

УДК 549(447.9)

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ И СВОЙСТВ ОТЛОЖЕНИЙ ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ БАЙКИТСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ И КАТАНГСКОЙ СЕДЛОВИНЫ

Сивкова Е. Д., Сауткин Р. С., Коробова Н. И.

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, Москва, Российская Федерация
E-mail: e.kiyashko@oilmsu.ru, r.sautkin@oilmsu.ru, n.korobova@oilmsu.ru*

На основе выделения границ ванаварской свиты и четырех пачек в разрезах скважин зоны сочленения Байкитской антеклизы и Катангской седловины были построены схемы изопакит пачек ванаварской свиты, что позволило спрогнозировать изменение мощностей в зонах отсутствия скважин. Выделение коллекторских пропластков, подсчет пористости и газонасыщенности дает возможность судить о потенциале фильтрационно-емкостных свойств отложений.

Ключевые слова: ванаварская свита, Лено-Тунгусский бассейн, Байкитская антеклиза, Катангская седловина, выделение коллекторов, пористость, схемы изопакит.

ВВЕДЕНИЕ

Перспективы нефтегазоносности терригенных отложений вендской системы Байкитской, Катангской, Присяно-Енисейской и Непско-Ботуобинской нефтегазоносных областей связаны главным образом с отложениями непского горизонта. В зоне сочленения Байкитской антеклизы и Катангской седловины (Рис. 3) горизонт представлен отложениями ванаварской свиты, которые с размывом залегают на породах рифея и фундамента. Выделение ванаварской свиты в разрезах скважин, определение фильтрационно-емкостных свойств пород позволяет оценить потенциал непского горизонта в качестве регионального резервуара и выявить дальнейшие направления исследований.

1. ВЫДЕЛЕНИЕ ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ В РАЗРЕЗАХ СКВАЖИН

Отложения ванаварской свиты представлены переслаиванием коричневатосерых, пестроцветных песчаников, алевролитов и алевролито-аргиллитов коричневых, реже зеленоватых, встречаются прослои брекчий. В кровле и подошве свиты, как правило, залегают аргиллиты и алевролиты, реже песчаники.

Выделение свиты и ее стратиграфических аналогов произведено на основе данных изучения керна и геофизических исследований скважин (ГИС), таких как гамма-каротаж (ГК), нейтронный гамма-каротаж (НГК), акустический каротаж (АК), боковой каротаж (БК) и кавернометрия (ДС). Преимущественно терригенные отложения ванаварской свиты отчетливо выделяются по данным ГИС на фоне подстилающих и перекрывающих карбонатных отложений (Рис. 4).

Верхняя граница ванаварской свиты, перекрываемая глинисто-сульфатно-карбонатными породами оскобинской (или катангской при отсутствии первой)

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ И СВОЙСТВ ОТЛОЖЕНИЙ ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ БАЙКИТСКОЙ...

свиты и ее аналогов, достаточно четко выделяется по данным ГИС: по резкому повышению значений кривой БК, понижению ГК, НГК, АК и отсутствию каверн (ДС) в вышележащих отложениях. Выделение нижней границы отложений ванаварской свиты в разрезах скважин также не вызывает осложнений в случае, когда ниже залегают породы фундамента или карбонатные, а также глинисто-карбонатные породы рифея. В случае, когда породы ванаварской свиты подстилаются терригенными породами рифейской системы с похожими каротажными характеристиками, точное выделение нижней границы отложения производят на основе данных исследования кернового материала. Примером данного типа разрезов могут служить разрезы скважин Подпорожная 106, Чемдальская 115, Чуньская 120.

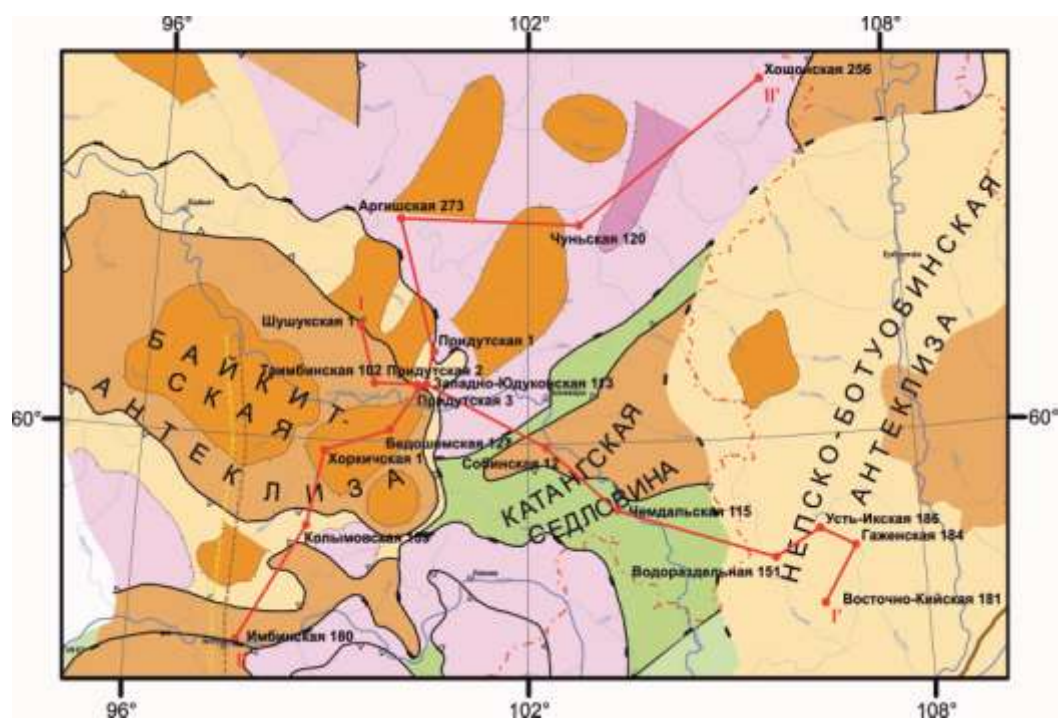


Рис. 3. Тектоническая карта (Старосельцев В. С, 2001) с расположением скважин и профилей

В скважинах Водораздельная 151, Усть-Икская 186 и Гаженская 184 ввиду отсутствия данных ГИС в нижней части исследуемого интервала выделение нижней границы ванаварской свиты производилось на основе описаний керна.

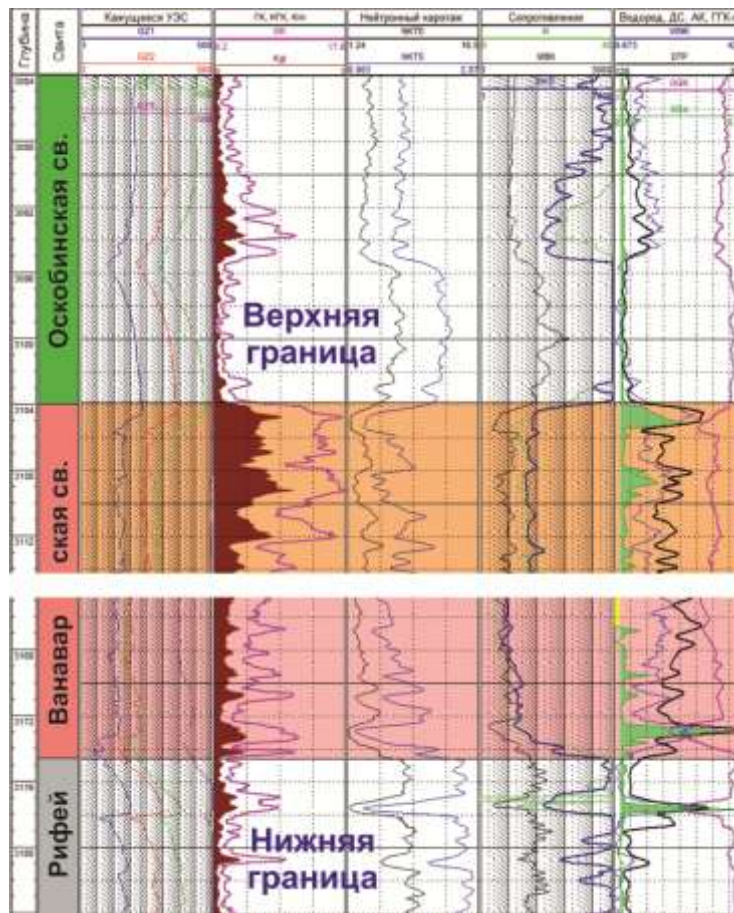


Рис. 4. Пример выделения границ свиты по ГИС

Выделение отложений ванаварской свиты в скважине Шушукская 1 носит дискуссионный характер. В разрезе данной скважины ниже отложений катангской свиты были вскрыты пачки песчано-глинистых пород мощностью около 17 м. Характерные для верхней части оскобинской свиты терригенно-сульфатно-карбонатные породы отсутствуют. Ниже этой пачки залегают интенсивно кавернозные ангидритистые доломиты (данные ФГУП СНИИГГиМС, 2012) (Рис. 5), мощностью 16 м, ниже которых залегают серые и темно-серые доломиты, в которых каверны отсутствуют.

Мнения исследователей по поводу стратиграфического положения вышеупомянутой терригенной пачки разделились. Первая группа исследователей полагает, что пачку следует относить к средней части оскобинской свиты (ФГУП СНИИГГиМС). Так как средняя пачка оскобинской свиты характеризуется

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ И СВОЙСТВ ОТЛОЖЕНИЙ ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ БАЙКИТСКОЙ...

преимущественно терригенным составом, а отсутствие верхней пачки оскобинской свиты в данном случае можно объяснить ее размывом в предкатангское время [1].

Вторая группа исследователей (Мельников Н. В., Варганов А. С., Красильникова Н. Б.), в том числе и автор, полагает, что терригенную пачку следует относить к ванаварской свите, учитывая, что в данном районе отложения оскобинской свиты были полностью размывы. Кавернозные доломиты в этом случае следует относить к верхней части рифея, что объясняет их интенсивное карстование в ходе длительного предвендского перерыва.



Рис. 5. Фотография керна (граница отложений вендской и рифейской систем, интервал 2764,6–2776,7 м) (Масленников М. А., 2015 с дополнениями) и каротажные диаграммы скважины Шушукская 1

2. ВЫДЕЛЕНИЕ ПАЧЕК В ПРЕДЕЛАХ ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ И ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ И СВОЙСТВ

В разрезе ванаварской свиты исследуемого региона автором были выделены четыре пачки (нумерация снизу вверх) на основе лито-стратиграфического анализа. Выделение границ пачек в подошве достаточно мощного глинистого пласта позволяет достаточно точно проследить их на обширной территории. На каротажных диаграммах данная граница хорошо видна по резкому повышению значений гамма каротажа и наличию больших каверн (Рис. 6).

Для изучения изменений мощностей и геологического строения выделяемых пачек были построены профили вкрест друг другу (Рис. 3, Рис. 7). Во всех скважинах в пределах ванаварской свиты были выделены границы четырех пачек, а также пропластки песчаников, принятые как потенциальные коллекторы. В скважинах Придутская 1, 2 и 3, Западно-Юдуконская 113, Оскобинская 1 и Собинская 12 была рассчитана пористость и газонасыщенность песчаных пропластков (Рис. 8). По результатам выделения пачек в скважинах были построены схемы изопакит.

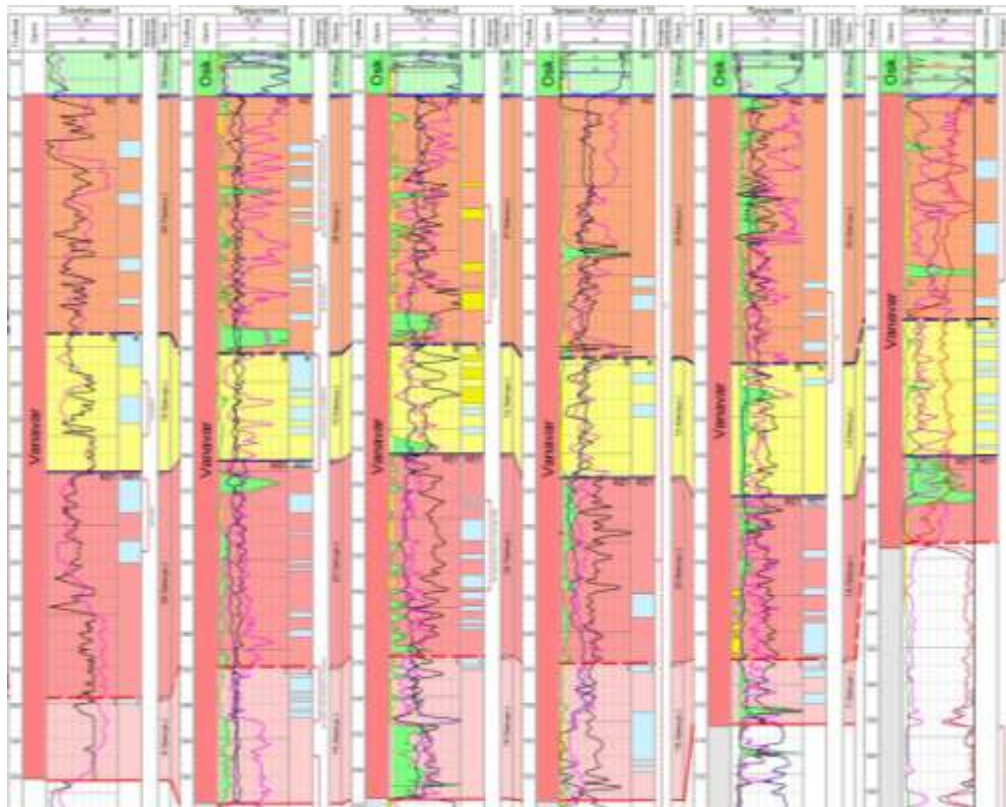


Рис. 6. Выделение пачек по данным ГИС

В ванаварское время рельеф дна морского бассейна был достаточно контрастным. На западе существовала денудационная суша, сложенная отложениями рифея и кристаллического фундамента (центральная часть Камовского мегасвода и Байкитской антеклизы – Юрубчанское плато) [2]. Суша продолжалась вплоть до Бедошемского вала в виде структурного носа, что выявлено по данным сейсморазведки и подтверждается результатами палеореконструкций. Кроме того, на юго-западе с позднего рифея между Подпорожной и Хоркической площадями (район Тайгинско-Таимбинской зоны) существовало поднятие, также являющееся источником сноса терригенного материала [3]. Источники сноса обрамлялись континентальными отложениями склонов и временных потоков. Далее в восточном и юго-восточном направлениях в раннем венде простиралась приливная равнина. Осадконакопление происходило в обстановках мелководного моря. В начале ванаварского времени трансгрессия моря охватила склоны Байкитской антеклизы, а ее центральная часть оставалась сушей вплоть до начала катангского времени. Трансгрессия моря в течении ванаварского

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ И СВОЙСТВ ОТЛОЖЕНИЙ ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ БАЙКИТСКОЙ...

времени обусловила постепенную смену обстановок осадконакопления от преимущественно континентальных в начале к морским в конце ванаварского времени [4].

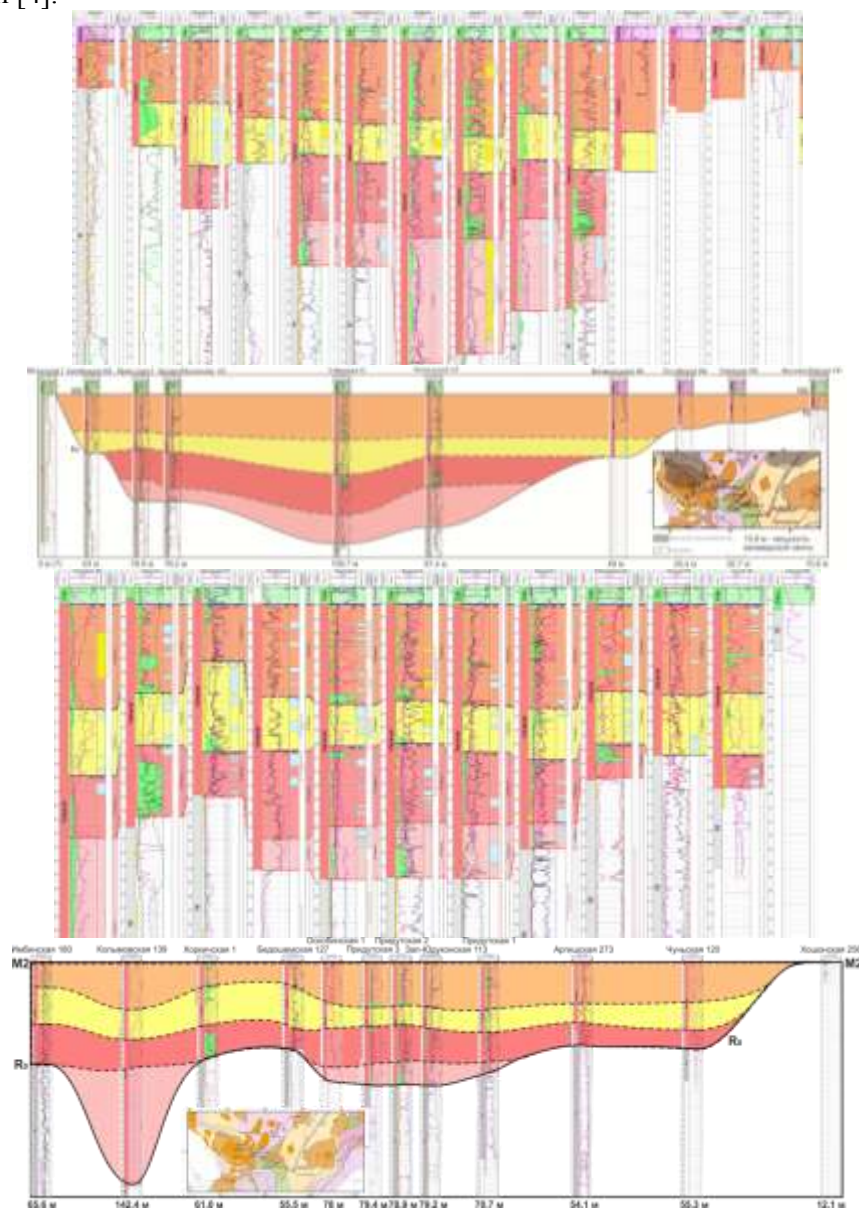


Рис. 7. Корреляция пачек ванаварской свиты с выравниванием на кровлю свиты и выделением коллекторов

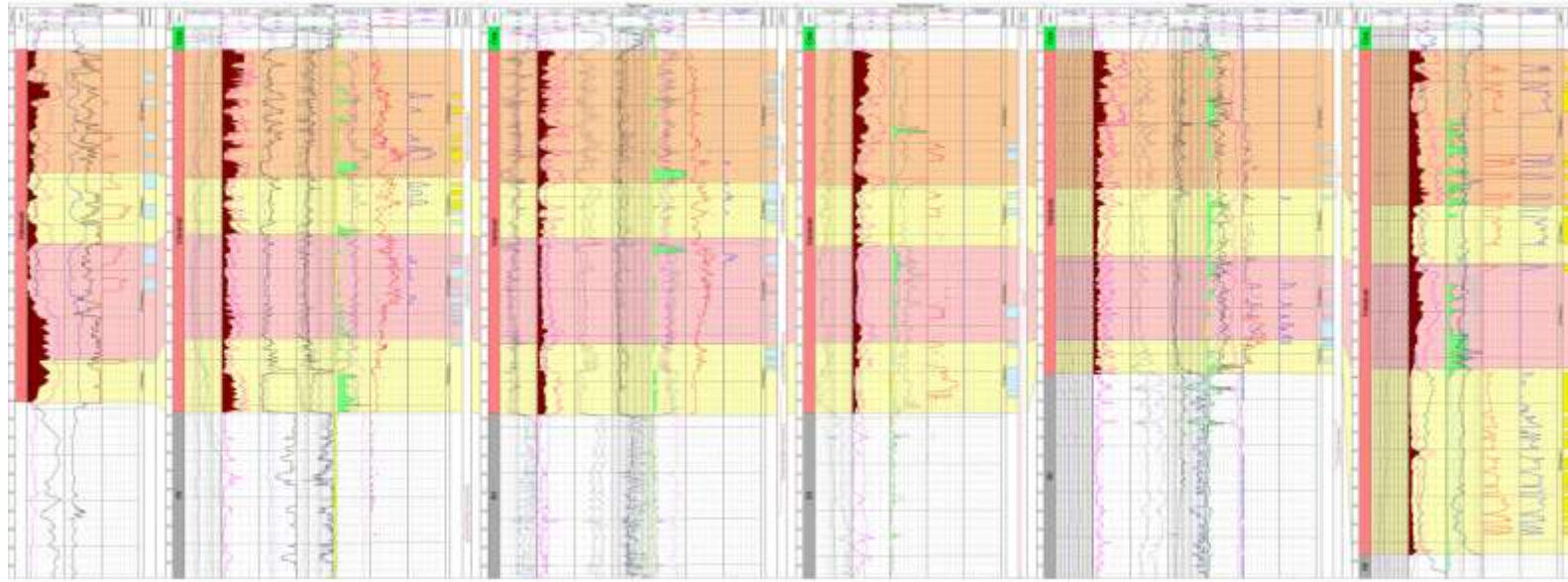


Рис. 8. Корреляция пачек ванаварской свиты в скважинах Оскобинская 1, Придутская 2, Придутская 3, Западно-Юдуконская 113, Придутская 1, Собинская 12 с выравниванием на кровлю свиты, а также выделение коллекторских пропластков, расчет пористости и газонасыщенности в пределах свиты

Большая часть исследуемого района во время накопления первой пачки (I) находилась в пределах суши. Образованные в континентальных условиях коллювиально-делювиальные и флювиальные отложения представлены смешанными красновато-коричневыми глинисто-алевритовыми и алевритово-глинистыми породами в нижней части и коричневыми, красно-коричневыми алевритово-глинистыми, глинистыми породами, неравномерно расслоенными приливыми песчаниками и смешанными гравийно-песчаными интракластовыми отложениями в верхней. Рассматривая изменения в строении разрезов по латерали с юго-запада на северо-восток отмечается уменьшение содержания песчаного материала в прикровельной части.

Отложения первой пачки отсутствуют в пределах Байкитской антеклизы и распространены только на восточном и южном склонах. В пределах Катангской седловины мощность возрастает до 40 м, уменьшаясь в сторону Непско-Ботубобинской антелизы и курейской синеклизы до полного исчезновения (Рис. 9).

Пористость песчаных пропластков по скважинам Придутской площади в среднем варьирует от 5–8 %, увеличиваясь в скважине Придусткая 2 до 12–14 %. Также в скважине Придусткая 2 в интервале глубин 2782,2–2783,1 м выделяется ангидритизированный пропласток мощностью 0,9 м, вероятно связанный с отложениями временных потоков.

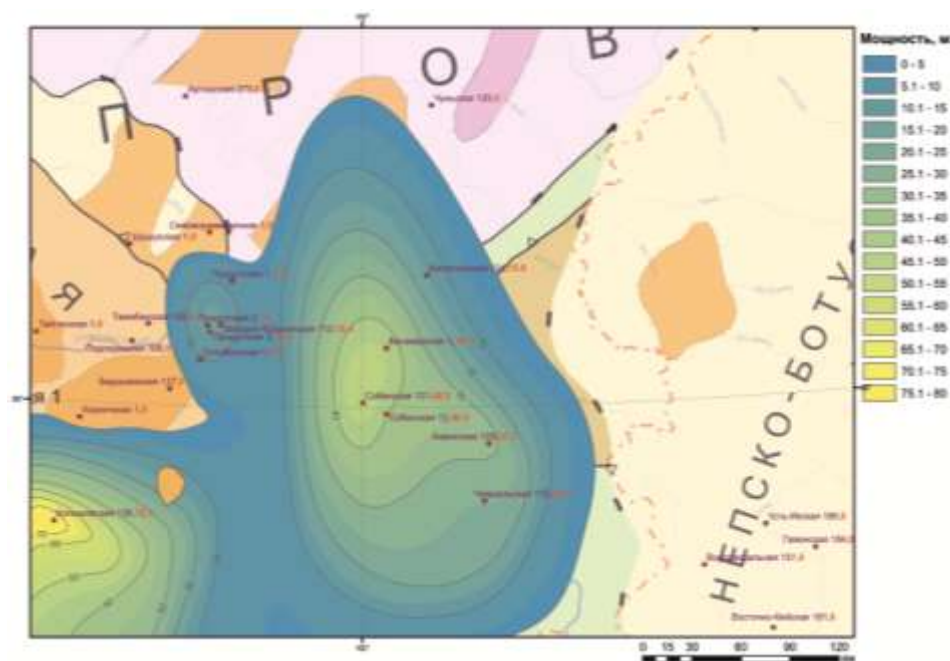


Рис. 9. Схема изопакит первой пачки (красным цветом после номера скважины указана мощность пачки)

В скважине Оскобинская 1 состав пачки преимущественно глинистый, с присутствием тонкого песчано-алевритового пропластка (пористость 15 %) мощностью 0,5 м в кровле пачки. На Собинской площади мощность пачки составляет 40,3 м, разрез имеет цикличное строение с чередованием алевритового и песчаного материала. Пласты песчаников насыщены газом, пористость варьирует от 2 % до 19 %, в среднем 14 %.

Нижняя часть второй пачки (II) образовалась в условиях приливной и мелководной седиментации. Представлена чередованием разномеристых песчаников и глинисто-алевритовых пород. Верхняя часть пачки формировалась в более мелководных условиях во время относительного понижения уровня моря, образована песчаниками крупно- и крупно-среднезернистыми, которые перекрыты ритмитами песчаного, выше песчано-алевролитового и алевролитового составов.

Отложения отсутствуют в пределах Байкитской антеклизы в скважинах Шушукская 1, Таимбинская 102. На ее юго-восточном и восточном склонах мощность колеблется в пределах 18–25 м, уменьшаясь в сторону Курейской синеклизы (Рис. 10), где она составляет 11–14 м. К югу от Байкитской антеклизы в сторону Присяжно-Енисейской синеклизы мощность увеличивается до 17 м. В пределах Катангской седловины мощность пачки составляет 22–25 м.

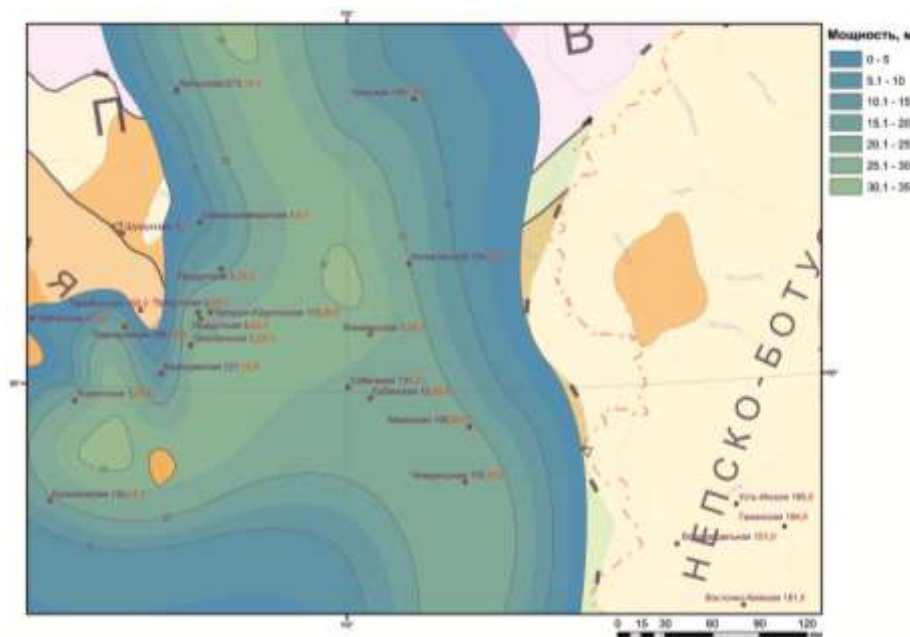


Рис. 10. Схема изопакит второй пачки (красным цветом после номера скважины указана мощность пачки)

В скважинах Придурской площади вторая пачка мощностью 18,4–23,1 м представлена переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Мощность

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ И СВОЙСТВ ОТЛОЖЕНИЙ ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ БАЙКИТСКОЙ...

песчаных пластов достигает 2,5 м, алевролитов и аргиллитов – до 1–2 м. Пористость изменяется от 5 % до 16 %, достигая 20 % в кровле пачки. В скважине Оскобинская 1 мощность пачки составляет 25,3 м. В нижней части выделяется мощный глинистый пропласток, выше – переслаивание алевролитов и песчаников. Пористость варьирует от 8 % до 17 %, в среднем – 12 % (Рис. 8). Вторая пачка на Собинской площади мощностью 22,9 м имеет сложное неоднородное строение: приподошвенная часть выполнена алевролитовым материалом. Часто отмечаются прослой и врезы глинистого материала. Песчаный газонасыщенный пропласток выделяется лишь в верхней части пачки, с пористостью около 16 %.

Верхняя толща, включающая третью и четвертую пачки ванаварской свиты, была образована в более спокойной гидродинамической среде. Во время накопления третьей пачки (III) происходила смена приливной и мелководной седиментации, что отражено в составе в виде чередования алевроито-песчаных алевроито-глинистых прибрежно-морских отложений с редким проявлением условий подвижного мелководья с образованием маломощных аккумулятивных форм.

Отложения имеют выдержанную мощность 12–15, увеличиваясь на южном склоне Байкитской антеклизы и в сторону Курейской синеклизы до 20–25 м (Рис. 11).

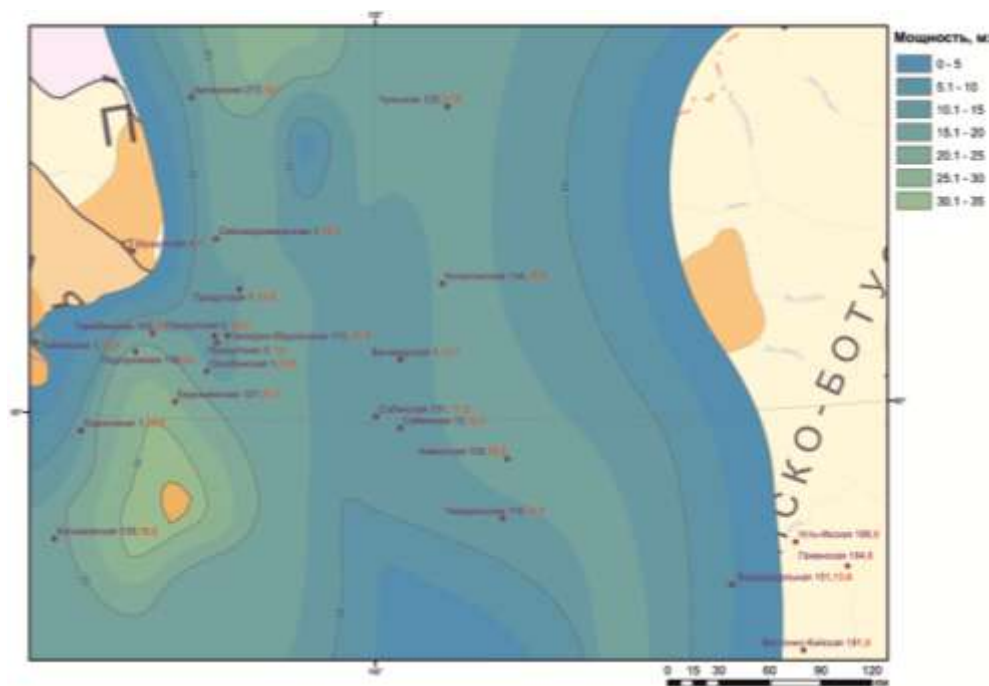


Рис. 11. Схема изопачит третьей пачки (красным цветом после номера скважины указана мощность пачки)

В скважине Оскобинская 1 мощностью 15,5 м выделяются два пласта глин и

два пласта песчаников, мощностью 3–4 м с пористостью от 5 % до 20 %, в среднем 13 %. В скважине Придутская 1 в верхней части выделяется пласт песчаника с пористостью от 2 % до 8 %, в среднем пористость составляет 4 %. В скважине Придутская 2 верхние пласты песчаников газонасыщены. В скважине Западно-Юдоконская 113 пачка мощностью 14,8 м представлена песчаником с тонкими прослоями и врезами алевролита и аргиллита. Пористость песчаника варьирует от 5 % до 9 %, в среднем 7 %. В скважине Собинская 12 третья пачка имеет мощность 12,7 м. Отмечаются мощные пласты песчаников мощностью до 6 м и пористостью от 13 % до 22 %, в среднем 17 %. Пласты газонасыщены.

В период образования четвертой пачки (IV) район работ представлял морфологически симметричный морской бассейн субмеридионально ориентированный. На северо-западе его обрамляла Байкитская суша, в центральной части выделялась шельфовая впадина. Мощность пачки в пределах изучаемой территории достаточно выдержана – 25–35 м, увеличиваясь в сторону Курейской и Присяжно-Енисейской синеклиз до 40–45 м (Рис. 12).

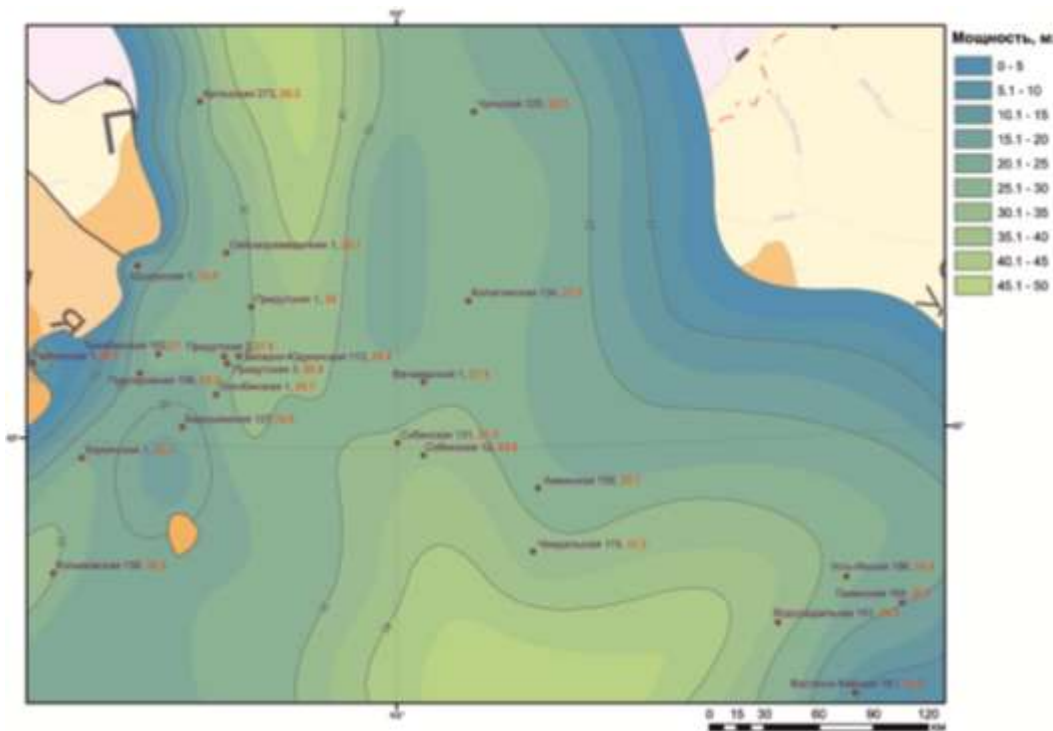


Рис. 12. Схема изопачит четвертой пачки

Трансгрессивная толща четвертой пачки формировалась при последовательной

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ И СВОЙСТВ ОТЛОЖЕНИЙ ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ БАЙКИТСКОЙ...

смене приливной, прибрежной и мелководной обстановок седиментации, что отражается в постепенной смене алевритово-песчаных отложений глинисто-песчано-алевролитовыми, завершая разрез преимущественно глинистыми породами.

Мощность глин в скважине Оскобинская 1 достигает 5 м, мощность песчаников – 2 м, пористостью от 4 % до 11 %, в среднем 8 %. На Придутьской площади пачка мощностью 28–30 м представлена переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Песчаники имеют смешанный состав с пористостью от 5 % до 12 %, в приподошвенной части – до 18–24 %. В скважине Придутьская 2 песчаники газонасыщены (67–76 % по ГИС). По результатам опробования интервала 2725–2738 м приток газа составил 141 тыс. м³/сут. На Собинской площади пачка мощностью 33,8 м также имеет сложное неоднородное строение, обусловленное переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Песчаники, мощностью от 0,5 м до 4 м, газонасыщены, что также подтверждается результатами опробования (305 м³/сут).

Общая мощность ванаварской свиты в пределах Байкитской антеклизы варьирует от 43 до 61 м (Рис. 13), увеличиваясь на восточном склоне до 80 м.

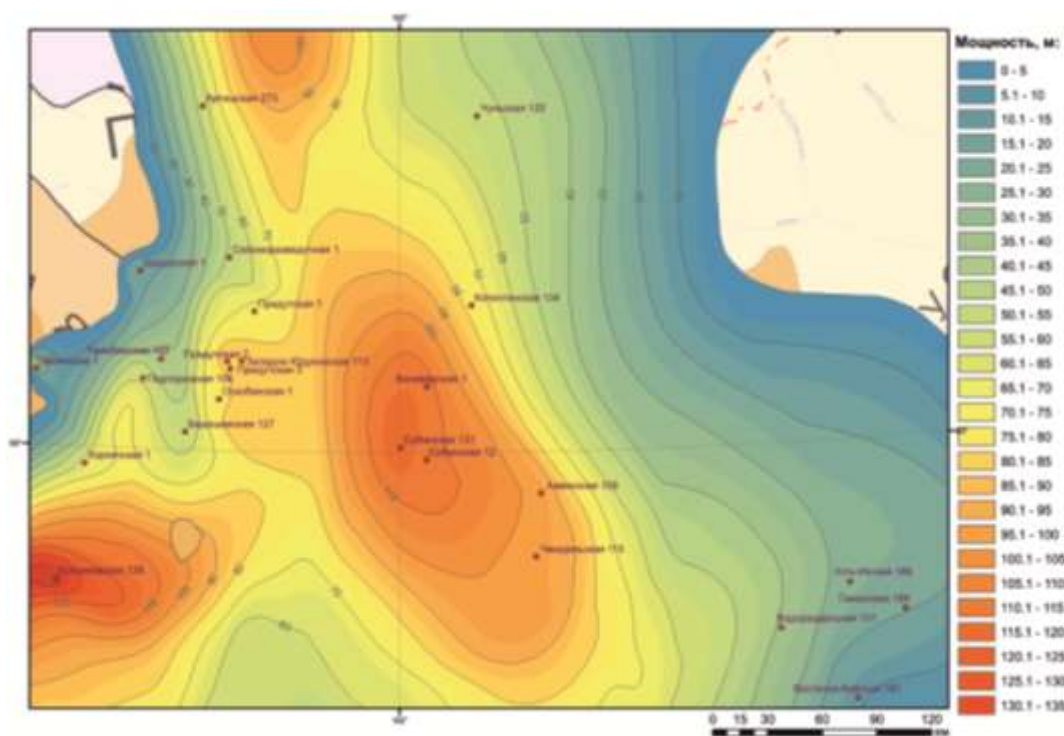


Рис. 13. Схема изопачет ванаварской свиты

В сторону Курейской синеклизы мощность уменьшается до 55 м, выклиниваясь на

северо-востоке изучаемого района (в скважине Хошонская 256). В центральной части исследуемого района в пределах Катангской седловины мощность возрастает до 113 м. В сторону Непско-Ботуобинской антеклизы мощность свиты постепенно уменьшается с 47 до 10 м. На южном склоне Байкитской антеклизы мощность ванаварской свиты достигает максимальных значений в 142,4 м в скважине Колымовская 139. Выделенные зоны увеличения мощностей связаны, главным образом, со склонами палеопрогибов, где в ванаварское время накапливалось большое количество терригенных осадков.

ВЫВОДЫ

В ходе написания статьи были получены следующие результаты:

- оконтурена зона распространения ванаварской свиты, а также выделены интервалы отложений в разрезах скважин;
- в пределах свиты выделены четыре пачки, по каждой из которых построены схемы изопахит;
- о высоком коллекторском потенциале отложений свидетельствует наличие песчаных коллекторов в процентном соотношении составляющие около 20 % от общей мощности свиты со средней пористостью 10–15 %;
- продуктивность толщи подтверждается результатами опробования на Придутской, Ванаварской, Колымовской, Подпорожной и Собинской площадях;
- верхние пачки (III и IV), в пределах которых выделены коллекторы с повышенными фильтрационно-емкостными свойствами и получено большее число притоков УВ, наиболее выдержаны в пределах всего изучаемого района;
- основные перспективы ванаварской свиты связаны с инверсионными поднятиями в зонах повышенных мощностей, примером которого является Собинско-Пайгинское месторождение;
- дальнейшие исследования должны быть направлены на склоны палеопрогибов, где в ванаварское время образовалась мощная песчано-глинистая толща, затем сформировались антиклинальные ловушки, которые впоследствии (мезо-кайнозойское время) были переформированы и частично разрушены.

Список литературы

1. Масленников М. А. Нефтегазоносность венда северо-восточного склона Байкитской антеклизы // Перспективные на нефть зоны и объекты Сибирской платформы. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2009. С. 58–62.
2. Конторович А. Э., Беляев С. Ю., Конторович А. А., Старосельцев В. С., Мандельбаум М. М., Мигурский А. В., Моисеев С. А., Сафронов А. Ф., Ситников В. С., Филиппов Ю. А., Хоменко А. В., Еремин Ю. Г., Быкова О. В. Тектоническая карта венд-нижнепалеозойского структурного яруса Лено-Тунгусской провинции Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 8. С. 851–862.
3. Константинова Л. Н. Прогноз коллекторов нефти и газа в вендском и верхневендском-нижнекембрийском нефтегазоносных комплексах Байкитской нефтегазоносной области

ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТЕЙ И СВОЙСТВ ОТЛОЖЕНИЙ ВАНАВАРСКОЙ СВИТЫ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ БАЙКИТСКОЙ...

(Сибирская платформа): Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. геол.-минерал. наук., Новосибирск: Сиб. науч.-исслед. ин-т геологии, геофизики и минер. сырья, 2002. 24 с.

4. Стариков Л. Е. Фациальные особенности накопления вендских терригенных отложений Катангской седловины // Геология нефти и газа. 1989. № 11. С. 53–56.

INVESTIGATION OF VANAVARA FORMATION THICKNESS AND PROPERTY VARIATION IN BAIKIT ANTECLISE AND KATANGSKAYA SADDLE CONJUNCTION ZONE

Sivkova E. D., Sautkin R. S., Korobova N. I.

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geology, Department of “Geology and geochemistry of fuel resources”, Moscow, Russia

E-mail: e.kiyashko@oilmsu.ru, r.sautkin@oilmsu.ru, n.korobova@oilmsu.ru

The survey area is located in central East Siberia. According to the administrative system, this territory belongs to Krasnoyarsk region. Regional geological and geophysical exploration degree is quite low. According to the tectonic zoning, survey area covers south and east slopes of the Baikite anteklise, south part of the Kureika syncline, the Katanga saddle and the Nepa-Botuoba anteklise's south-eastern slope of the Siberian platform.

Petroleum potential of Vendian terrigenous deposits are mainly related to the Nepa horizon. Within research area, the Nepa horizon is represented by the Vanavara formation, which formed by layering of sandstones, siltstones and reddish-brown mudstone, sandy and silty, sometimes turning into pure siltstones. By the log and core data, the Vanavara formation intervals was allocated in each well column. The formation was separated into four packages (numbering from the bottom up) on the base of litho-stratigraphic analysis. Packages boundaries line under bottom of thick clay layers, that allows to accurately trace them over large area. By log, borders was detected by the leap of natural radioactivity and large holes. The allocation of the whole Vanavara formation and its packages deposits in each well gave data for isochron mapping. This research allows to predict the formation thickness variation in the lack of wells areas. The Vanavara formation thickness within the Baikite anteklise varies from 43 to 61 meters, on the eastern slope increasing to 80 meters. Towards the Kureika syncline, the thickness declines to 55 meters, to complete wedging out in the north-east of study area. Within the Katanga saddle, in the central part of study area, the thickness increases to 113 meters. Towards the Nepa-Botuoba anteklise, the formation thickness gradually decreases from 47 to 10 meters.

Using the log analysis results, sandstone layers were identified, that were admitted as a reservoir. Within allocated intervals, porosity and gas saturation were calculated. Based on the obtained values, saturation type was assigned to each reservoir – gas- or water-saturated. Sand interlayers with the best reservoir properties are concentrated in the upper and middle parts of the Vanavara formation (third and fourth packages). The porosity in this part of formation reaches 20 percent, and the thickness varies from 0.8 to 3.8 meters.

Gas- and water-saturated intervals identification by log interpretation is confirmed by results of the wells testing. Consequently this confirmation substantiates the correctness of the identified petrophysical function. Based on these results, the conclusions about Vanavara formation reservoir potential and prospective areas location were drawn.

Keywords: Vanavara formation, Lena-Tunguska basin, Baikianteclise, Katanga saddle, reservoir detection, porosity, isochron maps.

References

1. Maslennikov M. A. Neftegazonosnost' vendasevero-vostochnogosklonaBajkitskojanteklizy (Vendian deposits petroleum potential of the Baikianteclise's North-Eastern slope) // Perspektivnyenaneft' zonyob'ektySibirskoj platform (Prospective oil zones and objects of the Siberian platform). Novosibirsk: SNIIGGiMS (Publ.), 2009, pp. 58–62. (in Russian).
2. Kontorovich A. Je., Beljaev S. Ju., Kontorovich A. A., Starosel'cev V. S., Mandel'baum M. M., Migurskij A. V., Moiseev S. A., Safronov A. F., Sitnikov V. S., Filippov Ju. A., Homenko A. V., Eremin Ju. G., Bykova O. V. Tektonicheskajakarta vend-nizhnepaleozojskogostrukturnogjarusa Leno-TungusskojprovinciiSibirskojplatformy (Tectonic map of the Vendian-lower Paleozoic structural stage of the Lena-Tunguska province of the Siberian platform) // Geologijageofizika, 2009, T. 50, no. 8. pp. 851–862. (in Russian).
3. Konstantinova L. N. Prognozkollektorovneftiigaza v vendskomiverhnevendskom-nizhnemkembrijskomneftegazonosnyhkompleksahBajkitskojneftegazonosnoj oblasti (Sibirskajaplatforma) (Oil and gas reservoir forecast within Vendian and Vendian-lower Cambrian petroleum complexes of the Baikit petroleum province (Siberian platform)): PhD thesis. Novosibirsk: Sib. nauch.-issled. in-geologii, geofizikii miner. syr'ya(Publ.), 2002, 24 p. (in Russian).
4. Starikov L. E. Facial'nyeobennostinakoplenijavendskihtrigennyhotlozhenijKatangskojosedloviny (Facial features of Vendianterrigeneous deposits accumulation of the Katanga saddle) // Geologijaneftiigaza. 1989, no. 11, pp. 53–56 (in Russian).