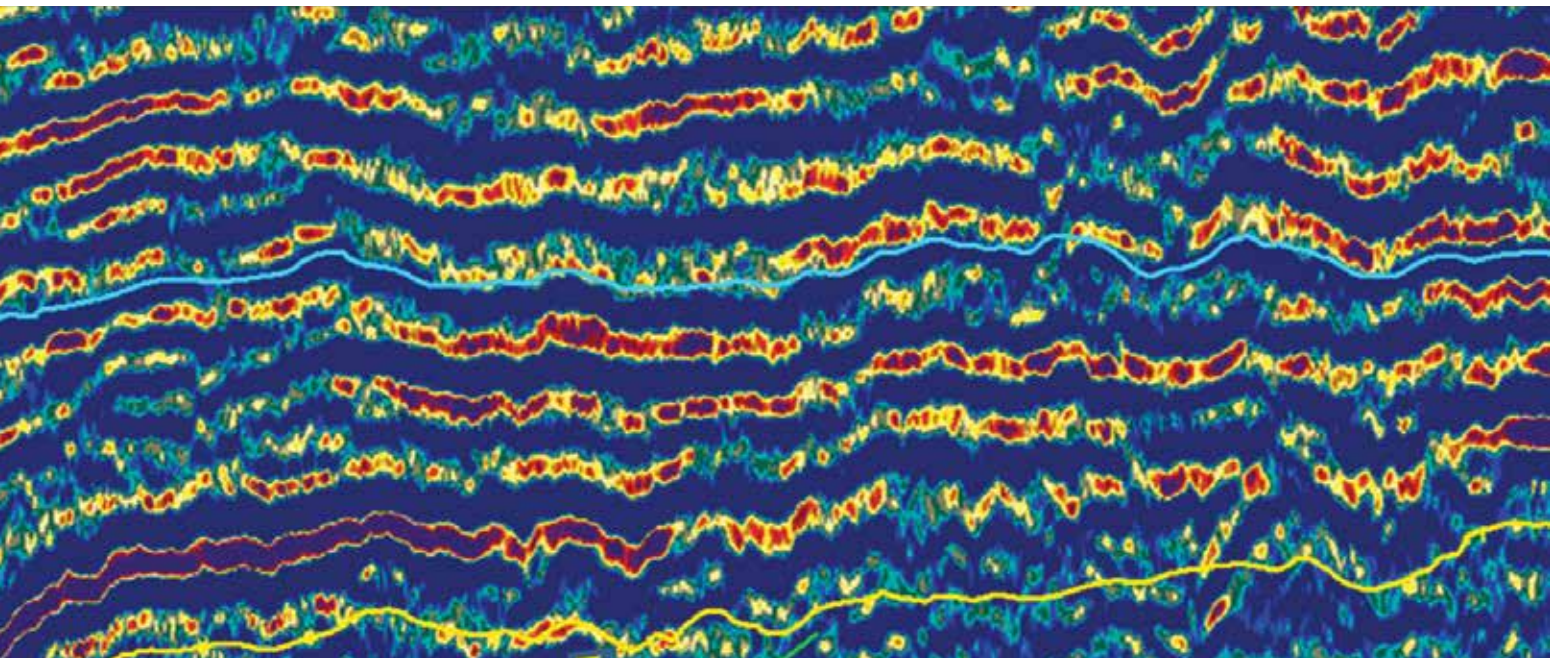




Евгений Попов - исполнительный директор (ООО «Недра-Консалт»)
 Юрий Стовбун - заместитель главного геолога (ООО «Недра-Консалт»)
 Анастасия Русских - начальник Отдела гидродинамического моделирования (ООО «Недра-Консалт»)

Evgeny Popov - Executive Director (Nedra-Consult LLC)
 Yuri Stovbun - Deputy Chief Geologist (Nedra-Consult LLC)
 Anastasia Russkih - Head of the Hydrodynamic Modeling Department (Nedra-Consult LLC)

К вопросу освоения ресурсного потенциала доюрского комплекса отложений Западной Сибири

(Часть 1 – геология доюрского комплекса)

Exploring the Resource Potential of the Pre-Jurassic Sedimentary Complex in the West Siberia

(Part 1 - Geology of the Pre-Jurassic Complex)

Геология доюрского комплекса

Распространенность в мире месторождений в породах фундамента платформенных областей

По мере роста изученности и уменьшения приростов запасов в юрско-меловом комплексе Севера Западной Сибири все большее внимание геологов привлекает изучение перспектив нефтегазоносности доюрского комплекса пород. В литературе приведены многочисленные примеры промышленной нефтеносности нетрадиционных объектов в трещиноватых гранитоидных, а так же карбонатных коллекторах фундамента платформенных областей [1,2,6,7,8].

Всего в породах фундамента в мире открыто около 500 месторождений углеводородов. Первые промышленные притоки нефти и газа из трещиноватых гранитов получены в 1918 году

Geology of the Pre-Jurassic Complex

The Global Abundance of the Fields Associated with Platform Basement Rocks

As the level of knowledge about deposits in the Jurassic-Cretaceous depositary complex in the Northwestern Siberia grows, while the addition of reserves declines, geologists turn more of their attention to the exploration of potential oil and gas bearing capacity in the Pre-Jurassic sedimentary complex. Various publications provide a wide range of examples of commercial petroleum bearing capacity of non-conventional targets in fractured granitoid and carbonate reservoirs of the basement rocks of platform regions. [1,2,6,7,8].

In total, an estimated 500 hydrocarbon fields have been discovered in the basement rocks to date. The first commercial inflow of oil and gas from the fractured granites were obtained in the Panhandle-Hugoton field (USA) in 1918. Later on, more deposits were discovered

на месторождении Пэнхъэндл-Хьюготон (США). Далее последовали открытия в Венесуэле, где на месторождении Ла-Пас залежь нефти была открыта в разуплотненных метаморфических породах и гранитах, в Канаде (Пис-Ривер), Ливии (Ауджила-Наруфа), Египте (Рамадан) и др. Интерес к перспективам фундамента заметно активизировался после открытия в 1988 году нефтяного месторождения Белый Тигр, на котором залежи приурочены к гранитам мезозойского фундамента на морском шельфе Вьетнама.

Важным фактором, вызывающим дополнительный интерес к перспективам пород фундамента, является феномен естественного восполнения запасов на разрабатываемых месторождениях за счет подтока «новой нефти» из кристаллического фундамента по тектоническим разломам. Этот эффект был зафиксирован в 90-х годах прошлого века на истощенных месторождениях Чечни, находящихся до этого в эксплуатации 50 и более лет. Здесь было отмечено явление восстановления нефтяных дебитов в полностью обводненных, ранее простаивающих долгое время скважинах. Вначале это связывали с недооцененностью извлекаемых запасов, либо с миграцией остаточной нефти, вследствие воздействия сил гравитации. Однако, к началу 2000-х годов явление восполнения запасов углеводородов (УВ) в эксплуатируемых залежах было отмечено практически во всех «старых» нефтегазоносных провинциях (Волго-Уральской, Северо-Кавказской и др.), где месторождения эксплуатировались, начиная с 40-50-х и более ранних годов. Современными исследованиями установлено, что под нефтяными месторождениями, как правило, имеются нефтепроводящие каналы, за счет которых они образовались. В процессе разработки месторождений эти каналы могут активизироваться и пополнять ловушки новыми порциями углеводородных флюидов. Было доказано (Муслимов Р.Х. и др., 2018 г.) [5,9], что определяющую роль в постоянной «подпитке» нефтяных месторождений осадочного чехла играет кристаллический фундамент, обеспечивая транзит УВ из недр Земли через секущие его разломы в ловушки различного типа. Отмечено, что процессы подпитки характерны, в первую очередь, для крупных разрабатываемых месторождений, а на супергигантах зоны подпитки можно считать десятками. На мелких и средних месторождениях значимость этих процессов существенно ниже [9].

Значительно более оптимистично судить о возможности генерации нефти палеозойскими образованиями позволили материалы бурения сверхглубоких скважин Тюменской СГ-6 и Ен-

in Venezuela, where oil occurrences were found in uncompact metamorphic rocks and granites of the La Paz oil field, in Canada (Peace River), in Libya (Nafoora-Augila), in Egypt (Ramadan) and some other places. More intense interest to the prospects of basement rocks was aroused after the White Tiger oil field was discovered offshore of Vietnam in 1988, whose deposits were associated with granites of the Mesozoic basement.

The phenomenon of the natural reserves being replaced at developed fields, due to the inflow of “fresh oil” from tectonic faults of the crystalline basement, has become an important factor of additional interest to the prospect of basement rocks. This effect was recorded in the ‘90s of the past century in the depleted fields of the Chechnya that had been developed for over 50 years. The effect of the flow rates recovered in completely water-cut and long-term idle wells was noticed here. At first, this was explained either with underestimation of recoverable reserves, or with migration of residual oil, caused by the action of gravity. However, by early 2000s, this phenomenon of the hydrocarbon (HC) reserves replaced in operated deposits was largely noticed at all of the “old” petroleum provinces (the Volga-Ural petroleum province, the North Caucasus petroleum province, etc), where fields were operated from the 1940s-1950s onwards, and some even earlier. The modern research established the facts that oil fields, as a rule there exist oil-conducting channels under oil fields, due to which the latter were formed. In the course of field development, these channels may become active and replenish those traps with new portions of hydrocarbon fluids. It was proved (R.Muslimov and others, 2018) [5,9] that the essential role in the permanent “feeding” of sedimentary cover oil fields is played with the crystalline basement which provides the transition of HC from the subsurface along its transcurrent faults into any sort of traps. It was noted that the feeding processes are typical for, first of all, major developed fields, and super giant fields may count tens of such feeding zones. The significance of such processes is considerably lower at small and medium-size fields [9].

The materials of drilling the superdeep Tyumenskaya SG-6 and Yen-Yakhinskaya SG-7 wells made it possible to more optimistically reason the possibility of oil generation in Paleozoic formations. The examination of core samples, selected from the Paleozoic deposits, revealed the presence of oil-and-gas source rocks which were referred by researchers to be highly productive oil-and-gas thicknesses. The conducted research revealed an intensive migration of hydrocarbon fluids across the entire area of a well column, including the effusive complex of Paleozoic rocks [11].

Taking into account all of the above-mentioned facts, it becomes evident that, with the availability of traps in the

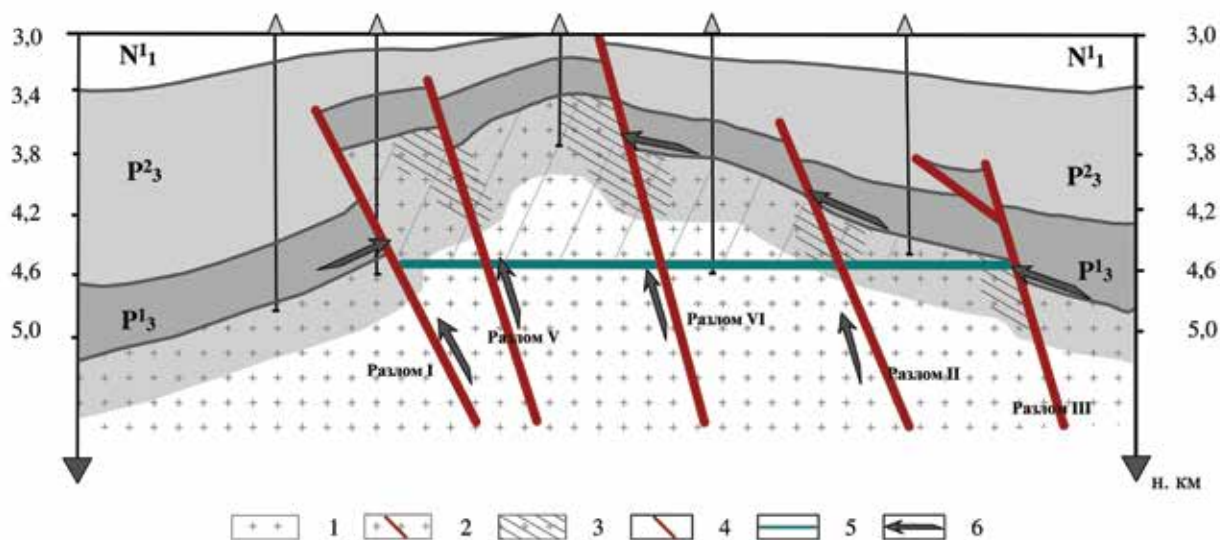


Схема природного резервуара в фундаменте месторождения Белый Тигр
The sketch map of the natural reservoir in the basement of the White Tiger field

- 1 – кристаллические породы фундамента; 2 – разломы фундамента; 3 – нефтенасыщения природного резервуара;
4 – приразломные зоны повышенной нефтенасыщенности; 5 – зона твердых нафтидов; 6 – направление водо-нефтеносного миграционного потока
1 – crystalline basement rocks; 2 – basement faults; 3 – oil saturation of the natural reservoir; 4 – fault zone; 5 – zone of hard naftides; 6 – water/oil migration flow direction

Рис. 1: Схема природного резервуара месторождения Белый Тигр (ВНИГНИ с добавлениями авторов)

Fig.1: The sketch map of the White Tiger field's natural reservoir (All-Russian Geological Development and Research Institute, with additions by the authors)

Яхинской СГ-7. Исследования образцов керна, отобранных из палеозойских отложений, показали наличие в них нефтегазоматеринских пород, которые отнесены исследователями к высокопродуктивным нефтегазопродуктивным толщам. Проведенными исследованиями установлена так же интенсивная миграция углеводородных флюидов по всему разрезу скважины, включая эффузивный комплекс палеозойских пород [11].

С учетом названных фактов является очевидным, что при наличии в фундаменте или коре выветривания ловушек с трещинными или иными коллекторами, они будут в первую очередь заполняться углеводородами путем их вертикальной миграции по разломам, секущим кристаллический фундамент и латеральной миграции из примыкающих пород осадочного чехла.

В качестве иллюстрации сказанному здесь приведен геологический разрез по месторождению Белый Тигр (Рис.1), а также распределение пород фундамента с различными свойствами (Рис.2).

Таким образом, достаточно крупные промышленные залежи нефти и газа в магматических и метаморфических породах фундамента открыты практически на всех континентах и в акватории

fractured or other type reservoirs, they would first of all be filled with hydrocarbons by way of their migration along the crystalline basement transcurrent faults, and by lateral migration from the adjacent sedimentary sheath rocks.

To illustrate the above said, we present a geologic cross-section of the White Tiger field here (Fig.1), as well as the spread of the basement rocks with various properties (Fig.2).

Thus, significantly major commercial deposits of oil and gas in the magmatic and metamorphic basement rocks have been largely discovered in all of the continents and in the offshore areas of the World Ocean, and they are associated with deep-seated faults providing, as multiple geological field data shows, the vertical HC migration. However, in spite of the discovery of significantly major fields, the searches for the basement HC deposits have been conducted in limited scopes. It is conditioned by the geological complexity and insufficient level of knowledge of the target. For instance, the nature of sorptive capacity of the basement rocks and their permeability is not yet completely clear, there is as of yet no available methodology of determining a reservoir quality, and there are many problems related to substantiation of technology for their optimal development.

ECKEL®**5 1/2**

Гидравлические ключи для насосно-компрессорных и обсадных труб.

БЕЗОТКАЗНЫЕ, НАДЕЖНЫЕ И ПРОВЕРЕННЫЕ

5 1/2 HS VS**5 1/2 HS UHT-35**

Уже более 60 лет Эккель является мировым лидером в поставке высокопроизводительных гидравлических ключей. Эккель предлагает разнообразные модели гидравлических ключей для работы с бурильными, обсадными и насосно-компрессорными трубами, гидравлические стопорные устройства и силовые гидравлические станции. Предлагается вниманию полный модельный ряд гидравлических ключей для работы с трубами от 2-1/16 (52,4 мм) до 36 дюймов (914,4 мм) и крутящим моментом до 135000 футо-фунтов (183035 Нм) для самых востребованных условий на суше и на море.

В чем ваша основная проблема с трубным соединением?
Узнайте больше на WWW.ECKEL.COM/RU



Explorer II - Компьютеризованная система контроля и регистрации крутящего момента и скорости вращения

Разнообразные типы вкладышей для каждого применения



CORALINA.RU | OIL-GAS@CORALINA.RU

Мирового океана и связаны они с глубинными разломами, обеспечивающими, как показывают геолого-промысловые данные по многим месторождениям, вертикальную миграцию УВ.

Однако, несмотря на открытие достаточно крупных месторождений, целенаправленные поиски залежей УВ в фундаменте ведутся в ограниченных объемах. Обусловлено это геологической сложностью и недостаточной изученностью объекта. Так не ясна до конца природа емкости и проницаемости пород фундамента, нет общепризнанной методики выделения коллекторов, много проблем с обоснованием технологии их оптимальной разработки.

В последние годы все больше исследователей отходит от концепции полного отрицания

нефтегазоперспективности пород фундамента, ввиду высокой степени преобразования кристаллических, магматических и метаморфических пород. Как отмечает Э.Ю.Халимов [1], современная концепция тектоники литосферных плит, достижения теории геодинамики деформаций горных пород позволяют рассматривать породы фундамента как нетрадиционный вид пород-коллекторов, с которыми может быть связан огромный углеводородный потенциал.

Распространение месторождений нефти и газа в доюрском комплексе Западной Сибири

Рассмотрим далее перспективы пород доюрского комплекса Западно-Сибирского бассейна, включающего кроме палеозойских образований так же породы триаса и коры выветривания, представляющего собой, на наш взгляд, единую гидродинамическую систему.

За время геологического изучения в Западной Сибири (в пределах УрФО) в доюрском комплексе уже выявлено более 90 залежей на более чем 30 месторождениях с геологическими запасами нефти около 200 млн.т, накопленная добыча составляет около 15 млн.т.

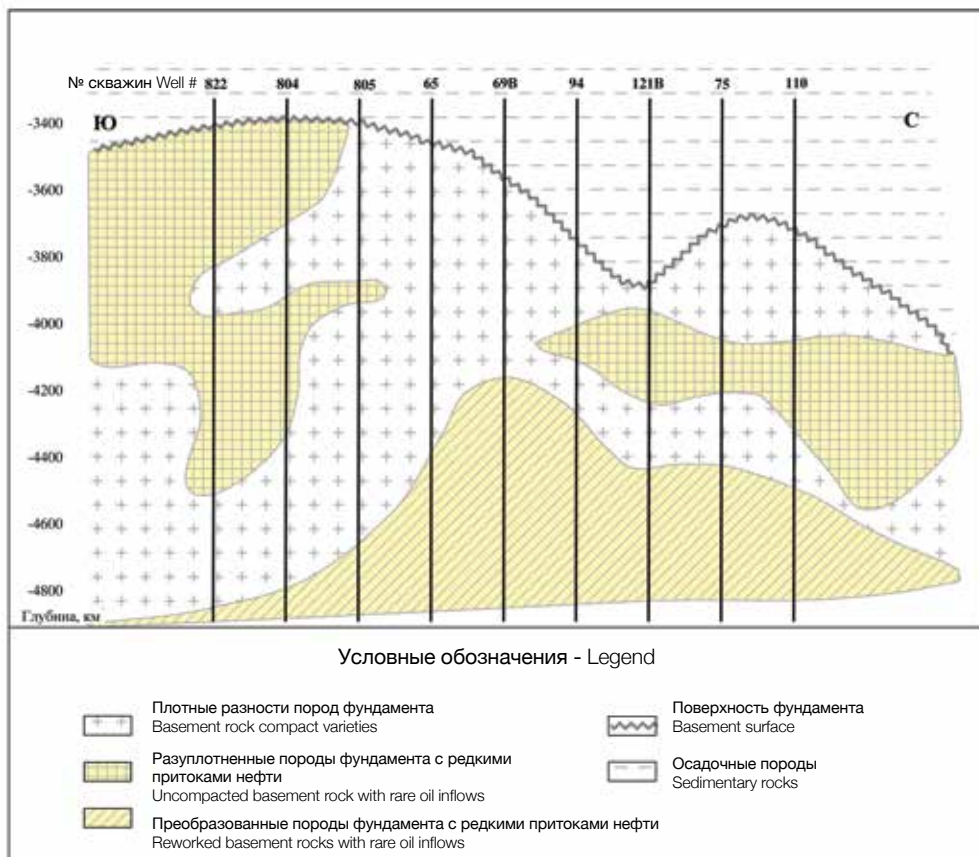


Рис. 2: Схема распределения пород фундамента месторождения Белый Тигр (Дмитриевский А.Н., 2011г.)

Pic 2: The sketch map of the distribution of basement rocks of the White Tiger field (A.N.Dmitrievsky, 2011)

Over the last years, more researchers have been giving up the concept of full negation of the potential oil and gas bearing capacity of basement rocks due to high degree of transformations taking place in the crystalline, magmatic and metamorphic rock. As E.Yu.Khalimov notes [1], the modern lithosphere plate tectonics concept, the subsurface rock deformation dynamics make it possible to consider the basement rocks as non-conventional type of container rocks which may promise a great hydrocarbon potential.

Distribution of the HC Deposits in the Pre-Jurassic Complex of Rocks in West Siberia

Let's consider the prospects of the Pre-Jurassic complex of the West Siberian Basin, including, aside from the Paleozoic formation, the Triassic rocks and the crust of weathering, which, to our mind, represent a unified hydrodynamic system.

For that time as geologic surveys were conducted in the West Siberia (within the boundaries of the Urals Federal District), over 90 deposits of more than 30 fields have been discovered in the Pre-Jurassic complex, with oil in-place reserves amounting to 200 MMT, with the cumulative production making up to 15 MMT.

The productive and perspective traps discovered in the scope of the Pre-Jurassic complex of the West Siberia are



**DOWNHOLE
PRODUCTS**
A VAREL ELITE BRAND

ALWAYS FINISHING FIRST

Engineer Designed.
Company Man Approved.

PEN-O-TRATOR®

Industry's Leading
Casing Reaming Shoe



Centralizers and Casing Accessories
varel.com

Выявленные в объеме доюрского комплекса Западной Сибири продуктивные и перспективные ловушки разделяются на три типа объектов. Первый тип - локальные поднятия в области развития осадочных отложений триаса, некоторые исследователи интерпретируют их как базальные горизонты нижней юры. Второй тип - структурно-стратиграфические ловушки в зонах выклинивания триасовых толщ на выступах фундамента. Третий – ловушки в эрозионно-тектонических выступах фундамента (коры выветривания). Этот тип наиболее перспективен на открытие промышленных скоплений углеводородного сырья, так как ассоциируется с приподнятыми блоками фундамента, ловушки имеют гидродинамическую связь с горизонтами триасового и нижнеюрского комплексов.

Изучение вопроса формирования залежей в дезинтегрированных породах домезозойского основания сегодня является актуальной задачей, так как залежи подобного типа являются, по сути, единственным резервом локализации большого объема запасов в районах с высокой степенью геологической изученности.

Залежи УВ в доюрском комплексе пород выявлены практически по всей территории Западно-Сибирской провинции (Рис.3).

Так, в Березовском районе, в зоне прилегания карбонатных песчаников газоносной вогулгинской свиты верхней юры к дезинтегрированным породам по гранитам и гранито-гнейсам сформировались залежи газа.

В Шаимском районе, также в зонах прилегания нефтеносной вогулгинской свиты к дезинтегрированным метаморфическим и интрузивным породам, сформировались залежи нефти.

На территории Томской области в дезинтегрированных карбонатных породах среднего палеозоя в зонах прилегания нефтеносных отложений нижней юры открыты промышленные залежи нефти, в том числе и крупные (Калиновое, Арчинское, Урманское, Речное, Останинское, Северо-Останинское и др.). Открыта залежь нефти в серпентинизированных ультрабазитах на Фестивальной площади.

В Широком Приобье открыты залежи нефти в зоне дезинтеграции карбонатных пород на Северо-Варьганской площади и в зоне выщелачивания эффузивных пород триаса - на Рогожниковской площади.

На полуострове Ямал открыто крупное газоконденсатное месторождение в зоне выщелачивания карбонатных пород на Новопортовской площади.

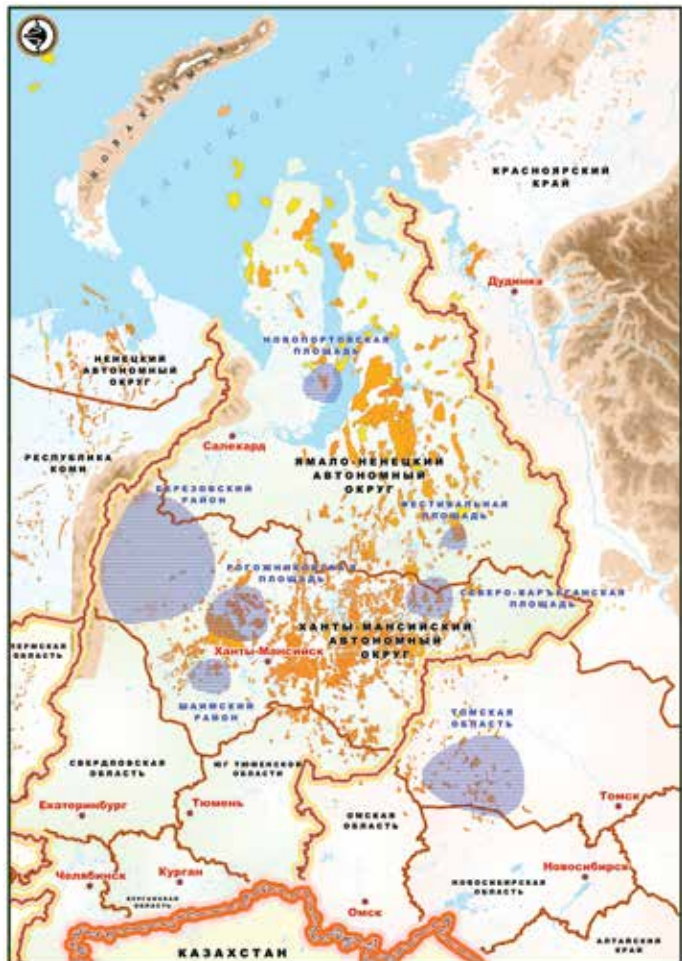


Рис. 3: Распространение залежей УВ в доюрском комплексе пород Западной Сибири

Pic 3: Spread of the HC deposits in the Pre-Jurassic complex of rocks in West Siberia

divided into three types of targets. The first type includes the local elevations in the area of sedimentary deposits developing in the Triassic layer; some researchers interpret them as the basal levels of the Lower Jurassic period. The second type includes the structural and stratigraphic traps in the areas where Triassic thicknesses feather onto the basement highs. The third type is featured with traps located in the erosion and tectonic highs of the basement (the crust of weathering). This one is most perspective for discovery of commercial accumulations of hydrocarbon raw materials, as it is associated with the elevated blocks of basement, with the traps having hydrodynamic association with the horizons of Triassic and Lower Jurassic complexes.

The study of the issue of the deposits formed in the disintegrated rocks of the pre-Mesozoic basement is an actual task for today, as the deposits of this kind are, in essence, the only reserve for localization of large volumes of reserves in the areas with a high degree of geological exploration.

The HC deposits of the Pre-Jurassic complex of rocks have been largely discovered across the whole area of the West Siberian province (Fig.3).

Исследования кор выветривая (зон дезинтеграции) по различным типам пород показали, что основными факторами их образования являются химические и физические процессы. Они приводят к образованию каверн, трещин, порового пространства, т.е. происходит процесс разложения первичной структуры пород и их выщелачивание.

Породы домезозойского основания в предмезозойские эпохи подверглись продолжительным по времени процессам гипергенеза. В значительной мере на формирование типа коллектора оказали влияние также глубинные тектонические процессы, приводившие как к сжатию порового пространства, так и к его увеличению. По различным породам домезозойского основания по материалам керна наблюдается формирование по интрузивным и эффузивным породам кислого состава порового и трещинного коллектора, обусловленного выщелачиванием полевых шпатов и других минералов. По карбонатным породам развивается интенсивное карстообразование и развитие каверн, трещин, а также заполнение карста кремнистой брекчией. По основным миндалекаменным эффузивам (базальтам) наблюдаются процессы как гидротермального замещения их карбонатным материалом, так и выщелачивания минералов, что приводит к созданию каркасного порового коллектора [1].

Анализ геологического строения открытых залежей позволяет сделать следующие выводы: залежи формируются в эрозионно-тектонических выступах; коллектором являются дезинтегрированные породы домезозойского основания; тип залежей стратиграфический; залежи экранируются толщами из аргиллитов и алевролитов юрского возраста, которые с угловым и стратиграфическим несогласием залегают на породах-коллекторах эрозионно-тектонических выступов; залежи в эрозионно-тектонических выступах формируются в зонах прилегания перспективных на углеводороды отложений юры; открытые скопления углеводородов в эрозионно-тектонических выступах расположены в пределах распространения юрских отложений, перспективных на нефть и газ.

Отметим, что большинство залежей выявлено в корях выветривания верхней части фундамента. Эта часть разреза изучена в наибольшей степени, т.к. поисково-оценочные скважины вскрывают фундамент, как правило, на первые десятки метров и испытываются в этом интервале только при наличии прямых признаков нефтеносности. Ниже залегающие породы бурением практически не изучены и судить о их характеристиках можно лишь по данным сейсморазведки и других геофизических методов.

For instance, gas deposits were discovered in Berezovsky district, which were formed in the area of the adnation of carbonate-rich sandstones of the Upper Jurassic Vogulkin Suite to the disintegrated rocks of granites and granite-gneisses.

In the Shaimsky district, in the zones of the adnation of the Vogulkin Suite to disintegrated metamorphic and intrusive rocks, oil deposits were formed.

Commercial oil reserves were discovered in the territory of Tomsk region, in the disintegrated carbonate rocks of the Middle Paleozoic period, in the areas of adnation of the Lower Jurassic oil bearing deposits, including major fields (Kalinovoye, Archinskoye, Urmanskoye, Rechnoye, Ostankinskoye, Severo-Ostankinskoye and some others). An oil deposit was also discovered in serpentized ultrabasites in the Festivalnaya area.

Oil deposits were discovered in the Ob River region, in the zone of disintegrated carbonate rocks of the Severo-Varyeganskaya area, and in the bleached zone with effusive rocks of the Triassic period, in the Rogozhnikovskaya area.

A major gas condensate field was discovered in the Yamal Peninsula, in the bleached zone of carbonate rocks of the Novoportovskaya area.

Exploration of the weathering crust (the disintegration zones), involving many types of rocks, revealed that the chemical and physical processes have been the major factors in determining their formation. They result in the formation of cavities, fractures, porous space, i.e. the processes of the primary rock structure destruction and bleaching both take place there.

The rocks of the Pre-Mesozoic basement underwent the durative processes of hypergenesis. To a considerable extent, hypogene tectonic processes took effect on the formation of this type of reservoir, which lead to both the compression of porous space and its expansion. As for the various rocks of the Pre-Mesozoic basement, the formation of a porous and fractured reservoir by intrusive and effusive felsic rocks is observed, according to core sampling, which is predetermined by desalination of feldspars and some other minerals.

As for carbonate rocks, intensive karstification and cavern development takes place there, as well as the filling of sinkholes with cherty breccias. As for amygdaloidal volcanic rocks (basalts), processes of both their hydrothermal replacement with carbonate materials, and desalination of amygdaloids are observed there, which results in the creation of a framework porous reservoir [1].

The analysis of the geologic structure of the discovered deposits makes it possible to draw the following

Критерии поиска залежей нефти и газа в породах фундамента

На основе анализа геологических условий залегания выявленных в мире залежей нефти в фундаменте, в том числе и осадочных бассейнах Вьетнама, выделены следующие поисковые критерии нефтеносности [7]:

- развитие рифтовых зон в фундаменте;
- блоковое строение фундамента;
- наличие разрывных нарушений и связанных с ними зон разуплотнения пород фундамента;
- наличие региональных флюидоупоров, перекрывающих породы фундамента;
- наличие залежей в осадочном чехле, как признак общей нефтегазоносности территории;
- неотектоническая активность территории бассейна.

Очевидно, что именно при наличии названных признаков ловушки, выделяемые по данным сейсморазведки, будут нефтегазоносны с наибольшей вероятностью.

Выделение перспективных ловушек в доюрском комплексе Севера Западной Сибири по данным сейсморазведки

Далее показаны примеры выделения перспективных ловушек различных типов в доюрском комплексе пород на различных площадях юго-восточной части Пур-Тазовской НГО. Доюрские породы вскрыты здесь в немногих скважинах.

В скважине Ютырмальская 15 вскрыто 250 м доюрских отложений, они представлены дислоцированными (углы наклона слоев 60-90°) терригенно-карбонатными породами нижнего карбона с прослоями вулканогенных пород основного состава. В органогенных известняках встречается углефицированный битум. В скважине Северо-Толькинская 304 вскрыты порфириовидные базальты, условно датируемые венд-раннепалеозойским возрастом /Бочкарёв, 1995/. Здесь по газовому каротажу в коре выветривания выделен перспективный объект в интервале 3795-3818 м.

На временных сейсмических разрезах доюрский сейсмокомплекс (ССК1) в кровле ограничен ОГ А, характеризующемся резким изменением динамической выразительности по площади, а именно - более уверенном ее прослеживании в зонах относительного погружения рельефа, и менее уверенном на приподнятых участках, где ОБ А осложнена разрывами осей синфазности и интерференцией (Рис.4). Внутри данного комплекса в погруженных зонах выделяются впадины,

conclusions: the deposits are formed in the erosion of tectonic highs; disintegrated rocks of the pre-Mesozoic basement serve as a reservoir; the type of deposits is stratigraphic; the deposits are screened with the thicknesses of argillites and aleurolites of Jurassic age which rest with angular and stratigraphic unconformity on reservoir rocks of the erosion tectonic highs; the deposits in the erosion tectonic highs are formed in the area of adnation of the potentially hydrocarbon-bearing Jurassic deposits; the discovered accumulations of hydrocarbons in the erosion tectonic highs are located within the outreach of the potentially oil-and-gas-bearing Jurassic deposits.

We should note that most of the deposits were discovered in the weathering crust in the of the top part of the basement. This part of the section has been explored more than others, since the prospecting wells, as a rule penetrate a basement for the first scores of meters, and then testing goes on within that single interval, in case the direct signs of oil bearing capacity exist there. The underlying rocks were not largely explored by drilling, and one could talk about their properties only after their seismic survey data or the results of other geophysical techniques are obtained.

The Criteria of Prospecting Oil and Gas Deposits in Basement Rocks

Based on the analysis of the geological settings of the basement deposits of oil discovered worldwide, including the sedimentation basins of Vietnam, the following criteria for prospecting oil bearing capacity have been singled out [7]:

- development of rift zones in a basement;
- basement block structure;
- presence of faults and the basement rock decompression zones, associated with them;
- presence of regional fluid seal rocks capping the basement rocks;
- presence of deposits in sedimentary sheath, as a sign of general oil and gas bearing capacity of the area;
- neotectonic activity of the basin area.

It is obvious that exactly due to the presence of the above mentioned signs , the traps, detected according to the seismic survey data, shall be most likely capable of oil and gas bearing there.

Potential Petroleum Bearing Traps in the Pre-Jurassic Complex of the North-Western Siberia, According to Seismic Survey Data

Hereafter, examples are given with potential petroleum bearing traps of various types, delineated in the Pre-Jurassic rock complexes in the various areas of the South-Eastern part of the Pur-Tazovsky petroleum bearing region.

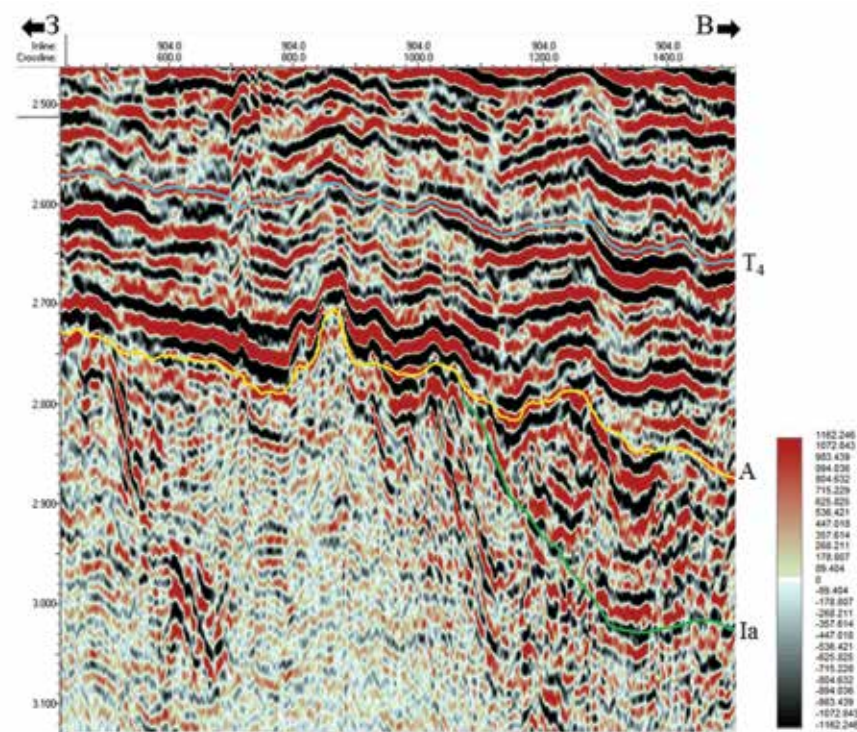


Рис. 4: Волновая картина в доюрском интервале разреза

Pic 4: Wave pattern in the pre-Jurassic cross section interval

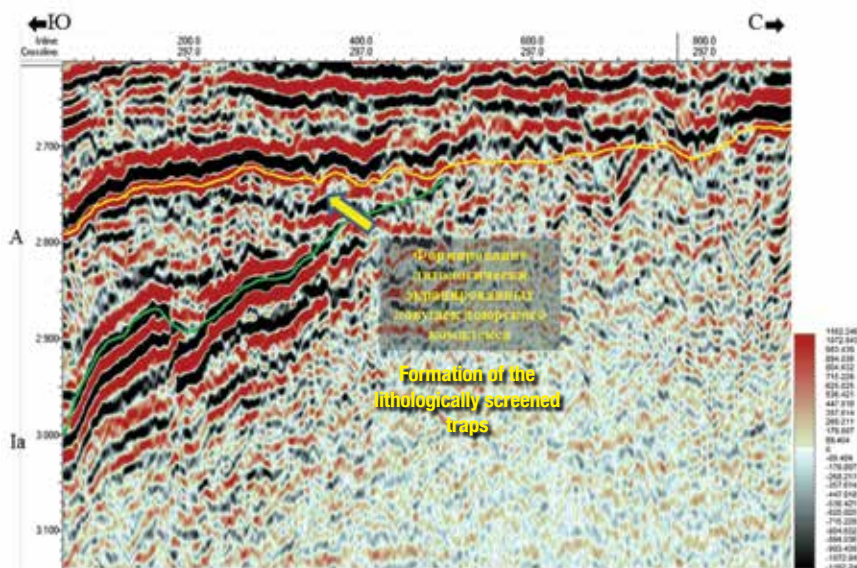


Рис. 5: Волновая картина в доюрском интервале разреза

Pic 5: Wave pattern in the pre-Jurassic cross section interval

которые по типу рисунка сейсмической записи, вероятно, заполнены слоистыми терригенными отложениями триасового возраста. Отложения, заполняющие впадины, на сейсмических разрезах характеризуются динамически выраженными, протяженными субгоризонтальными отражениями. С точки зрения перспектив нефтегазоносности доюрского комплекса, поисковый интерес могут представлять эрозионно-тектонические выступы дезинтегрированных доюрских пород, а также

50 meters of pre-Jurassic deposits were tapped in the well Yutymalskaya # 15; they are represented with dislocated (angle of rock sheets varies from 60° to 90°) terrigenous-carbonate rocks of the Mississippian period with interlayers of igneous mafic rocks. Corbanaceous pitch can be found in oranogenic limestones. Subporphyritic basalts were tapped in the Severo-Tolkinskaya well # 304 which have been conventionally dated with the Vendian-Early Paleozoic period / Bochkarev, 1995/. A potential petroleum bearing target was delineated, according to mud logs, in the interval of 3795 to 3818m, in the weathering crust.

According to the interim seismic cross-sections, the pre-Jurassic seismic complex (CCK1) of the top is confined with reflection horizon "A", featured with abruptly changing dynamic expressiveness across the area, and namely, more vivid traces of it are in the relatively plunging relief, and less vivid in the elevated areas where the reflection wave "A" also involves some discontinuity of the wave patterns and their interference (Fig.4). Inside this complex, bowls stand out within the plunged areas, which, according to the seismic recording configuration, are apparently filled with stratified terrigenous deposits of the Triassic age. The deposits, with which the bowls are filled are featured in the seismic cross-sections with dynamically expressed continuous subhorizontal reflections. From the perspective of the potential petroleum bearing capacity of the pre-Jurassic complex, the erosion tectonic highs of disintegrated pre-Jurassic rocks may be of prospecting interest, as well as the areas where the Triassic deposits pinch out towards the basement surface, which are considered to be possible lithologically screened leads (Fig.5,6).

Considerable prospecting interest, as said above, is attracted to the areas of the disintegrated Jurassic rocks in the basement highs, which may form large-volume stratigraphic traps. To delineate and localize them, dynamic seismic attribute analysis has been applied.

The deposits of the pre-Jurassic complex were poorly explored by drilling in the considered area; therefore its potential petroleum bearing capacity can be evaluated on a qualitative level only. The presumed potential distribution area of rocks was conventionally

зоны выклинивания триасовых отложений к поверхности фундамента, рассматриваемые как возможные литологически экранированные ловушки (Рис.5,6).

Значительный поисковый интерес, как отмечалось, представляют зоны дезинтеграции доюрских пород на выступах фундамента, которые могут формировать стратиграфические ловушки большого объема. Для их выделения и локализации применен анализ сейсмических динамических атрибутов.

Отложения доюрского комплекса на рассматриваемой территории изучены бурением очень слабо, поэтому его перспективы могут быть оценены только на качественном уровне. При совместном анализе карт динамических атрибутов сейсмической записи и визуальном анализе временных сейсмических разрезов условно выделены предполагаемые

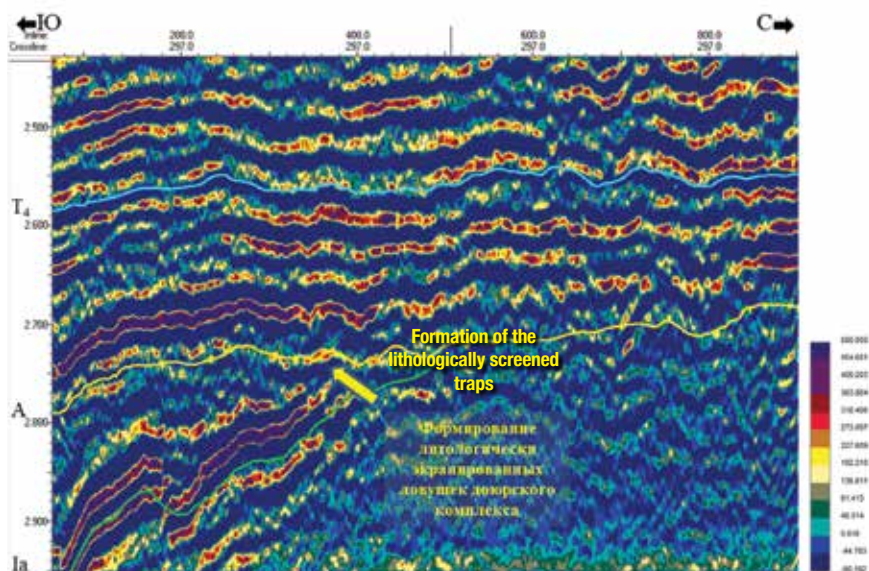


Рис. 6: Разрез упругого импеданса

Pic 6: Elastic impedance cross section

delineated with the use of joint analysis of the dynamic seismic attribute maps and the visual analysis of the interim seismic cross-sections, which are associated

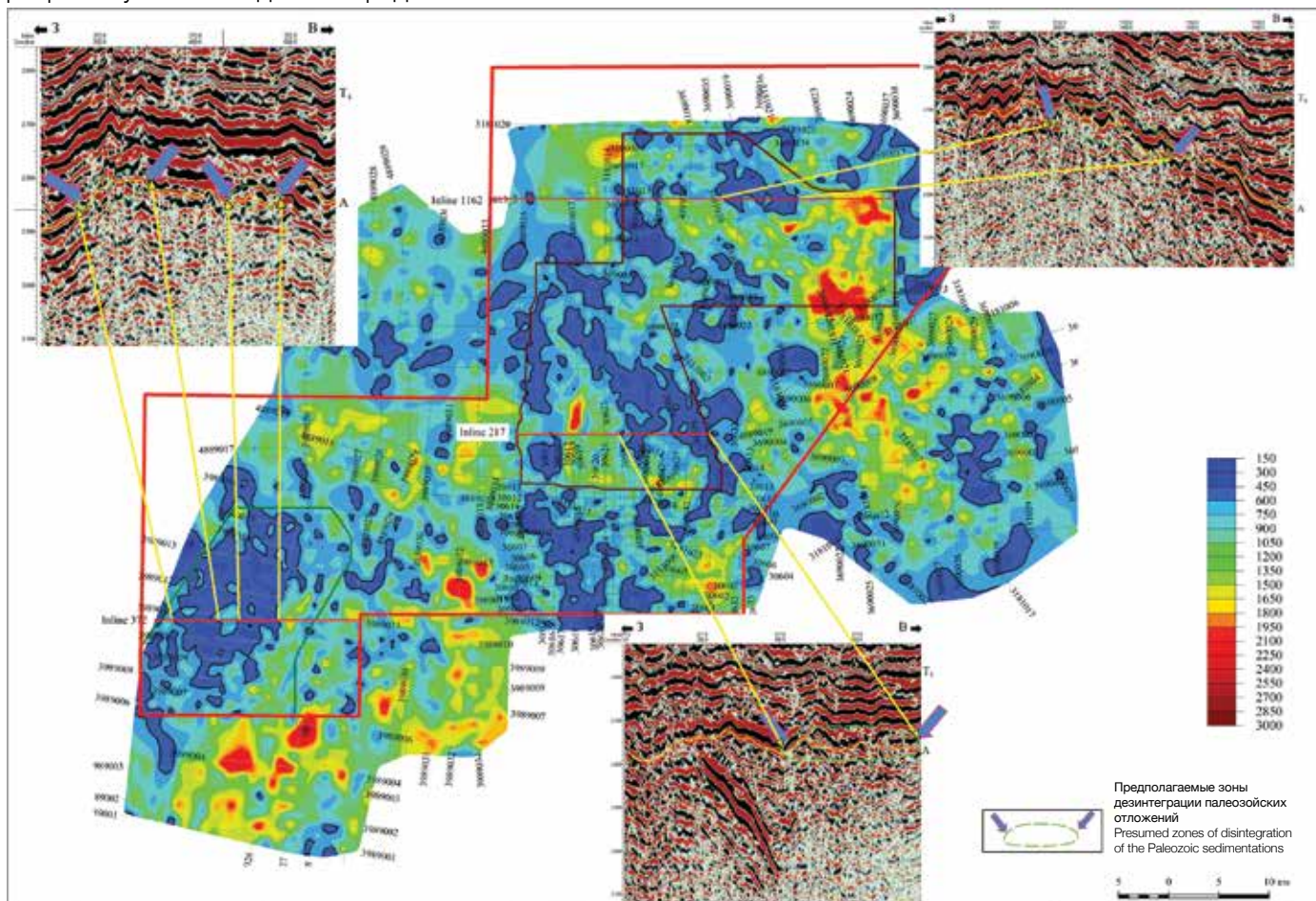


Рис. 7: Выделение перспективных зон вблизи кровли доюрского основания

Pic 7: Delineated potential petroleum bearing areas near the top of the pre-Jurassic basement

области распространения пород, связанные с зонами дезинтеграции палеозойских отложений и предположительно обладающие коллекторскими свойствами.

На временных сейсмических разрезах корам выветривания соответствуют зоны интерференции и ухудшения прослеживаемости ОГ А, на карте среднеквадратичных амплитуд по ОГ А (окно расчёта 0/+50 мс) к ним приурочены области пониженных значений RMS амплитуд (Рис.7). На полученных картах среднеквадратичных значений энергии сейсмического сигнала, рассчитанных по ОГ А в окне 0/+50 мс по кубам на площадях (Рис.8,9) вышеописанные перспективные зоны также приурочены к областям пониженных значений сейсмического атрибута.

Для оценки перспектив доюрского комплекса были рассчитаны карты динамических атрибутов в широких окнах ниже ОГ А. В результате комплексного анализа характера волновой картины на временных сейсмических разрезах и карты сейсмических атрибутов, в плане

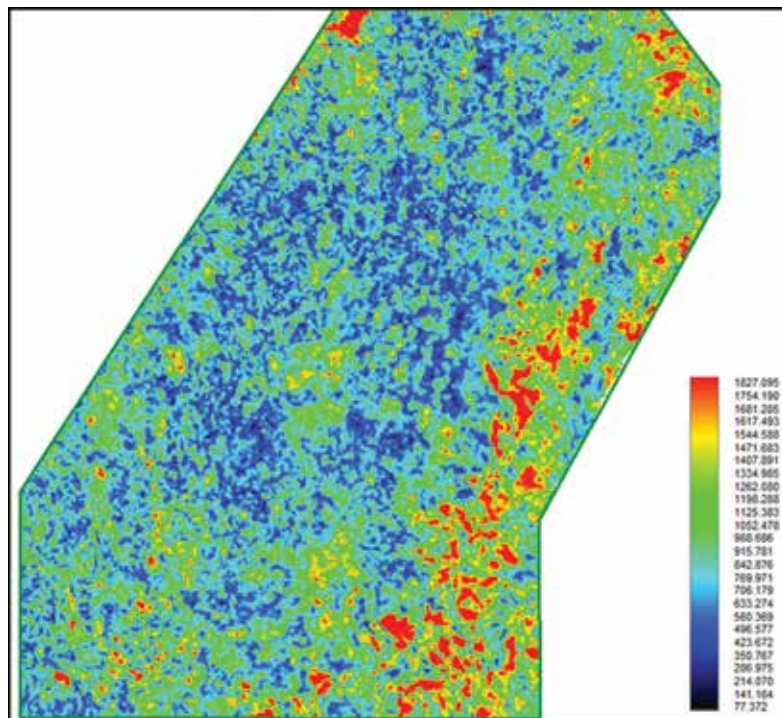


Рис. 8: Карта среднеквадратичных значений энергии по ОГ А, рассчитанных в окне 0-50 мс

Pic 8: RMS energy map along the reflecting horizon A, calculated in the window 0-50 ms

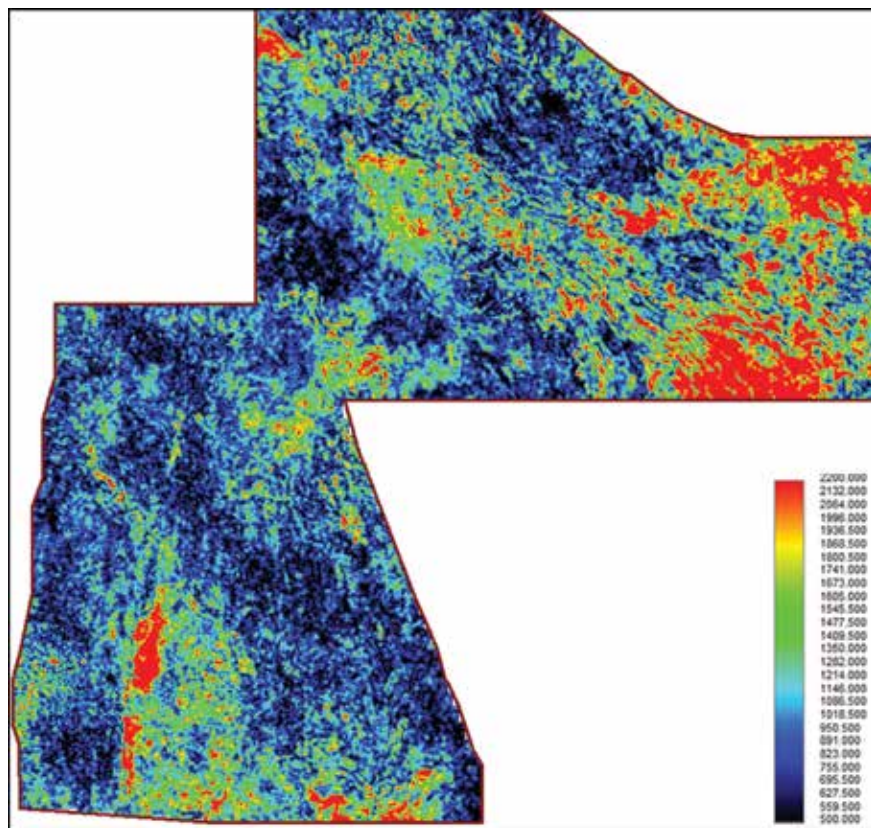


Рис. 9: Карта среднеквадратичных значений энергии по ОГ А, рассчитанных в окне 0-50 мс

Pic 9: RMS energy map along the reflecting horizon A, calculated in the window 0-50 ms

with the areas of disintegrated Paleozoic deposits, presumably featured with reservoir properties.

The interim seismic cross-sections illustrate that the weathering crusts correspond to the areas of interference and lower traceability of the reflecting horizon A, while the map of RMS amplitudes shows their correlation with the low values of RMS amplitudes along the reflecting horizon A (calculation window 0/+50 ms) (Fig.7) The above mentioned potential petroleum bearing areas are also associated with the areas of low values of the seismic attribute in the derived RMS maps of the seismic signal energy, calculated along the reflection horizon "A", in the window of 0/50 ms, by the amplitude volumes.

To estimate the potential petroleum bearing capacity of the pre-Jurassic complex, maps of dynamic seismic attributes were designed in a wide range of windows under the reflection horizon "A".

As a result of the integral analysis of the wave pattern in the interim seismic

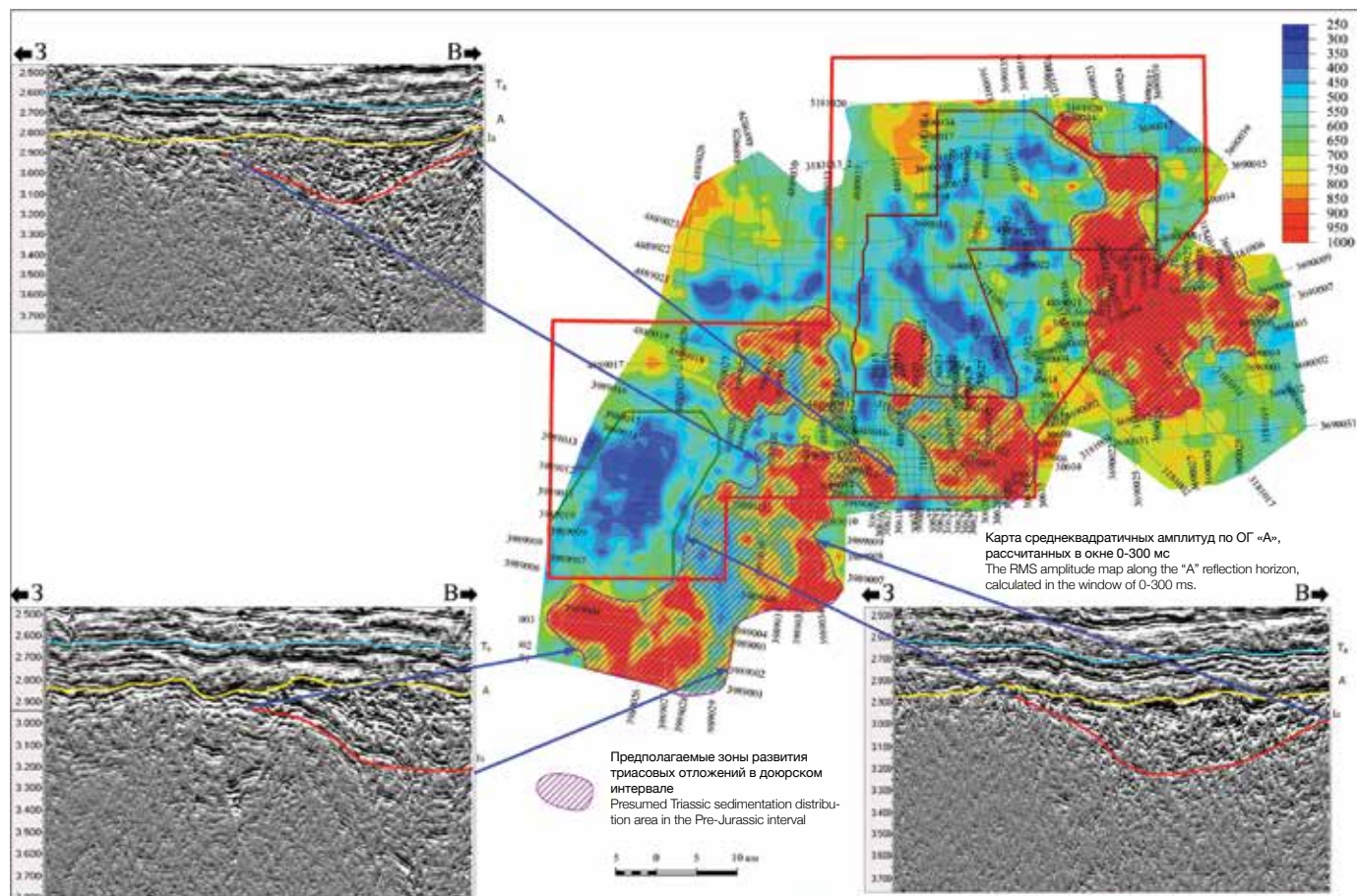


Рис. 10: Выделение перспективных зон развития триасовых отложений в доюрском интервале

Рис 10: Delineated potential petroleum bearing areas of the Triassic deposits distributed in the pre-Jurassic interval

схематично закартированы зоны распространения триасовых отложений предположительно тампейской серии, заполняющих древние впадины палеозойского фундамента (Рис.10).

Выделенные объекты имеют достаточно крупные размеры и представляют собой высокеемкие перспективные ловушки для залежей УВ.

Особенности подсчета запасов УВ в породах фундамента

Подсчет запасов и ресурсов УВ в глубокопогруженных породах доюрского возраста в Западной Сибири существенно затруднен, в связи с их недостаточной изученностью и трудностью интерпретации получаемых результатов. Среди геологов нет единого мнения в вопросе выделения работающих коллекторов в эффузивно-терригенных, магматических и метаморфических породах, значительно переработанных в процессе их погружения. Остается дискуссионным сам вопрос геологического строения и механизма нефтегазоносности плотных отложений монолитных толщ. Выше нами была показана возможность выделения ловушек залежей УВ на основе

cross-sections and the seismic attribute map, the distribution areas of the Triassic deposits, filling the ancient bowls of the Paleozoic basement, supposedly of the Tampeian series, was sketchily mapped (Fig.10).

The delineated targets have a sufficiently large size and have the form of high-capacity potential petroleum bearing traps.

Specifics of the Assessment of the HC Reserves in Basement Rocks

Calculation of the HC reserves and resources in the West Siberian deep-seated rocks of pre-Jurassic age is significantly hampered due to their insufficient exploration maturity and the difficulty in interpretation of the obtained data. Geologists have no consensus on the issue of delineation of acting reservoirs in the effusive terrigenous, magmatic and metamorphic rocks, considerably reworked in the course of their plunging. The issue of geological structure and the hydrocarbon trapping mechanism for bonded deposits of monolithic thicknesses is still under discussion. Herein above we showed the possibility of delineating traps of HC deposits based on the interpreted seismic survey data. Nevertheless, to estimate the reserves, one should know the distribution of reservoirs within a trap, the location of

интерпретации данных сейсморазведки. Однако, для подсчета запасов важно знать распределение коллекторов внутри ловушки, положение границ зон их полного отсутствия. Повышенная тектоническая активность на больших глубинах обуславливает значительную изменчивость строения и свойств пород-коллекторов и пород-флюидопоров. В доюрском комплексе с глубиной увеличивается плотность пород, уменьшается их проницаемость, изменяется характер пустотности, из порового типа она превращается в трещинно-поровую, трещинно-каверновую [11].

Значительно затрудняет подсчет запасов УВ в породах доюрского комплекса так же их существенная разобщенность пластов-резервуаров. Как правило, они на коротких расстояниях разделены на фрагменты разломами, зонами отсутствия коллекторов и т.д., что отражается в разрывах осей синфазности на сейсмических разрезах. На большинстве выявленных залежей в глубокозалегающих породах фундамента отмечается крайняя неоднородность строения продуктивных толщ, в частности, хаотичное распределение пород-коллекторов и плотных непроницаемых пород, как это показано на примере месторождения Белый Тигр (Рис.2).

Таким образом, в виду недостаточной изученности, до сих пор не ясна природа емкости и проницаемости пород фундамента, не разработаны методы выделения коллекторов по данным ГИС, нет петрофизической основы подсчета запасов. В этих условиях, по нашему мнению, наиболее адекватной является модель «сложного коллектора», на основе которой осуществляется подсчет запасов в отложениях бажендовской свиты и абалака. При этом подходе продуктивной считается только часть толщи пород, в пределах которой фиксируются зоны трещиноватости с вторичной емкостью и проницаемостью, из которых получены притоки нефти. Эти участки разреза, выделяемые по данным гидродинамического каротажа, являются проводниками нефти в скважину и дренируют матрицу, подпитывающую их нефтью. При отсутствии проницаемых прослоев в разрезе, породы его слагающие относятся к непродуктивным, не отдающим нефть. Запасы нефти по таким участкам разреза не считаются.

При подсчете запасов нефти в породах фундамента и ее добыче следует иметь ввиду, что объем начальных геологических запасов может быть не постоянным. В работах казанского профессора Р.Х.Муслимова [9] показано, что накопленный за годы разработки месторождений в «старых» нефтедобывающих районах огромный фактический материал однозначно свидетельствует, что запасы нефти в залежах в процессе разработки могут не только убывать, но увеличиваться за счет постоянной «подпитки» из кристаллического

the boundaries in the areas where they are completely absent. Higher tectonic activity at great depths determines considerable changeability of the structure and properties of the reservoir and fluid seal rocks. Pre-Jurassic complex is characterized by rock density and increases with depth, while the permeability decreases, and the nature of cavitation is changing – from a porous type it turns into a pore-fractured, fissured-cavernous cavitation [11].

Calculation of HC reserves in the pre-Jurassic complex is considerably hindered by a significant separation of reservoir beds. As a rule, they are divided into fragments by faults, areas with no reservoirs, etc., which is reflected in discontinuous wave pattern in the seismic cross-sections. The extreme heterogeneity of productive strata structure is noted in the bulk of the discovered deposits, in particular, a chaotic distribution of reservoir rocks and dense impermeable rocks, as in the case of the White Tiger field (Fig.2).

Thus, due to insufficient degree of knowledge, the nature of the sorptive capacity and the permeability of the basement rocks is not known to date, no reservoir quality discrimination methods based on logging data have been developed yet, there is no petrophysical basis for assessment of the reserves. In these conditions, to our way of thinking, the model of a “composite reservoir” appears to be the most adequate model, based on which the calculation of reserves can be carried out in the deposits of the Bazhenov and Abalak Suites. Using this approach, the part of strata is considered to be productive, within which the zones of jointing having secondary capacity and permeability were established, from which oil inflows were obtained. These parts of the cross section, delineated according to hydrodynamic logging data, are conductors of oil into a well, and they drain the matrix feeding it with oil. In the absence of permeable interlayers in cross section, the rocks, composing it, are referred to as non-productive, not yielding oil rocks. Oil reserves are not counted in such parts of cross-section.

When calculating oil reserves in basement rocks and predicting oil production, one should take into account that the initial oil in place reserves may vary. It was shown in the works by Kazan's professor R.Kh.Muslimov [9] that the factual material accumulated for all the years while fields were being developed in the “old” oil producing regions unambiguously confirms that oil reserves, as the process of development goes on, may not only decrease but increase as well, due to continuous “feeding” from the crystalline basement through tectonic fissures and faults.

Summing up the above, one can state that the degree of knowledge regarding the deep-seated pre-Jurassic sedimentary and crystalline formations grows, more and more facts arise indicative of their high potential oil and gas bearing capacity. The modern seismic survey

фундамента по тектоническим трещинам и разрывам.

Резюмируя сказанное, можно констатировать, что, по мере роста изученности глубокопогруженных доюрских осадочных и кристаллических образований, появляется все больше фактов, свидетельствующих о их высокой нефтегазоперспективности. Современные сейсмические методы дают возможность выделения в этом комплексе пород значительных по размерам ловушек, перспективных для открытия промышленных месторождений нефти и газа. На наш взгляд, в настоящее время имеются все предпосылки к более широкому ведению поисково-оценочных работ, которые должны подтвердить прогноз академика А.А.Трофимука о том, что палеозойская нефть в Западной Сибири явится «золотой подложкой» ее мезозойских богатств.

ВЫВОДЫ (БЛОК ГЕОЛОГИИ)

1. Месторождения УВ, в том числе и достаточно крупные, открыты в магматических, метаморфических и карбонатных породах фундамента практически на всех континентах Земли и в акватории Мирового океана.
2. Практически во всех «старых» нефтегазоносных провинциях установлены факты «подпитки» нефтяных месторождений через секущие кристаллический фундамент разломы. В процессе вертикальной миграции УВ велика вероятность заполнения ловушек в фундаменте, приуроченных к зонам дезинтеграции слагающих его пород.
3. Последние достижения геологической науки и многочисленные факты промышленной нефтеносности фундамента во всех нефтеносных провинциях мира позволяют все большему числу исследователей рассматривать породы фундамента как нетрадиционный вид коллекторов, с которым может быть связан огромный углеводородный потенциал.
4. На территории Западной Сибири залежи нефти в домезозойском основании приурочены к дезинтегрированным метаморфическим, интрузивным и карбонатным породам, тип залежей стратиграфический.
5. На основе анализа геологических условий залегания залежей нефти в фундаменте, выделены тектонические и литологические признаки, наличие которых свидетельствует о высокой вероятности нефтеносности выявленных ловушек в доюрском комплексе.
6. Описанные в статье методы интерпретации сейсмических данных позволяют уверенно картировать перспективные ловушки различных типов в доюрском комплексе пород.

methods provide opportunity to delineate, in this rock complex, traps of considerable size, potentially bearing oil and gas in commercial volumes. To our mind, there exist all of the preconditions for a more extensive prospect-evaluation survey, which must confirm the prediction made by academician A.A.Trofimuk that the Paleozoic oil in the West Siberia would become a “golden tray” for its Mesozoic resources.

CONCLUSIONS ON GEOLOGY

1. HC fields, including major ones, were discovered in the magmatic, metamorphic and carbonate basement rocks in practically all of the continents of the Earth, and in the offshore area of the World Ocean.
2. Facts of oil fields being “fed” through the crystalline basement’s transcurrent faults have been established in practically all of the “old” petroleum provinces. As hydrocarbons vertically migrate, they are most likely to fill those basement traps that are confined in the areas of disruption of rocks composing that basement.
3. The latest achievements of in the area of geological science and multiple facts of the commercial potential oil bearing capacity in the basements in all of the petroleum bearing provinces in the world let a growing number of researchers to consider the basement rocks as non-conventional type of reservoirs possibly associated with a great potential hydrocarbon bearing capacity.
4. Oil deposits in the pre-Mesozoic basement of the West Siberia are associated with disrupted metamorphic, intrusive and carbonate rocks, the deposits are of stratigraphic type.
5. Based on the analysis of the geological conditions of oil deposited in the basement, tectonic and lithological features were revealed, whose presence speak for high probability of the potential oil bearing capacity of the traps, discovered in the pre-Jurassic complex.
6. The seismic data interpretation methods described in this article make it possible to confidently map the leads of various types in the pre-Jurassic complex of rocks.
7. Due to the insufficient exploration of the filtration-volumetric characteristics of basement rocks, the absence of methods for delineating reservoirs according to well logging data and petrophysical basis, the calculation of reserves is advisable to be carried out with the use of a “composite reservoir”, according to which separate assessments are performed for the reserves contained in the oil conducting channels and in the dense rock matrix drained by them.

REFERENCES

1. Yu.E.Khalimov. Petroleum Potential of Granitoid Basement Reservoirs. “Negtegazovaya Geologiya”

7. Ввиду недостаточной изученности емкостно-фильтрационных свойств пород фундамента, отсутствия методов выделения коллекторов по данным ГИС и петрофизической основы, подсчет запасов целесообразно осуществлять с использованием модели «сложного коллектора», согласно которой отдельно оцениваются запасы нефтепроводящих каналов и дренируемой ими матрицы плотных пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Халимов Ю.Э. Промышленная нефтегазоносность фундамента в гранитоидных коллекторах. Нефтегазовая геология. Теория и практика. -№4-2012 г.
2. Гаврилов В.П., Гулев В.Л., Киреев Ф.А. Гранитоидные коллекторы и нефтегазоносность южного шельфа Вьетнама – Москва, ООО «Издательский дом Недра», 2010. – 294 с.
3. Аширов К.Б., Боргест Т.М., Карев А.Л. Обоснование причин многократной восполнимости запасов нефти и газа на разрабатываемых месторождениях Самарской области. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т.2, №1, Геология, геофизика и геохимия, 2000 г.
4. Трофимов В.А. Кардинальное решение вопроса повышения нефтеотдачи «старых» месторождений- добыча нефти непосредственно из нефтепроводящих каналов. Георесурсы, 4(54). 2013 с. 65-68.
5. Муслимов Р.Х. Плотнокова И.Н. Учет процессов переформирования нефтяных залежей при длительной эксплуатации и глубинной подпитки при моделировании разработки нефтяных месторождений. Материалы конференции «Георесурсы», 2018.3.- 186-192.
6. Горюнов Е.Ю., Мамедов Р.А., Нгуен М.Х., Мамедова С.А. Поисковые критерии нефтегазоносности фундамента Западной Сибири. Экспозиция нефть и газ. 5(72), 10.2019.
7. Нгуен М.Х., Горюнов Е.Ю. Закономерности строения месторождений нефти и газа в фундаменте Кыулонгского бассейна (Вьетнам) // Экспозиция Нефть Газ.2018. №4. с.18-22.
8. Нгуен М.Х., Горюнов Е.Ю., Трофимов В.А. Основные признаки нефтеносности фундамента шельфа южного Вьетнама // Нефтяная провинция.2017. №3.С.29-47.
9. Муслимов Р.Х. Углубленное изучение кристаллического фундамента осадочных бассейнов – веление времени. Георесурсы. 21(4). С.55-62, 2019 г.
10. Сурков В. С., Тригубович Г. М. и др., «Разработать геологическую модель домезозойского основания Западно-Сибирской плиты на базе комплексной интерпретации материалов бурения, сейсмических данных и потенциальных полей», ФГУП (Petroleum Geology). Theory and Practice. #4, 2012.
2. V.P.Gavrilov, V.L.Gulev, F.A.Kireyev Granitoid Reservoirs and Petroleum Potential of the Southern Vietnam Shelf. – Moscow, Nedra Publishing House, 2010 – 294 pp.
3. K.B.Ashirov., T.M.Borgest, A.L.Karev. Rationale for recurrent sustainability of oil and gas deposits at the fields developed in Samara region. Bulletin of Samara Research Center under the Russian Academy of Sciences, vol.2 #1, Geology, geophysics and geochemistry, 2000.
4. V.A.Trofimov Comprehensive Solution of the Enhanced Oil Recovery Issue from the «Old» Fields - Oil Production Directly from the Oil-Bearing Channels. Georesursy (Georesources) #4(54). 2013, pp.65-68.c. 65-68.
5. R.Kh.Muslimov, I.N.Plotnikova Consideration of the processes of oil deposit reformation during long-term operation and deep feeding in modeling the development of oil fields. Materials of a conference “Georesursy” (Georesources), 2018. 3. pp.186-192.
6. E.Yu.Goryunov, R.A.Mamedov, M.H.Nguen, S.A.Mamedova. Criteria for Prospecting Petroleum Bearing Potential of Basement in West Siberia. Oil and Gas Exposition. #5 (72), 10.2019.
7. E.Yu.Goryunov, M.H.Nguyen THE MAIN FEATURES AND REGULARITIES OF THE OIL AND GAS FIELDS STRUCTURE IN THE BASEMENT OF CUU LONG BASIN (VIETNAM) // Oil and Gas Exposition. 2018. #4 p.18-22. .
8. M.H.Nguen, E.Yu.Goryunov, V.A.Trofimov. Basic Indications of Potential Petroleum Bearing Capacity of the South Vietnam Offshore Basement // “Nefyanaya Provintsiya”(Petroleum Province).2017.#3 pp.29-47.
9. R.Kh.Muslimov Deeper Study of the Crystalline Basement of Sedimentary Basins –The Imperative of Time. Georesursy (Georesources).#21(4) pp.55-62, 2019.
10. V.S.Surkov, G.M.Trigubovich and others. “To developem a geologic model of the Pre-Mesozoic Basement of the West Siberian Plate on the Basis of Complex Interpretation of Drilling Materials, Seismic Survey Data and Potential Fields», FGUP “SNIIGGIMS”, Novosibirsk, 2006.
11. S.A.Punanova, V.L.Shuster. The New Look at the Potential Petroleum Bearing Capacities of Deep-Seated Pre-Jurassic Deposits in the West Siberia. Georesursy (Georesources), vol.20 #2, pp.67-80, 2018.

«СНИИГГИМС», г. Новосибирск, 2006 г.

11. Пуанова С.А., Шустер В.Л. Новый взгляд на перспективы нефтегазоносности глубокозалегающих доюрских отложений Западной Сибири. Георесурсы, т.20.№2,С67-80, 2018.