

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ ЮРСКИХ И ДОЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

GEOLOGIC REASONS OF OIL AND GAS CONTENT IN DEEPSEATED JURASSIC AND PRE-JURASSIC DEPOSITS OF THE NORTHERN PART OF WEST SIBIRIAN

УДК 553.98.01

В.Л.ШУСТЕР

А.Д. ДЗЮБЛО

V.L.SHUSTER

A.D.DZUBLO

Главный научный сотрудник Института Проблем нефти и газа РАН.
Доктор г-м наук, проф., академик РАЕН
Профессор Российского государственного университета нефти и газа имени И.М.Губкина. Доктор г-м наук
Chief research worker (Institute of oil and gas problems of Russian Academy of Sciences), professor, Ph.D.Sci (geology), Academician of RAEN
Professor of the Gubkin Russian State University of oil and gas, Ph.D.Sci (geology).

Москва
tshuster@mail.ru
dzyublo.a@gubkin.ru

Moscow

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

север Западной Сибири, нефть, газ, фундамент, отложения палеозоя, триаса, юры, перспективные на нефть объекты

KEYWORDS:

The Northern part of the West Siberian, oil, gas, basement, cover, Paleozoic, Triassic, Jurassic, petroleum – promising objects

Рассмотрены особенности геологического строения глубоких горизонтов северной части Западной Сибири, включая Обско-Тазовскую губу и Западно-Ямальский шельф Карского моря. Обоснован прогноз нефтегазоносности фундамента и глубокозалегающих отложений синеклизы.

The geologic structure of deep-seated horizons of the northern part of the West Siberian geosyncline, including Obsko-Tazovskaja guba and West-Jamalsky shelf of the Kara Sea is considered. New petroleum – promising objects have been revealed in the basement and deep-seated horizons of the geosyncline cover.

На фоне общего падения запасов нефти и газа в юрско-меловом комплексе Западной Сибири все большее внимание геологической общественности привлекает изучение нефтегазоносности глубоких горизонтов. На севере Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), включая Обско-Тазовскую губу и Западно-Ямальский шельф Карского моря, на 1.1.2009г. выявлено 2689 залежей углеводородов (УВ) на 228 месторождениях. Абсолютное большинство этих залежей открыто в сеноманском, апт-альбском, неокомском и верхнеюрском комплексах. В то же время, признаваемые перспективными нижнесреднеюрские, триасовые, палеозойские (в том числе, фундамент) комплексы отложений, залегающие на относительно больших глубинах, изучены крайне слабо или вообще не изучены. Так, в палеозойских отложениях открыта только одна газоконденсатная залежь на Новопортовском месторождении. В триасе залежей не открыто, в нижней юре открыто семь залежей (четыре – на Бованенковском, по одной на Малыгинском, Северо-Вынгапурском и Ярудейском месторождениях).

Разрез нижней юры на территории ЯНАО вскрыт более, чем 300 скважинами, из них 150 скважинами вскрыты доюрские отложения, осадочный триас – 13 скважинами [1].

Чтобы сориентировать поисково-разведочные работы по глубокозалегающим (нижнеюрским и доюрским) объектам необходимо оценить их перспективы нефтегазоносности, т.е. выявить благоприятные геологические предпосылки.

С этой целью проанализированы фактические материалы сейсморазведки и бурения, а так же опубликованные работы последних лет по северной части Западной Сибири.

Сделана попытка оценить характер пород-коллекторов и флюидоупоров, типы ловушек, геохимическую характеристику разреза юрских и доюрских отложений и их нефтегазогенерационный потенциал, а так же глубины залегания перспективных горизонтов и эффективность освоения возможных залежей газа, нефти и конденсата.

Проблеме изучения геологического строения глубокозалегающих отложений этого региона посвящены работы ряда исследователей Западной Сибири (В.С. Бочкарева, А.М. Брехунцова, Ю.А. Евлахова,

Н.П. Запывалова, М.С. Зона, И.И. Нестерова, А.Э. Конторовича, К.А. Клещева, И.А. Плесовских, В.А. Скоробогатова, В.С. Суркова, В.В.Черепанова, В.С.Шеина, Г.Г. Шемина и других).

К новым перспективным объектам отнесены: образования коры выветривания и зоны разуплотнения внутри толщи пород фундамента; базальные слои нижней и средней юры и отложения палеозоя чехольного типа; зоны выклинивания юрских горизонтов; отложения осадочного триаса и вулканогенно-осадочные породы триаса, выполняющие грабенообразные впадины (к ним приурочено Рогожниковское нефтяное месторождение в ХМАО).

Образования фундамента на севере Западной Сибири представлены глинистыми и кремнистыми сланцами, базальтами, метаморфизованными известняками. По данным бурения сверхглубоких скважин СГ-6 и СГ-7 установлено: наличие пород – коллекторов до глубины 7 км, в том числе, в магматических и метаморфических образованиях; флюидоупоров; высокая газонасыщенность разреза в триас-юрских отложениях. Дан прогноз глубинной границы существования нефтей (4,7-5,0 км). ►

По данным геохимических исследований по ХМАО (В.Л. Шустер, С.А. Пунанова, 2011) аналогичная граница установлена на глубине 4,2 км.

Основными поисковыми объектами в образованиях фундамента являются коры выветривания и зоны разуплотнённых трещинно-кавернозных пород, которые приурочены к разломным участкам. Этаж нефтеносности на наиболее крупных нефтяных месторождениях мира в ловушках фундамента может достигать нескольких сотен метров (до 2 км на месторождении Белый Тигр, Вьетнам) [2]. Такие площади, где трещинно-кавернозные образования залегают на достижимых для бурения глубинах, имеются на севере Западной

Сибири: Восточно-Милицкая на юго-западном борту Надым-Тазовской синеклизы, Большой Уренгой, Паютовское и Витовское поднятия, расположенные на Южно-Обском участке Обской губы, вблизи Новопортовского месторождения (где из палеозойских отложений получен промышленный приток газоконденсата). Следует учитывать, что зоны развития коллекторов в трещинно-кавернозных породах фундамента распределены крайне неравномерно как по площади, так и по разрезу. Зачастую породы-коллекторы и нефтяные поля в ловушках фундамента залегают на значительных глубинах от поверхности (например, на 500 м ниже на северном своде месторождения Белый Тигр)

[2] или отсутствие проницаемых пород на приподнятых участках на Новопортовском и Варьёганском месторождениях Западной Сибири [1].

Отложения палеозоя чехольного типа развиты на востоке Западной Сибири и залегают ниже сейсмического горизонта А – подошва мезозойско-кайнозойских отложений. Мощность палеозойских осадочных отложений здесь 2-4,5 км (В.С. Бочкарев и др., 2007). Они вскрыты единичными скважинами и сложены филлитами, кристаллическими сланцами и гнейсами на Костровской, Ермаковской и Медвежьей площадях и осадочными отложениями (карбонаты и терригенные углестые) в Гыдано-Енисейском бассейне. ►

Возраст и тип отложений	№№ скв.	Минералогическая и структурная характеристика отложений	Наличие трещин	Характерные особенности
Новопортовское месторождение				
Кора выветривания	93	гравелит с обломками доломита	трещиноватый	карбонатно-глинистый цемент
	130	гравелит плотный из гальки, кварца и полевого шпата		
	134	брекчия из песчаника, сильно раздробленная		
	216	выветрелый доломит	сильно трещиноватый	
Девон и карбон (D+C)	93, 99	доломит известковистый, доломит доломитизированный, известняк, известняк массивный, скрытокристаллический, плотный, крепкий	трещиноватые, сильно-трещиноватые, трещины заполнены кальцитом., разнонаправленные, под углом 45-60°, открытые и закрытые	прожилки, включения кальцита и сидерита (скв.179), прослой базальта (скв.99)
	103, 124			
	129, 131			
	136, 179			
	93	известняк мрамороподобный	трещиноватый, трещины заполнены кальцитом	
303, 305	метаморфизированный доломит массивный, крепкий	сильно трещиноватый трещины разнонаправл., закрытые и открытые		
Инtruзия (D)	215	перидотит массивный, плотный	субвертикальные трещины, заполненные кварцем	зеркала скольжения
Ордовик и силур (O-S)	88, 126, 139	аргиллит метаморфизир., плотный, крепкий, массивный, хлоритизированный (126 скв.), плотный слюдистый (139 скв.)	вертикальная трещиноватость	включения пирита (88 скв.)
	107	песчаник мелко-среднезернистый с запахом нефти	трещиноватые, трещины заполнены кальцитом, редко-кремнистым материалом (скв.115)	слоистость горизонтальная, наклонная (0-45°), зеркала скольжения (115 скв.)
	109, 115	сланец карбонатно-глинистый, крепкий		
	138	метаморфизированный песчаник		
Протерозой	139	сланец зеленый	трещиноватый	косая слоистость
Бованенковское месторождение				
Средний палеозой	97	туфоалевролит кварцево-полевошпатовый, метаморфизированный	трещинный, трещины выполнены плагиоклазом, карбонатом	
	116	аргиллит, филлит, сланец плотный, переслаивание аргиллита и алевроп		
Протерозой		порфировидный габбро-диабаз, мелкокристаллический	сильно трещиноватый, трещины выполнены карбонатом	

Таб.1. Литологические особенности доюрских отложений разного возраста

На большей части ЯНАО палеозойский чехол залегают на глубинах, превышающих 5000 м и не вскрыт бурением. Наименьшие глубины (2-2,5 км) кровли палеозоя отмечены в Верхнетазовском районе, на Худосейском валу. Геологические ресурсы УВ сырья палеозойского бассейна составляют (И.А. Плесовских и др., 2009г.) около 7 млрд.т нефти и 4,7 трлн.м³ газа.

Базальные слои нижней и средней юры, залегающие на породах фундамента, оказались регионально нефтеносными на Шаймском валу и газоносными на Березовской моноклинами, где глубина поверхности фундамента около 2 км. Месторождения высокодебитные, но мелкие по запасам. Открытая пористость базальных отложений 20-30%, проницаемость от 500 до 6700 мД. К сожалению, на этих месторождениях фундамент вскрыт лишь на 20-30 м и практически не оплоискован. Подобные геологические условия имеются и в ЯНАО, а глубины вполне достижимы для бурения.

Зона развития триасовых грабенов, представленных вулканогенно-терригенными отложениями (нефтеносны в Красноленинской области ХМАО), продолжается в западной части ЯНАО. Глубины залегания этих отложений достижимы для глубокого разведочного бурения.

В результате детального изучения геологического строения Обско-Тазовской губы и Западно-Ямальского шельфа и анализа материалов по Бованенковско-Харасавейской зоне Ямала [3,4] получены новые данные по строению и нефтегазоносности этих регионов.

На территории полуострова Ямал

доюрский потенциально нефтегазоносный комплекс представлен складчатыми образованиями фундамента и отложениями промежуточного комплекса. Последний частично вскрыт на Новопортовском, Бованенковском, Харасавейском и Уренгойском месторождениях. Комплекс включает три разнородных по литологии подкомплекса: карбонатный палеозойский, терригенный и вулканогенно-осадочный триасовый (пермо-триасовый) и кору выветривания триасовых и других образований.

Наиболее детально этот комплекс изучен на Новопортовском месторождении, где вскрытая мощность палеозойских отложений составила от 380 до 780 м, при абсолютных отметках кровли палеозоя от -2430 м в своде структуры до -3200 м на крыльях (рис.1). В карбонатных отложениях девона и песчаниках силура, в интервале 2530-3240 м, открыты залежи газоконденсата, а также получены притоки газа в интервале глубин 3300-3400 м из палеозойских отложений.

Литологическая характеристика доюрских отложений приведена в таблице. Породы, представленные аргиллитами, песчаниками, гравелитами, конгломератами, мергелями, известняками, доломитами, глинистыми сланцами, перидотитами, характеризуются обильными трещинами, часть из которых заполнена кальцитом. Пористость метаморфизованных карбонатов около 1%, известняков от 2 до 8%. Гравелиты и конгломераты коры выветривания фундамента имеют пористость 3-5%, на отдельных образцах керна 6-12%. У метаморфизованных песчаников – пористость менее 2% [4].

В непосредственной близости от

Новопортовского месторождения, на Южно – Обском участке Обской губы сейсморазведочными работами МОГТ 2Д в 2001-2002гг. ОАО «Севморнефтегеофизика» выявлены Паютовское и Витковское поднятия. Для Паютовского поднятия (рис.2) предполагаемая площадь продуктивности по кровле доюрских отложений (горизонт А-РЗ) составляет 170 км² по изогипсе – 3300м, высота прогнозируемой залежи 150м.

Для Витковского поднятия, где перспективны по данным сейсморазведки МОГТ 2Д ниже-среднеюрские и палеозойские отложения, кровля доюрских отложений на глубине – 3300 м, высота прогнозируемой залежи 200 м, а площадь меньше Паютовского поднятия. Глубины залегания палеозойских отложений для этих двух структур вполне доступны для бурения.

На Западном Ямале расположен один из крупнейших в мире узлов газонакопления – Бованенковско-Харасавейская зона, включающая ряд газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. Хотя на Бованенковском месторождении доюрские отложения вскрыты лишь шестью скважинами, плюс одна на Восточно-Бованенковском, они (отложения) хорошо изучены сейсморазведкой, в том числе, 3Д. По этим материалам установлена сильная дислоцированность юрских и доюрских отложений. В юрских отложениях выявлены аномалии пониженных (менее 4000 м/с) скоростей, к которым приурочены породы-коллекторы (скв.119, 114, 201 Бованенковского месторождения), что можно рассматривать как признак перспективности этого комплекса и на соседних площадях. Это же явление, вместе с характерным «слоистым» обликом сейсмозаписи может ►

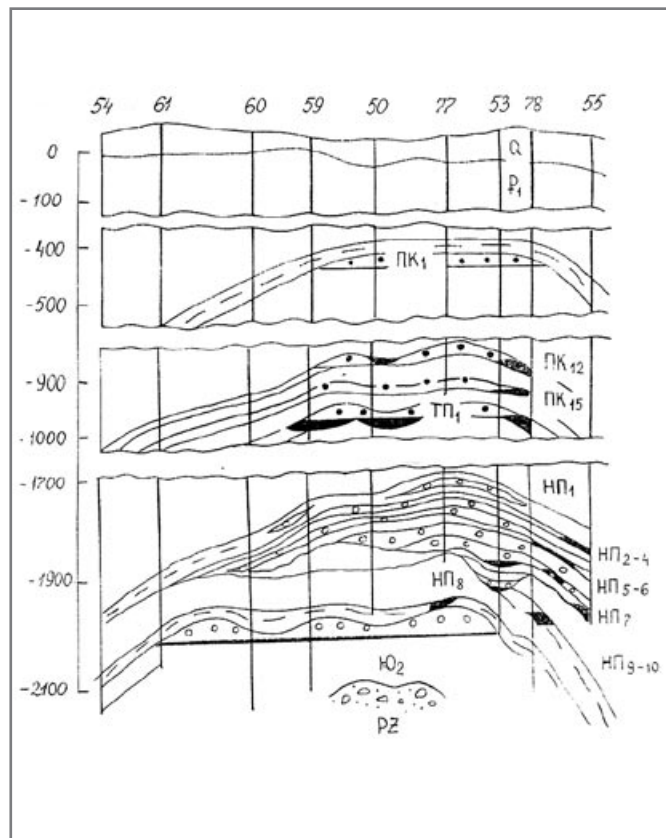


Рис. 1 Схематический геологический профиль Новопортовского нефтегазоконденсатного месторождения

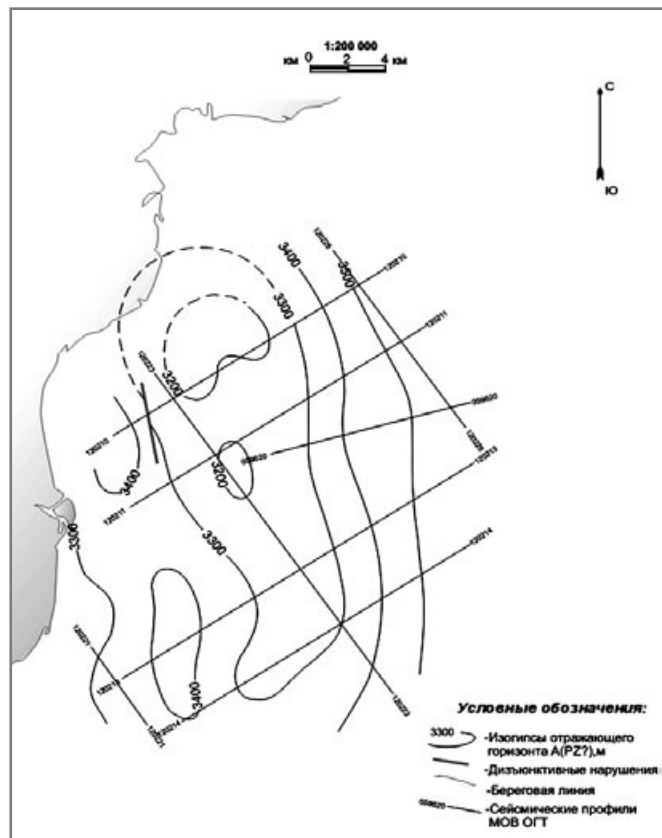


Рис. 2 Паютовское поднятие. Структурная карта по отражающему горизонту А(РЗ?)

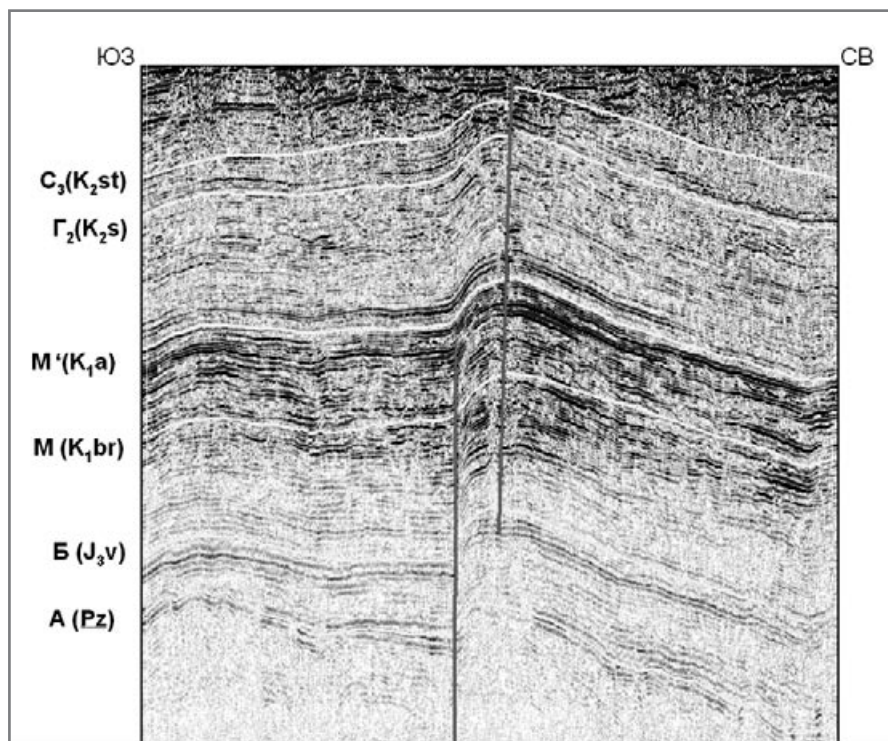


Рис. 3. Западно-Шараповское поднятие

свидетельствовать так же о развитии ниже по разрезу осадочных пород триас-палеозоя. Перспективные горизонты выделены как в верхней части доюрского разреза (песчано-алевритовые породы), так и в коре выветривания фундамента (см. табл). До глубины 4000-4250 м породы коллекторы юрского возраста преимущественно порового типа, ниже – трещинно-порового и трещинно-кавернового типа.

На Западно-Ямальском шельфе (крайняя северная часть Западно-Сибирской эпигерцинской плиты) разрез сложен мощной толщей терригенных пород мезо-кайнозойского возраста. В юрских и палеозойских отложениях наибольший поисковый интерес вызывает Западно-Шараповская структура, расположенная в юго-восточной части Карского моря, к западу от полуострова Ямал, а так же акваториальное продолжение Харасавейского и Круженштерновского газоконденсатных месторождений.

По результатам детальных сейсморазведочных работ на Западно-Шараповской структуре подошва осадочного чехла выделяется на глубине 2500-4200 м (рис.3). Отложения верхней перми, триаса и нижней юры в разрезе отсутствуют, выклиниваясь в северо – восточном направлении до поверхности фундамента. В верхне-среднеюрских отложениях отмечены аномалии типа «яркое пятно». Несомненный интерес представляют так же и нижнепалеозойские карбонатные отложения, залегающие на глубине 3100-3500 м.

Большинство выявленных ловушек в нижне-среднеюрских отложениях структурно-стратиграфические, реже тектонически- и литологически-ограниченные. В образованиях фундамента наиболее перспективны погруженные выступы фундамента с кристаллическими и карбонатными

породами в ядре [5].

Флюидоупорами для нижне-среднеюрских залежей углеводородов являются региональные глинистые толщи юрского возраста (верхняя и средняя юра). Для отложений триаса тампейской серии, которые трансгрессивно перекрывают породы складчатого фундамента (Юбилейная, Таркосалинская, Западно-Таркосалинская, Уренгойская площади, скважины СГ-6 и СГ-7), в кровельной части триаса выделяется глинистая пачка, способная экранировать скопления углеводородов (И.А.Плесовских и др.,2009). Для возможных залежей УВ в трещинно-каверновых образованиях фундамента роль зональных флюидоупоров могут играть, наряду с региональными глинисто-аргиллитовыми толщами юрского/палеозойского возраста, плохо проницаемые кристаллические или карбонатные породы, залегающие в кровле выступов фундамента.

Оценивая нефтегазогенерационный потенциал рассматриваемых отложений, следует отметить, что в центральных и северных районах Ямала большая часть нижне-среднеюрских отложений находится в зоне газообразования, что наряду с преимущественно гумусовым типом ОБ обеспечивает процессы газообразования.

Нижне-среднеюрские отложения (в объеме тюменской свиты) относятся к нефтегазоматеринским толщам (НМТ). Они содержат ОБ смешанного сапропелево-гумусового типа (II–III тип керогена).

Триасовые отложения, залегающие в глубоких прогибах, вскрыты только на Восточно-Бованенковской площади. По аналогии с хорошо исследованными триасовыми отложениями Уренгойской сверхглубокой скважины их можно отнести к газопроизводящим и на территории Ямала.

Палеозойские отложения, вскрытые на Бованенковском и Новопортовском месторождениях, отнесены к газоонефтематеринским по аналогии с юго-восточным и восточным обрамлением Западно-Сибирского НГБ. На большей части территории эти НМТ относятся к нефтегазопроизводящим. Однако на юго-востоке Ямала, в районе Новопортовского месторождения степень катагенеза снижается и их возможно отнести к нефте- и газопроизводящим (Т.А.Кирюхина и др., 2011).

Залежи в фундаменте на севере Западной Сибири, по аналогии с открытыми мировыми месторождениями (Белый Тигр, Ауджила-Нафура, Ла-Пас, Мара и другие), могут быть сформированы за счет нефтегазообразующих осадочных толщ юрского/палеозойского возраста, облегающих выступы фундамента, по механизму перетока флюидов из областей высокого давления (осадочные толщи) в сторону низкого давления (породы фундамента) под действием капиллярных сил за счет поверхностного натяжения на границе флюидальных фаз [5].

Таким образом, проанализированные фактические и опубликованные материалы позволяют сделать вывод о существовании благоприятных геологических предпосылок для открытия залежей нефти и газа на севере Западной Сибири в перспективных нижне-среднеюрских, триасовых, палеозойских отложениях и образованиях фундамента, залегающих на доступных для бурения глубинах. ■

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Плесовских И.А., Нестеров И.И.(мл.), Нечипорук Л.А., Бочкарев В.С.,2009. Особенности геологического строения северной части Западно-Сибирской геосинеклизы и новые перспективные объекты для поисков углеводородного сырья// Геология и геофизика, т.50, №9,с.1025-1034.
2. Шустер В.Л., 2003.Проблемы нефтегазоносности кристаллических пород фундамента.-М.ООО «Геоинформцентр»,48с.
3. Дзюбло А.Д., Черепанов В.В., Шустер В.Л., 2011г. Прогнозная оценка нефтегазоносности юрских и доюрских отложений на севере Западной Сибири. Тез. докл. на Международной конференции, посвященной памяти В.Е.Хаина «Современное состояние наук о Земле». -М.Изд-во МГУ,с.2119-2120.
4. Никитин Б.А., Дзюбло А.Д., Холодилов В.А., Цемкало М.Л.,2011, О нефтегазоносности юрских и перспективных доюрских отложений Обско – Тазовской губы и Западно – Ямальского шельфа// Газовая промышленность, спецвыпуск «Добыча углеводородов на шельфе», с.16-25.
5. Шустер В.Л., Пуланова С.А., Самойлова А.В., Левянт В.Б.,2011.Проблемы поиска и разведки промышленных скоплений нефти и газа в трещинно – каверновых массивных породах доюрского комплекса Западной Сибири// Геология нефти и газа, №2,с.26-33.