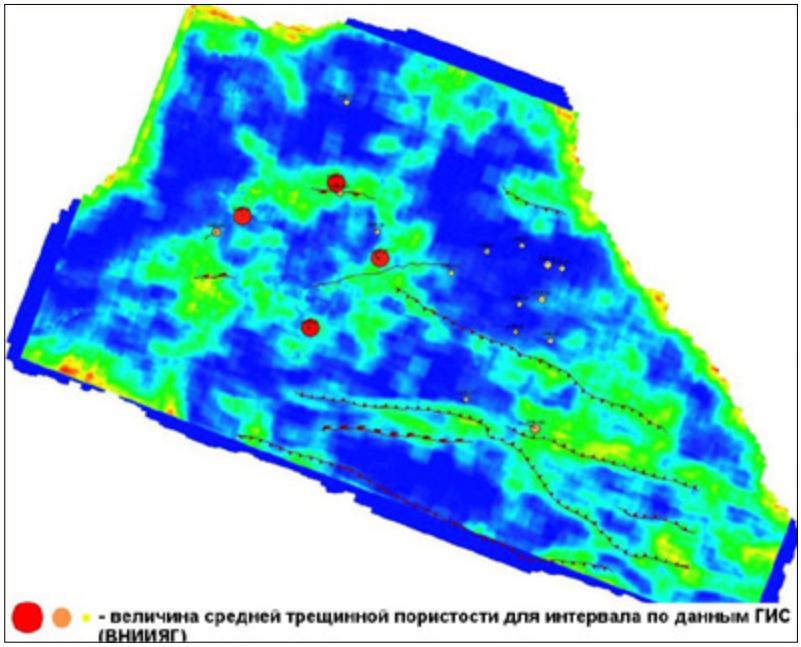

Рисунок 5 – **Распределение средних значений плотности трещинных коридоров в интервале 10 мс от кровли горизонта C_1t с наложенными скважинами, в которых была рассчитана трещинная пористость по методике ВНИИЯГ**

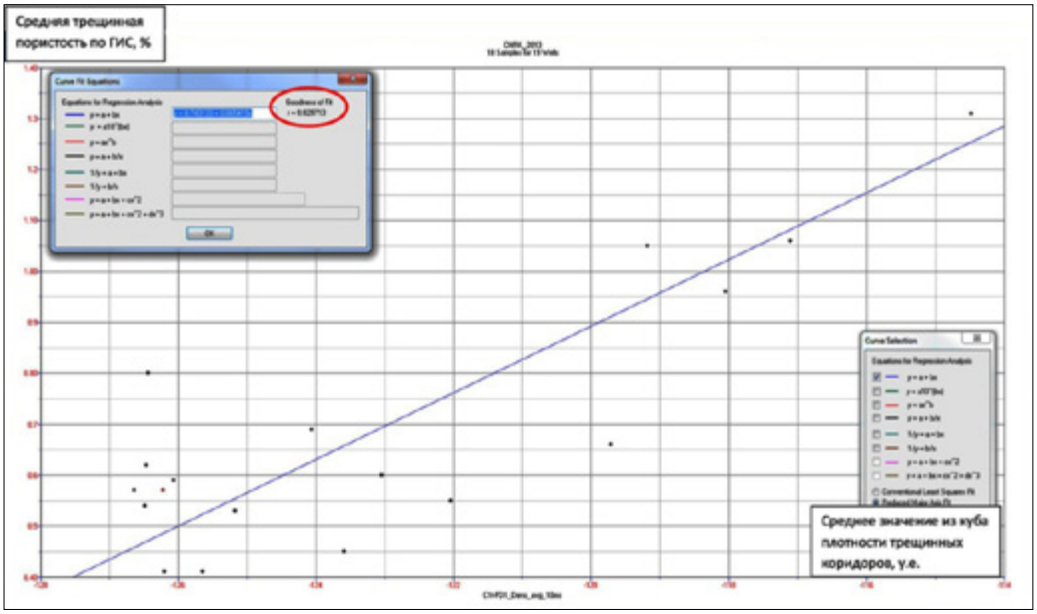

Рисунок 6 – **Сопоставление средних значений плотности трещинных коридоров в интервале 10 мс от кровли горизонта C_1t и средних значений трещинной пористости для данного интервала по данным ГИС, рассчитанных по методике ВНИИГИС**

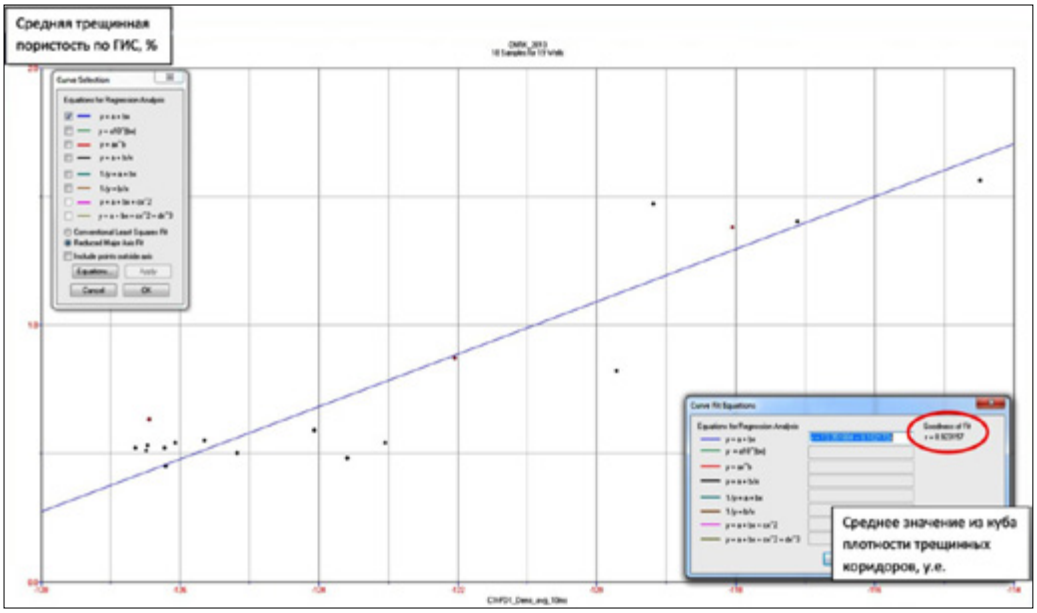

Рисунок 7 – **Сопоставление средних значений плотности трещинных коридоров в интервале 10мс от кровли горизонта C_1t и средних значений трещинной пористости для данного интервала по данным ГИС, рассчитанных по методике ВНИИЯГ**

(выделенных по сейсмическим данным) как при качественном, так и при количественном сравнении.

Кроме использования объемных атрибутов, для оценки трещиноватости часто применяют анализ кривизны поверхности отражающих горизонтов [5].

Сопоставление средних значений трещинной пористости по ГИС с результатами распределения сейсмического атрибута кривизны поверхности горизонта C_1t показывает практически идентичные значения распространения трещинных коридоров, что подтверждает выявленные ранее закономерности *(рисунок 8)*.

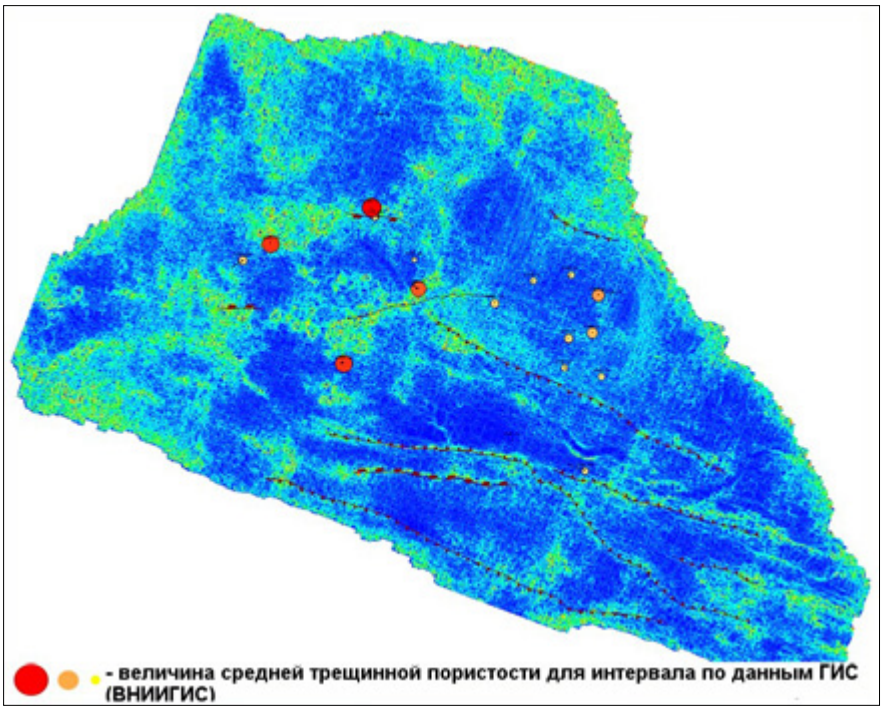

Рисунок 8 – **Распределение сейсмического атрибута минимальной кривизны по горизонту C_1t**

Для оценки преобладающих направлений трещинных коридоров был рассчитан куб трендов их направлений, в котором цветом кодируется направление протяженных участков с нарушенной корреляцией сейсмического волнового поля *(рисунок 9)*.

Числовое значение цветового градиента 8-ми битной цветовой палетки 0–255 в данном кубе было пересчитано в числовое значение градусов направления трещинных коридоров 0–3600. Для каждой скважины в радиусе 100 метров было рассчитано среднее преобладающее направление, которое в значительной степени коррелируется с преобладающим азимутом по результатам интерпретации FMI *(рисунок 10)*.

Несмотря на неидентичные величины трещинной пористости по ГИС при оценке различными методами (ВНИИГИС и ВНИИЯГ) закономерности пространственного распределения этой пористости в различных скважинах, вскрывших турнейские отложения, сохраняются независимо от методики оценки.

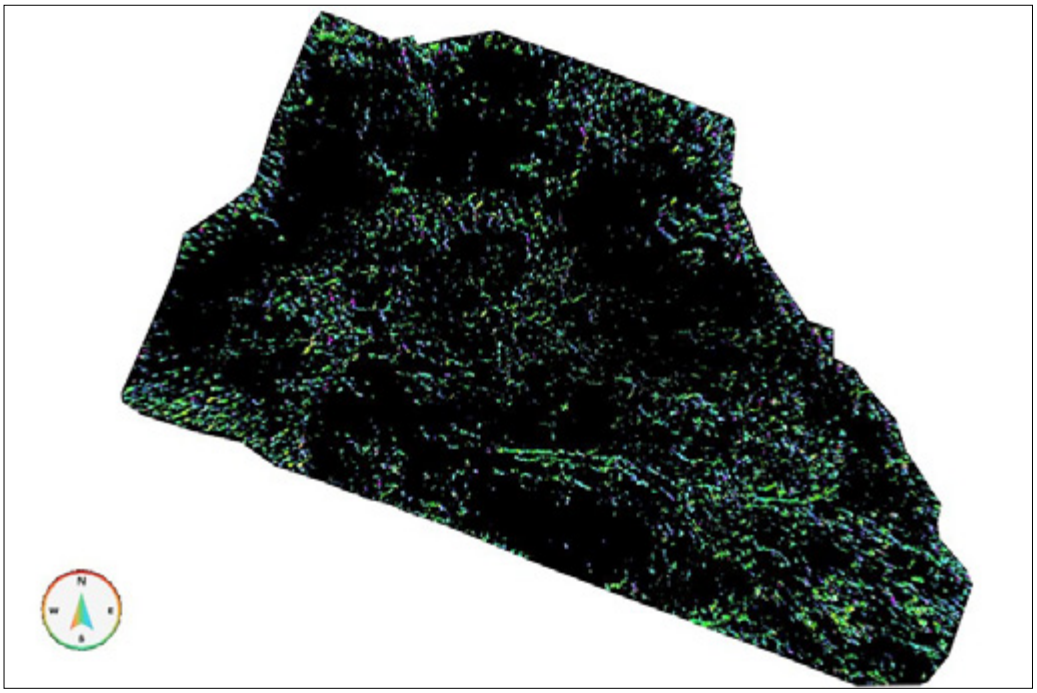

Рисунок 9 – **Срез куба трендов направлений трещинных коридоров в интервале 40 мс от кровли горизонта C_1t (цвет кодирует направление)**

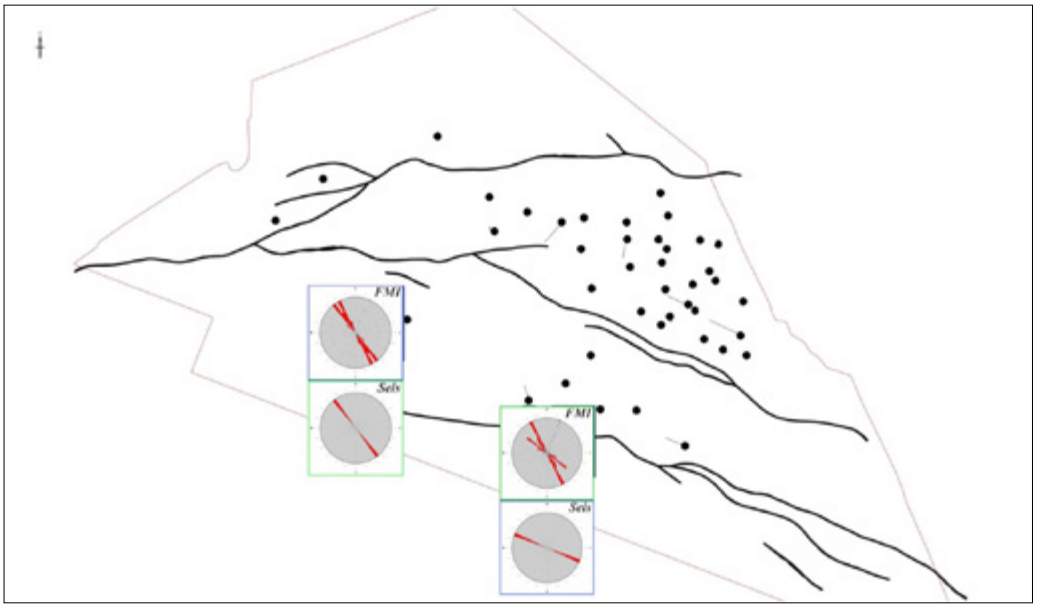

Рисунок 10 – **Ориентированность направлений средних значений трещинных коридоров в интервале 40 мс от кровли горизонта C_1t и замеров азимута трещин по данным интерпретации каротажа FMI в скважинах в том же интервале**

К слову сказать, латеральное распределение плотности трещинных коридоров хорошо согласуется с направлением движения пластовых вод в ходе эксплуатации турнейской залежи.

Таким образом, результаты выполненных исследований показывают, что для турнейских отложений наблюдается высокая степень корреляции параметров трещинной пористости, определенных с использованием различных методов скважинного и лабораторного анализа (акустический каротаж, лабораторные исследования керна, интерпретация данных FMI) с латеральным распределением значений куба плотности трещинных коридоров по данным сейсморазведки МОГТ–3D.

ЛИТЕРАТУРА

1 Птецов С.Н., Чайковская Э.В., Алексахин Ю.Г. и др. Прогнозирование зон трещиноватости в карбонатных резервуарах по данным 3Д сейсморазведки, специальным методам ГИС, керна и ГДИ // Тезисы докладов 12–й международной научно-практической конференции «Геомодель – 2012». Россия. Геленджик. 13–17 сентября 2010г. [Ptecov S. N., Chaykovskaya E. V., Aleksakhin, Y. G. etal. Prediction of fracture zones in carbonate reservoirs according to the 3D seismic survey, special methods of well logging, core and DRO // Abstracts of 12–th international scientific-practical conference «Geomodel – 2012». Russia. Gelendzhik. 13–17 September, 2010]

2 Птецов С.Н., Чайковская Э.В. Геофизическое обоснование прогнозирования трещиноватости по данным сейсморазведки 3Д, ГИС, ГДИ и керна // Тезисы докладов конференции Сочи–2011. [Ptecov S.N., Chaikovskaya E.V. Geophysical substantiation of fracture prediction based on 3D seismic data, GIS, GDI and core // Abstracts of Sochi–2011 conference..]

3 Птецов С.Н., Евсюков В.Г. Прогноз трещиноватости на основе тектонической интерпретации данных 3Д сейсморазведки, ВАК и FMI. Оценка достоверности прогнозов новыми скважинами // Тезисы доклада третьей международной научно-практической конференции для геологов и геофизиков «Калининград–2013». Россия. Калининград. 27–31 мая 2013г. [Ptecov S.N., Evsyukov V.G.Prediction of fracture based on the tectonic interpretation of data 3D seismic surveys, HAC and FMI. Estimation of reliability of forecasts by new wells // Abstracts of reports of the third international scientific-practical conference for geologists and geophysicists «Kaliningrad–2013». Russia. Kaliningrad. 27–31 may 2013.]

4 Птецов С.Н. Опыт прогнозирования плотности трещин в карбонатных резервуарах Тимано-Печерского региона по данным 3Д сейсморазведки и спец. методов ГИС. // Научно-образовательная лекция в Институте физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН. Москва. – 2014г. [PtecovS.N.Experience in predicting crack density in carbonate reservoirs of the Timan-Pechora region according to 3D seismic data and spec. GIS techniques. // Scientific and educational lecture at the Institute of physics of the Earth. O. Yu. Shmidta RAN. Moscow, 2014.]

5 Левянт В.Б., Козлов Е.А., Хромова И.Ю. Методические рекомендации по использованию данных сейсморазведки для подсчета запасов углеводородов в условиях карбонатных пород с пористостью трещинно-каверного типа. М.: ЦГЭ,2010. – 250с. [Levyant V.B., Kozlov E.A., Hromova I.Y.Guidelines for the use of seismic data for the calculation of hydrocarbon reserves in carbonate rocks with porosity of the fractured-cavern type. M.: CGE, 2010. – 250 p.]