



ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПРОДОЛЖЕНИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В. С. Старосельцев

Анализ глубинной геолого-геофизической модели земной коры и верхней мантии по опорному профилю 3-ДВ (северо-западный участок) позволил поставить вопрос о расширении на восток границы юго-восточной части Сибирской платформы. Основанием для этого является сплошное продолжение до 2050 км северо-западного участка пластины архейского фундамента суммарной толщиной около 25–30 км, перекрытого фанерозойским чехлом, хотя и нарушенного системой разрывов. Важно, что на схематической карте тектонического районирования м-ба 1:1 000 000 (листы Р-54, 55 и частично О-55) 1999 г. участок профиля 3-ДВ от 1500-го до 2100-го км проходит по Верхояно-Колымской пассивной окраине Сибирского континента, на юге которой на поверхность выходят архейские породы Охотского микроконтинента, отраженного и на геологической карте 2011 г. (лист Р-54). Аналогичная нарушенность разрывами чехла и земной коры проявляется и в других окраинных зонах Сибирской платформы, например, на опорном профиле 1-СБ («Батолит»). Нефтегазоперспективный органогенный карбонатный объект наиболее отчетливо проявляется в инт. 1500–1600 км профиля 3-ДВ.

Ключевые слова: архейский фундамент, Охотский микроконтинент, разрывные нарушения, нефтегазоперспективный объект, расширение Сибирской платформы на юго-восток.

GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL CONDITIONS FOR SOUTHEASTERN EXTENSION OF THE SIBERIAN PLATFORM

V. S. Staroseltsev

The analysis of a deep geologic-geophysical model of the Earth's crust and the upper mantle on a 3-DV base geologic-geophysical profile (a northwestern part) allowed raising a question of the eastward extension of the southeastern Siberian Platform. Grounds to change the southeastern boundary of the Siberian Platform was given by a continuous up to 2 050 km extension of Archaean basement plate in the order of 25-30 km total thickness overlapped by a Phanerozoic cover though broken by a system of faults. It is important that a sketch map of geotectonic classification of Sheets R-54, 55 and partially O-55 of a geologic map at a 1:1 000 000 scale published in 1999 shows a 1 500 to 2 100 km interval of the 3-DV profile running along the Verkhoyansk-Kolyma passive margin of the Siberian Continent, in the south of which Archaean rocks of the Okhotsk microcontinent outcrop. The latter is also presented on a geologic map of Sheet R-54 published in 2011. Faulting of the cover and crust in the marginal zones of the Siberian Platform, similar to that indicated by the 3-DV base profile, also manifests itself in other marginal zones of the Siberian Platform, for example, on a 1-SB base profile (Batholith). An organogenic carbonate formation promising for oil and gas is most evident in the 1 500-1 600 km interval of the 3-DV profile.

Keywords: Archaean basement, Okhotsk microcontinent, faults, oil-and-gas promising formation, south-eastward extension of the Siberian Platform.

До выполнения работ по опорному геолого-геофизическому профилю 3-ДВ (северо-западный участок) в 2013 г. на большинстве тектонических карт граница Сибирской платформы на юго-востоке контролировалась надвигами Сетте-Дабана, которые относились к ее складчатому обрамлению. Полученные результаты (рис. 1) значительно изменили существовавшие ранее представления о строении земной коры не только под Сетте-Дабаном, но и восточнее на 500 км. Оказалось, что архейский цоколь Сибирской платформы, погружаясь к Сетте-Дабану, непрерывно проходит не только под ним, увеличивая суммарную толщину почти до 30 км, но и далеко на восток. После 1800-го км профиля его толщина уменьшается, он интенсивно нарушается наклоненными на запад разрывами, нередко надвиговой природы. Таким образом, архейский цоколь Сибирской платформы с некоторыми изменениями суммарной толщины

и сложности строения прослеживается по опорному профилю на восток, по крайней мере на 500 км (до пикета 2100 км на профиле) от принятых на юго-востоке ее границ.

В связи с этим встает вопрос о продолжении южной части Сибирской платформы восточнее надвиговых структур Сетте-Дабана. При этом надо иметь в виду, что индексация цоколя как архейского вместо показанного на этом профиле архейско-раннепротерозойского не случайна. В последнее время появились публикации [3, 5, 6, 8], в которых приводится обоснование отнесения пород нижнего протерозоя не к фундаменту платформы. В ее чехол на профиле 3-ДВ до 2050-го км входят нижнепалеозойские (PZ₁) и каменноугольно-пермские (С-Р) отложения, затронутые разрывами, наклоненными как на запад, так и на восток. Для оценки распространения платформенных условий на прилегающих к опорному профилю площадях целесообразно

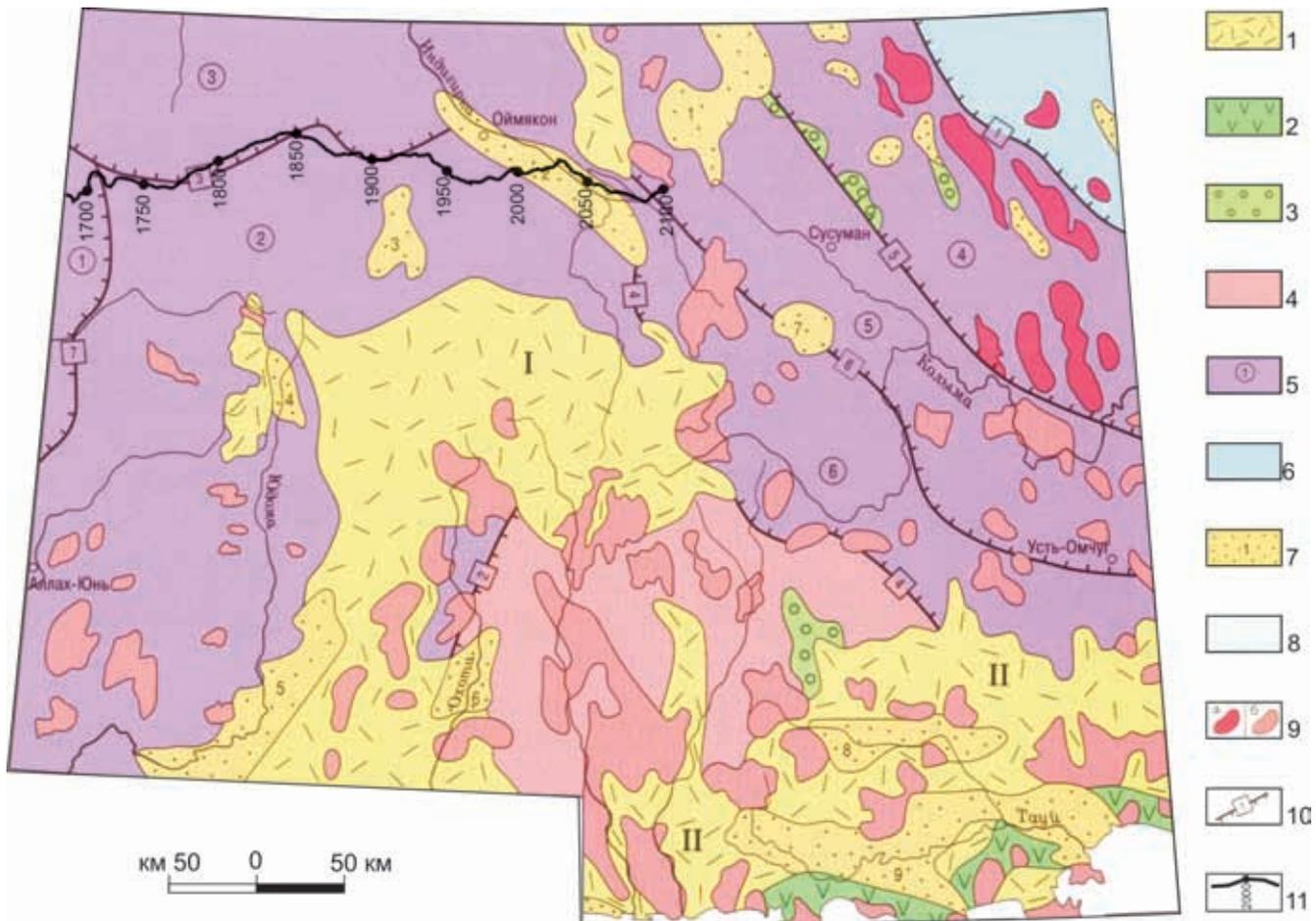


Рис. 2. Схематическая карта тектонического районирования [2]

Позднемезозойские структуры активных окраин: 1 – альб-поздне меловой вулканоплутонический пояс (I – Кетанда-Куйдусунская ветвь, II – Магаданская ветвь), 2 – позднеюрский – раннемеловой Тауйский вулканоплутонический пояс (фрагмент), 3 – меловые угленосные впадины; доальбские коллизионные структуры гетерогенного основания активных окраин: 4 – Охотский микроконтинент, 5 – Верхояно-Колымская раннемеловая пассивная окраина Сибирского континента (1 – Сетте-Дабанское поднятие, 2 – Южно-Верхоянский синклиниорий, 3 – Адыча-Тарынская антиклинальная зона, 4 – Иньяли-Дебинский антиклиниорий, 5 – Аян-Юряхский антиклиниорий, 6 – Верхнеколымский синклиниорий), 6 – Черско-Полоусненская (фрагмент) позднеюрская островодужная система; кайнозойские наложенные структуры: 7 – континентальные впадины (1 – Верхненерская, 2 – Оймяконская, 3 – Агаяканская, 4 – Верхнеюдомская, 5 – Юдомская, 6 – Среднеохотская, 7 – Хиникенская, 8 – Челомджинская, 9 – Кава-Туйская), 8 – Охотоморский шельф, 9 – тела мелких гранитоидов (а – коллизионные, б – субдукционные), 10 – главные зоны разломов (1 – Дарпирская, 2 – Хизинда-Кухтуйская, 3 – Кюбюминская, 4 – Хейджанская, 5 – Чай-Юрюинская, 6 – Колымо-Индибирская, 7 – Сетте-Дабанская), 11 – фрагмент профиля 3-ДВ с километровой отметкой

проанализировать существующие схемы тектонического районирования. Наиболее удобны для этого геологические карты м-ба 1:1 000 000. Последними изданными к настоящему времени их вариантами являются сдвоенные листы Р-54, 55 (Оймякон) карты новой серии (1999 г.) и лист Р-54 (Оймякон) третьего поколения (2011 г.) [1, 2].

На первом варианте схемы тектонического районирования (м-б 1:5 000 000) [1] к югу от опорного профиля расположен Охотский микроконтинент с выходами архейских пород на поверхность. Вокруг него расположены поля альб-поздне мелового вулканоплутонического пояса (рис. 2), ограниченного с запада, севера и востока Верхояно-Колымской раннемеловой пассивной окраиной Сибирского континента. Такая геологическая ситуация не противоречит возможности продолжения тела Сибирской

платформы на восток от, по существу, надвиговой навешенной зоны Сетте-Дабана.

На втором, более позднем варианте схемы тектонического районирования (рис. 3) [1] также отражен Охотский микроконтинент, окруженный вулканоплутоническим поясом и его тыловой зоной. Последний в свою очередь ограничен с северо-запада Аллах-Юньской тектонической зоной, переходящей на западе в Сетте-Дабанскую. В целом отмечается сохранение тектонической характеристики картируемых на поверхности образований (см. рис. 2, 3). Однако данные о глубинном строении территории, полученные в результате выполнения комплексных ГРП по опорному профилю 3-ДВ, позволяют отойти от шаблонного представления о распространении на глубину тектонических характеристик, наблюдаемых на поверхности. Ста-

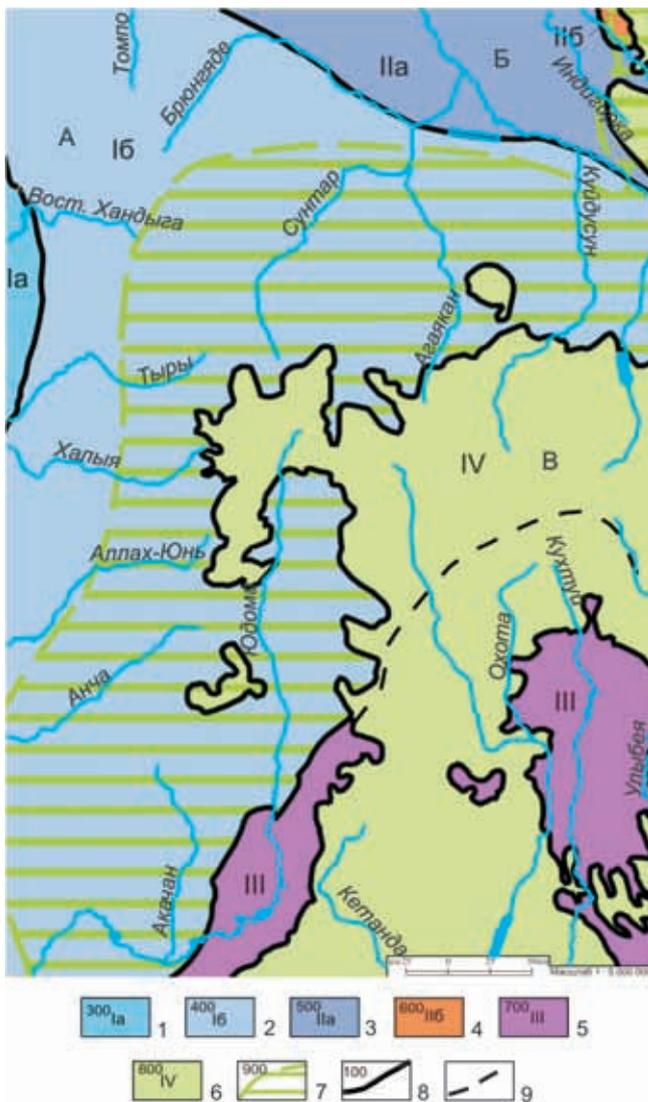


Рис. 3. Схема тектонического районирования Верхояно-Колымской складчатой области (I, II, III)

А – Южно-Верхоянский орогенный пояс: 1 – Сетте-Дабанская тектоническая зона, 2 – Аллах-Юньская тектоническая зона; Б – Верхояно-Черский орогенный пояс: 3 – Адыча-Эльгинская тектоническая зона, 4 – Кулар-Нерский террейн (сланцевый пояс), 5 – Охотский террейн (микроконтинент); В – структуры активной континентальной окраины (IV): 6 – Охотско-Чукотский вулканоплутонический пояс, 7 – тыловая зона Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса, 9 – границы тектонических подразделений, 9 – предполагаемая северная граница Охотского террейна

новится очевидным, что для тектонического районирования областей платформенного и складчатого или комбинированного строения надо иметь представительную информацию о дислоцированности и интенсивности метаморфизма разновозрастных образований всей толщи земной коры. Эти результаты следует сравнить с информацией о хорошо изученных (эталонных) регионах. Вначале целесообразно сформулировать основные особенности строения земной коры, установленные в результате выполнения комплекса ГРП по опорному профилю 3-ДВ. Как видно из рис. 1,

архейский фундамент Сибирской платформы не обрывается при подходе к сложным дислокациям надвигового типа, залегающим на поверхности рифейско-палеозойских горизонтов Сетте-Дабана, а продолжается далеко на восток (примерно на 500 км). Известно, что аналогичный опорный профиль «Батолит», пересекая юго-западную границу Сибирской платформы со складчатыми образованиями Енисейского кряжа, не фиксирует под ними продолжения архейского фундамента. Напротив, до границы Мохоровичича он отражает интенсивно дислоцированные рифейско-нижепротерозойские комплексы, пронизанные интрузивными телами. Кроме того, на опорном профиле 3-ДВ над фундаментом Сибирской платформы на восток прослеживаются нарушенные разрывами палеозойские и мезозойские преимущественно терригенные отложения, аналогичные чехлу Сибирской платформы, но пронизанные интрузиями преимущественно кислого, реже основного состава. Аналогичные интрузии изредка отражаются и на геологических картах листов Р-54 и 55 м-ба 1:1 000 000.

В связи с изложенным небезынтересно отметить, что в правобережье р. Енисей в Норильском районе на северо-западной окраине Сибирской платформы западнее Норильского базальтового плато колонковой скважиной была пройдена Болгохтахская гранитная интрузия мелового возраста, залегающая в девонских отложениях. Следовательно, появление кислых интрузий в чехле окраин Сибирской платформы не является единичным. Учитывая наличие к северо-востоку от рассматриваемого отрезка опорного профиля 3-ДВ Верхояно-Колымской раннемеловой пассивной окраины Сибирского континента (листы Р-54, 55, м-б 1:1 000 000), можно ожидать, что в анализируемом районе активность вулканоплутонических процессов была существенно выше, чем на остальных окраинах Сибирской платформы.

Нарращивание площади Сибирской платформы на юго-востоке за счет территории более сложного геологического строения приводит к необходимости анализа предпосылок ее возможной нефтегазоносности как по имеющимся материалам, так и по результатам дополнительного регионального и поисково-оценочного этапов. Наиболее интересным для оценки перспектив нефтегазоносности, если судить по имеющимся сейчас материалам, на опорном профиле 3-ДВ может быть отрезок между 1500 и 1600 км в районе пос. Хандыга на берегу р. Алдан в северо-восточной части Предсеттедабанского прогиба. В результате применения РЕАПАК-технологии на этом отрезке сейсмопрофиля [4] был обнаружен аномальный сейсмический объект, интерпретированный как крупная органогенная постройка (рис. 4) над разрывом (окном) в поверхности Мохоровичича. Аналог такой постройки, но существенно меньшей толщины был вскрыт Хочомской скв. 1 юго-за-

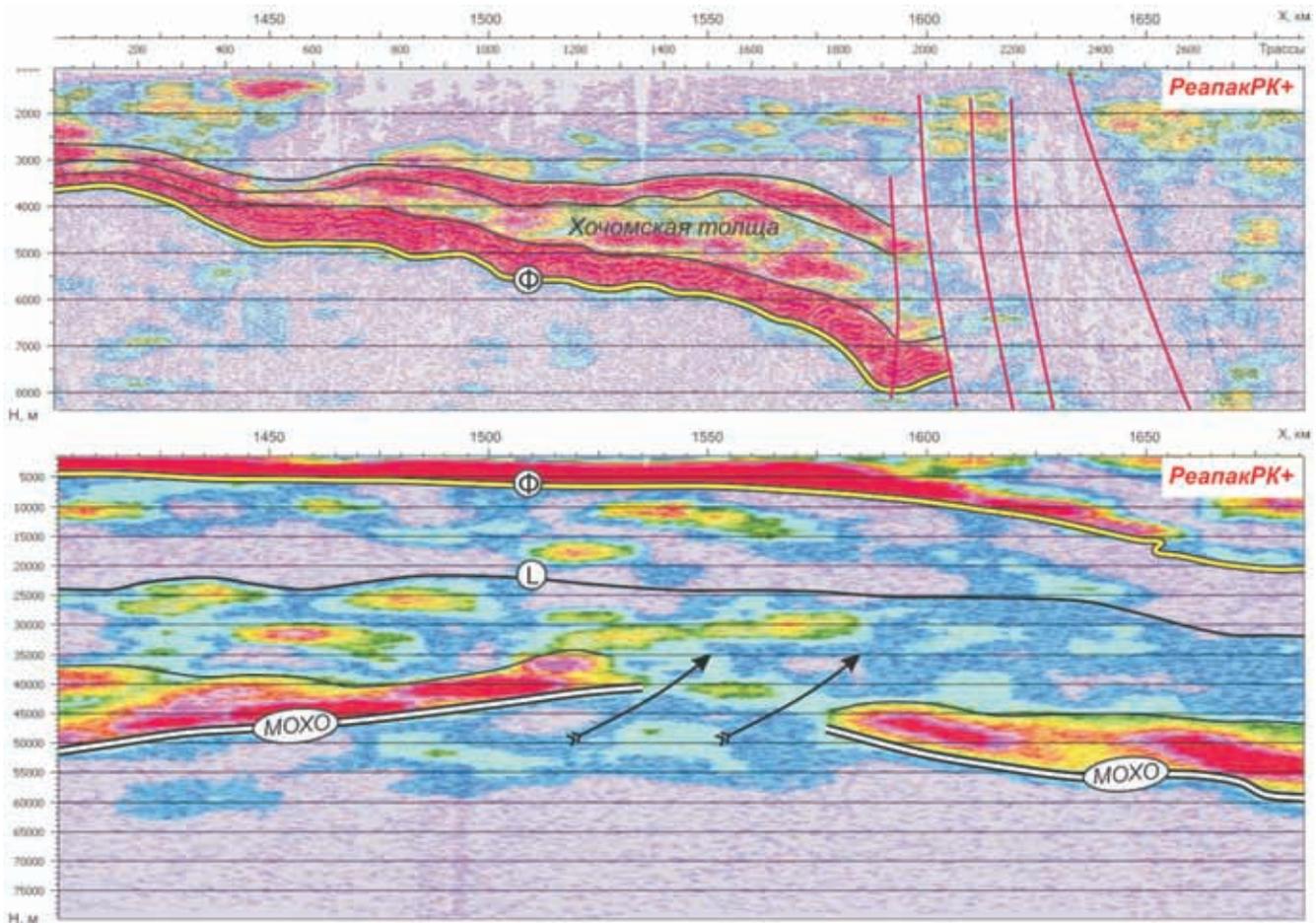


Рис. 4. Сопоставление строения осадочного чехла и нижней части земной коры в северо-восточной части Предсетедабанского прогиба. Фрагмент профиля 3-ДВ

паднее выделенного на сейсмопрофиле объекта. В этой скважине интервал представлен массивными карбонатами хочомской свиты среднего кембрия толщиной 326 м [7], залегающей на битуминозных аргиллитах иниканской свиты нижнего кембрия толщиной 31 м. Несомненно, это весьма перспективно для формирования скопления углеводородов, если карбонаты располагаются над мантийным окном (как в Самотлорском гигантском нефтяном месторождении в Западной Сибири или в Юрубчено-Тохомском – в Восточной).

Для уточнения площади выявленного на опорном профиле 3-ДВ органогенного объекта перед заложением поисково-оценочной скважины глубиной 4,5 км необходимо дополнительно провести еще хотя бы один профиль МОГТ высокой кратности протяженностью около 100 км перпендикулярно опорному, после чего заложить скважину и выполнить редкую сеть сейсмопрофилей, чтобы уточнить конфигурацию органогенного массива и обоснованно оценить его нефтегазовый потенциал. В случае получения положительных результатов нужно последовательно осуществить поисково-оценочные работы на нефть и газ на востоке, вплоть до фронтальных надвигов Сетте-Дабана. В дальнейшем целесообразно в первую очередь начать изучение сейсморазведкой МОГТ участка, прилегающего

к 1820-му км опорного профиля, где намечается крупная положительная структура палеозойских горизонтов.

В целом, условия залегания палеозойских и частично мезозойских отложений восточнее Сетте-Дабана по материалам опорного профиля 3-ДВ характеризуются интенсивной нарушенностью, наклонными разрывами и внедрением кислых, реже основных интрузий. Это не очень типично для платформенных условий, хотя Сибирская платформа заметно отличается от других интенсивным проявлением на западе интрузивного и эффузивного магматизма преимущественно основного, реже щелочного и крайне редко кислого состава. На участках интенсивного проявления траппового магматизма картируются многочисленные, нередко крупноамплитудные сбросы, реже взбросы и пологие надвиги. По этой причине по нарушенности разрывами и проявлению фанерозойского магматизма территория вокруг опорного профиля 3-ДВ принципиально не отличается от некоторых окраинных районов Сибирской платформы. Например, вдоль опорного профиля «Батолит» (рис. 5) рассматриваемая площадь, в понимании авторов геологической карты сдвоенного листа Р-54, 55 (1999 г.), принадлежит к Верхояно-Колымской раннемеловой пассивной окраине Сибирского континента. Авторы листа Р-54

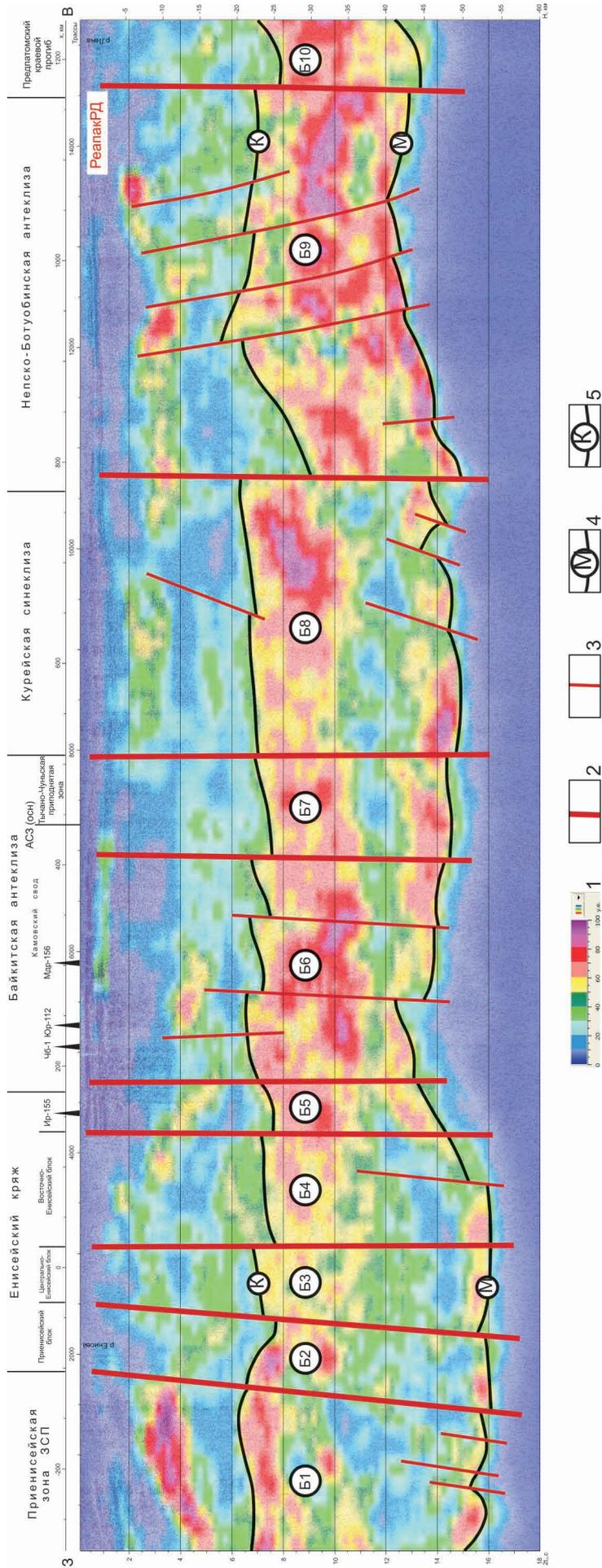


Рис. 5. Поле отраженной энергии, предварительная сейсмогеоакустическая макродегель земной коры по региональному профилю «Батолит» (интерпретация Д. И. Рудницкой)
 1 – палитра поля отраженной энергии; 2 – разрывные нарушения, границы блоков; 3 – тектонические нарушения внутри блоков; 4 – граница Моховорвичича; 5 – граница Конрада (кровля волновода)



(2011 г.) относят ее к Верхояно-Колымской складчатой области. Налицо разные подходы к интерпретации одних и тех же геологических материалов.

В сложившейся геологической ситуации важно, что на опорном профиле 3-ДВ под всеми фанерозойскими геологическими телами (см. рис. 1) впервые зафиксировано наличие хотя и осложненного разрывами, но древнего цоколя, характерного для всей обширной территории Сибирской платформы. Наличие столь древнего цоколя сплошного и даже фрагментарного развития пока не зафиксировано ни в одном окружающем Сибирскую платформу регионе ее складчатого обрамления.

К востоку от Сетте-Дабана такой архейский цоколь под фанерозойскими толщами отмечается не только вдоль опорного профиля 3-ДВ, но и гораздо южнее, где он выделяется по материалам упомянутых ранее листов геологической карты м-ба 1:1 000 000 на значительных по площади выходах на дневную поверхность Охотского микроконтинента, или террейна в понимании авторов указанных листов.

Геологическая ситуация на этих листах позволяет предполагать развитие архейского цоколя от Сетте-Дабана на восток между опорным профилем 3-ДВ на севере и Охотским микроконтинентом включительно на юге. Эта территория распространения цоколя, по существу, является продолжением Сибирской платформы на восток. Согласно схеме тектонического районирования листов геологической карты Р-54, 55 (см. рис. 3) ее может ограничивать Верхояно-Колымская пассивная окраина Сибирского континента, контактирующая на северо-востоке с фрагментом Черско-Полоусненской островодужной системы.

После оценки перспектив нефтегазоносности объектов, намеченных на опорном профиле 3-ДВ, и получения положительных результатов стоит провести дополнительно сеть региональных профилей сейсморазведки МОГТ-2D высокой разрешенности на временах до 18 с в сопровождении электроразведки ВЭЗ и ЗСБ с привлечением данных потенциальных полей и при необходимости дополнительного их изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Государственная** геологическая карта Российской Федерации м-ба 1:1 000 000 (третье поколение): объяснительная записка. Сер. Верхояно-Колымская. Лист Р-54 – Оймякон [Текст; карта] / Г. Г. Казакова [и др.]; ред. А. П. Кропачев. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2013.

2. **Государственная** геологическая карта Российской Федерации. М-б 1:1 000 000 (новая серия). Листы Р-54-55, О-55 (Оймякон) [Карта] / Отв. ред. Л. М. Натапов, Е. П. Сурмилова. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1999.

3. **Старосельцев, В. С.** Нижний протерозой северо-востока Анабарской антеклизы – базальный комплекс чехла Сибирской платформы [Текст] /

В. С. Старосельцев, Б. Б. Шишкин, Г. А. Берилко // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2013. – № 3(15). – С. 3–12.

4. **Старосельцев, В. С.** Перспективы нефтегазоносности кембрийских отложений в северо-восточной части Предсеттедабанского прогиба [Текст] / В. С. Старосельцев, Д. И. Рудницкая, А. С. Сальников // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2012. – № 3(11). – С. 44–50.

5. **Старосельцев, В. С.** Раннепротерозойский комплекс севера Ангаро-Котуйского рифтогенного рифейского прогиба и его возможное влияние на нефтегазоносность [Текст] / В. С. Старосельцев, Л. А. Кроль // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № 2(18). – С. 16–24.

6. **Старосельцев, В. С.** Раннепротерозойские протоплатформенные ядра Восточной Сибири [Текст] / В. С. Старосельцев, Б. Б. Шишкин // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2013. – № 4(16). – С. 3–8.

7. **Старосельцев, В. С.** Тектонические условия накопления кембрийских битуминозных пород востока Сибирской платформы [Текст] / В. С. Старосельцев, Б. Б. Шишкин // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2012. – № 2(10). – С. 38–45.

8. **Строение** Предсеттедабанской окраины Сибирской платформы [Текст] / Л. С. Маргулис, Б. Д. Ковнир, С. В. Сереженков [и др.] // Проблемы воспроизводства запасов нефти и газа в современных условиях: сб. науч. статей, посвященных 85-летию ВНИГРИ. – СПб.: ВНИГРИ, 2014. – С. 122–135.

REFERENCES

1. *Geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii (tret'e pokolenie) m-b 1:1 000 000, seriya verkhoyano-kolymskaya, list R-54* [Russian Federation Geologic map (third generation), scale of 1:1 000 000, Verkhoyansk-Kolyma Series, Sheet R-54]. St. Petersburg, 2013 (In Russ.).

2. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii (novaya seriya), m-b 1:1 000 000, karta dochetvertichnykh obrazovaniy, list R-54, 55* [State Geologic map of the Russian Federation (a new series), scale of 1:1 000 000, Pre-Quaternary map, Sheets P-54, 55, O-55]. St. Petersburg, 1999. (In Russ.).

3. Staroseltsev V.S., Shishkin B.B., Berilko G.A. [Lower Proterozoic of the northeastern Anabara anticline – a basal complex of the Siberian Platform mantle]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2013, no. 3 (15), pp. 3–12. (In Russ.).

4. Staroseltsev V.S., Rudnitskaya D.I., Salnikov A.S. [Petroleum potential of Cambrian deposits in North-Eastern Pre-Sette-Daban Trough]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2012, no. 3(11), pp. 44–50. (In Russ.).



5. Staroseltsev V.S., Krol L.A. [Proterozoic complex of the northern Angara-Kotui rift Riphean trough and its possible influence on petroleum potential]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2014, no. 2(18), pp. 16–24. (In Russ.).

6. Staroseltsev V.S., Shishkin B.B. [Early Proterozoic protoplatform nuclei of Eastern Siberia]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2013, no. 4(16), pp. 3–8. (In Russ.).

7. Staroseltsev V.S., Shishkin B.B. [Tectonic conditions for accumulation of Cambrian bituminous rocks

in eastern Siberian Platform]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2012, no. 2(10), pp. 38–45. (In Russ.).

8. Margulis L.S., Kovnir B.D., Serezhnikov S.V., et al. [Structure of the Pre-Sette-Daban margin of the Siberian Platform]. *Problemy vosпроизводства запасов nefti i gaza v sovremennykh usloviyakh: sb. nauch. statey, posvyashchennykh 85-letiyu VNIGRI* [Problems of reproduction of oil-and-gas reserves in modern conditions: collection of scientific papers devoted to the 85th anniversary of VNIGRI]. St. Petersburg, VNIGRI, 2014, pp. 122–135. (In Russ.).

© В. С. Старосельцев, 2015

СТАРОСЕЛЬЦЕВ Валерий Степанович, Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГИМС), Новосибирск, науч. рук. в области исследований по региональной и нефтегазовой геологии, д. г.-м. н., проф. *E-mail: valerii.staroseltcev@sniiggims.ru*

STAROSELTSEV Valery, DSc, Prof., Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGIMS), Novosibirsk, Russia. *E-mail: valerii.staroseltcev@sniiggims.ru*