

УДК 550(571.5)

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ АНТИКЛИНАЛЬНЫХ СТРУКТУР СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ПРЕДВЕРХОЯНСКОГО ПЕРИКРАТОННОГО ПРОГИБА

© 2017 г. | Ф.А. Мигурский, Е.М. Якупова

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Москва, Россия;  
fam@vnigni.ru; emyakupova@vnigni.ru

## NEW DATA ON THE GEOLOGICAL ANTICLINAL STRUCTURES OF THE NORTHERN PART OF PRED-VERKHUYANSKIY PERICRATONIC FOREDEEP

© 2017 | F.A. Migurskiy, E.M. Yakupova

FGBU "All-Russian research geological oil institute", Moscow, Russia; fam@vnigni.ru; emyakupova@vnigni.ru

Поступила 01.08.2017 г.

Принята к печати 29.09.2017 г.

**Ключевые слова:** *Предверхомянский перикратонный прогиб; сейсморазведочные работы; Сетасская антиклиналь; ресурсы УВ.*

В 2014–2016 гг. в рамках государственных контрактов № 7Ф-14 и 12Ф-14 с целью геологического изучения Предверхомянского перикратонного прогиба были проведены сейсморазведочные работы МОГТ-2D общим объемом 1800 км. Уточнены структурные планы основных перспективных на нефть и газ осадочных толщ прогиба, углеводородный потенциал его северной части. Важные результаты получены по Сетасской структуре, рассмотрены ее геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Предверхомянского перикратонного прогиба. В статье показано строение выявленной ловушки, связанной с надвиговыми дислокациями. Установлена важная роль обратных надвигов. Приведены глубины залегания перспективных отложений, сделаны выводы о наиболее перспективной части структуры. По результатам исследования даны рекомендации по заложению параметрической скв. Сетасская-1 на профиле 140304А.

Received 01.08.2017

Accepted for publishing 29.09.2017

**Key words:** *Pred-Verkhoyanskiy pericratonic foredeep; seismic survey; Setasskaya anticline; HC resources.*

In 2014–2016, for the purpose of geological study of the northern part of the Pred-Verkhoyansk pericratonic foredeep located on the eastern outskirts of the Siberian platform, the 2D CDP seismic surveys with total operation volume equal to 1800 km were carried out. The Setasskaya anticline, known as one of the most contrast and just slightly faulted structures, is crossed by seismic Line 140304A. Interpretation of the new Lines (140308, 140307 and 140305), well logging data and stratification of sections of Diappalskaya-1 and Govorovskaya-1 wells sections permitted to update the geological structure of the Setasskaya anticline. For the purpose of assessing the oil and gas potential an important result is the confirmation of the Riphean, Vendian and Cambrian sedimentary strata occurrence. In adjacent areas the Cambrian deposits contain slightly transformed oil and gas source rocks (black shale rich in organic matter). Within the anticline these rocks may happen to be in the main oil generation window. In the article the identified trap structure is shown to be related to the overthrust-adjacent dislocations. The important role of backthrusts is revealed. Depths of the promising units occurrence are specified and conclusions on the most prospective part of the structure are drawn. Based on the results of the study, recommendations are given for spudding the Setasskaya-1 parametric well on Line 140304A.

Предверхомянский перикратонный прогиб расположен на восточной окраине Сибирской платформы, выполнен отложениями рифея–палеозоя, юрскими платформенного типа и мощными (до 3–4 км) тонкообломочными угленосными молассами нижнего и верхнего мела. На большей части площади прогиба они залегают полого моноклиально, и только в узкой внутренней зоне смяты в линейные складки, осложненные надвигами. Большинство исследователей эту внешнюю зону прогиба выделяют в качестве самостоятельного Предверхомянского складчато-надвигового пояса [1–4].

Возможности открытия залежей УВ в пределах Предверхомянского перикратонного прогиба интенсивно изучались в ходе работ 1950–1980-х гг. [1, 3, 6, 7]. На завершающем этапе этих исследований в северной и центральной частях меридиональной ветви прогиба пробурено четыре параметрических скважины. Отрицательные результаты бурения связаны в первую очередь с низкой степенью изученности и невысоким качеством имевшегося сейсмического материала. Для изучения глубинного строения и установления перспектив нефтегазоносности северной части Предверхомянского перикратонного прогиба

**Рис. 1.** Положение Сетасской антиклинальной структуры на геологической карте района работ  
**Fig. 1.** Setasskaya anticlinal structure on the geological map of the study area



**1** — скважины; **2** — линии профилей (2014–2016 гг.); **3** — границы Сетасской антиклинали  
**1** — wells; **2** — seismic lines (2014–2016); **3** — outlines of the Setasskaya anticline

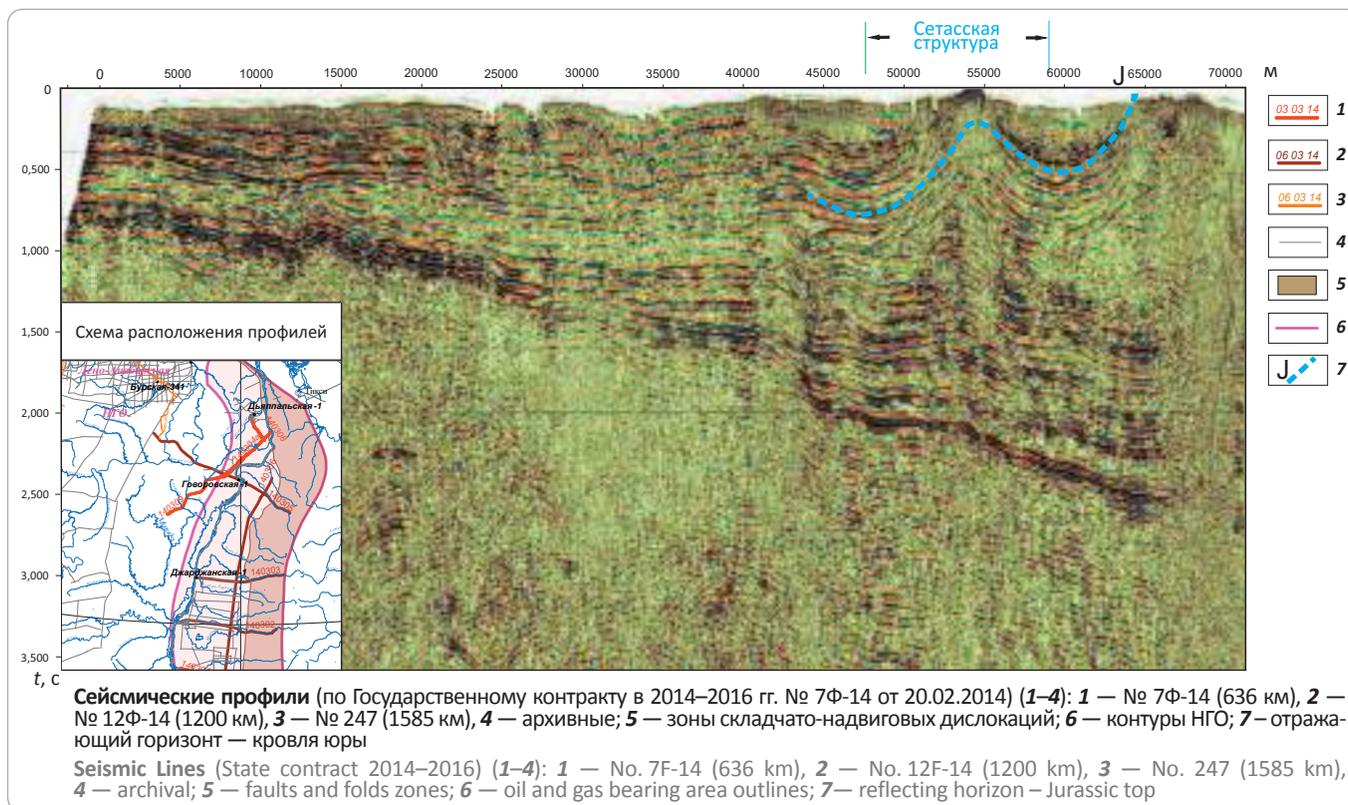
требовалось выяснить характер сочленения перикратонного прогиба с обрамляющими его тектоническими элементами, уточнить их границы и создать модели геодинамического развития.

По результатам анализа геолого-геофизической информации авторы статьи выделили наиболее интересные геологические структуры, изучение которых может существенно уточнить перспективы нефтегазоносности Предверхожанского прогиба — с учетом этого намечена сеть сейсмических профилей [6].

Для первоочередных исследований была предложена одна из наиболее контрастных и слабонарушенных дизъюнктивными процессами антиклиналей — Сетасская структура. По материалам А.Ф. Сафронова: «Сетасская структура протягивается в субмеридиональном направлении от р. Эйэкит до р. Атыркан; размеры ее по контуру выходов надкигильянской свиты составляют 41 км в длину и 5–8 км в ширину. Складка расширяется с юга на север, в этом же направлении возрастает амплитуда складки — в долине р. Бутар вскрываются верхнеюрские отложения. Структура также слегка асимметрична — более круто падают слои на западном крыле (углы падения 40–60°) [7, с. 50].

Новый сейсмический профиль 140304А (рис. 1, 2) пересек линейную Сетасскую антиклиналь вкрест ее простирания. В результате проведенных работ получен качественный сейсмический материал, позволя-

**Рис. 2.** Временной разрез по сейсмическому профилю 140304А  
**Fig. 2.** Time section along seismic Line 140304A



**Сейсмические профили** (по Государственному контракту в 2014–2016 гг. № 7Ф-14 от 20.02.2014) (1–4): **1** — № 7Ф-14 (636 км), **2** — № 12Ф-14 (1200 км), **3** — № 247 (1585 км), **4** — архивные; **5** — зоны складчато-надвиговых дислокаций; **6** — контуры НГО; **7** — отражающий горизонт — кровля юры  
**Seismic Lines** (State contract 2014–2016) (1–4): **1** — No. 7F-14 (636 km), **2** — No. 12F-14 (1200 km), **3** — No. 247 (1585 km), **4** — archival; **5** — faults and folds zones; **6** — oil and gas bearing area outlines; **7** — reflecting horizon — Jurassic top

ющий выявить допущенные ранее ошибки и существенно уточнить модель геологического строения как территории в целом, так и ее отдельных объектов.

Для уточнения привязки сейсмических горизонтов авторы статьи наметили, а специалисты АО «Якутскгеофизика» отработали сейсмический профиль 140308 через параметрическую скв. Дьяпальская-1.

Определение скоростной характеристики отложений и стратиграфическая привязка отражающих горизонтов осуществлялись на основе данных акустического каротажа, выполненного в первую очередь в скважинах Дьяпальская-1 и Говоровская-1. Также были использованы материалы по строению чехла по опорной скв. Джарджанская-1 и параметрическим скважинам Приленская-1 и Алысардахская-2480. Эти данные учитывались при оценке скоростных параметров разреза, построении скоростных законов для перевода каротажных диаграмм во временной масштаб и привязки отражающих горизонтов (ОГ). Стратиграфическая привязка ОГ выполнена на основе сопоставления волновой картины с каротажными кривыми, стратиграфическими разбивками разрезов скважин и с учетом данных геологической карты по следующим отражающим горизонтам: К — подошва меловых отложений; J — подошва юрских отложений; P-T — подошва верхоянского комплекса; E — подошва кембрия; V — подошва венда; R — внутрисреднерифейская отражающая граница; F — кровля фундамента.

Проведенная корреляция основных отражающих горизонтов сейсмического профиля 140304A, а также привязка отражающих горизонтов сейсмических профилей 140304A, 140308, 140307, 140305 по каротажу и разбивкам скважин Дьяпальская-1 и Говоровская-1 позволили уточнить конфигурацию и глубинное строение Сетасской антиклинальной структуры.

Представление о глубинном строении Сетасской структуры, основанное на изучении поверхностных выходов горных пород, отражено на рис. 3.

Результаты исследований авторов статьи позволили существенно уточнить как геологическую модель Сетасской антиклинали, так и модель Предвяхоянского перикратонного прогиба в целом (рис. 4).

По результатам бурения Дьяпальской скважины подтверждается установленное распространение рифейских, вендских и кембрийских осадочных толщ. Это важно с точки зрения оценки перспектив нефтегазоносности. Юго-западнее, на смежных территориях Анабарской антеклизы, кембрийские отложения содержат богатые ОВ слабообразованные нефтегазоматеринские черные глинистые сланцы. В районе Сетасской антиклинали они находятся в главном окне нефтеобразования (рис. 5).

Рис. 3. Схематический геологический профиль через Сетасскую антиклиналь по А.Ф. Сафронову [7]

Fig. 3. Schematic geologic section across the Setasskaya anticline [7]

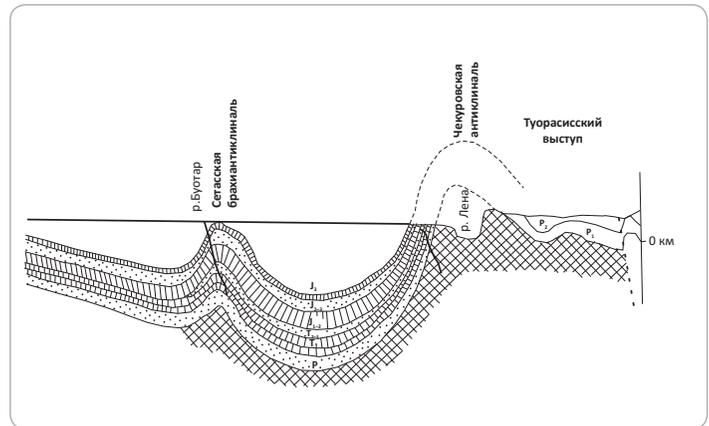
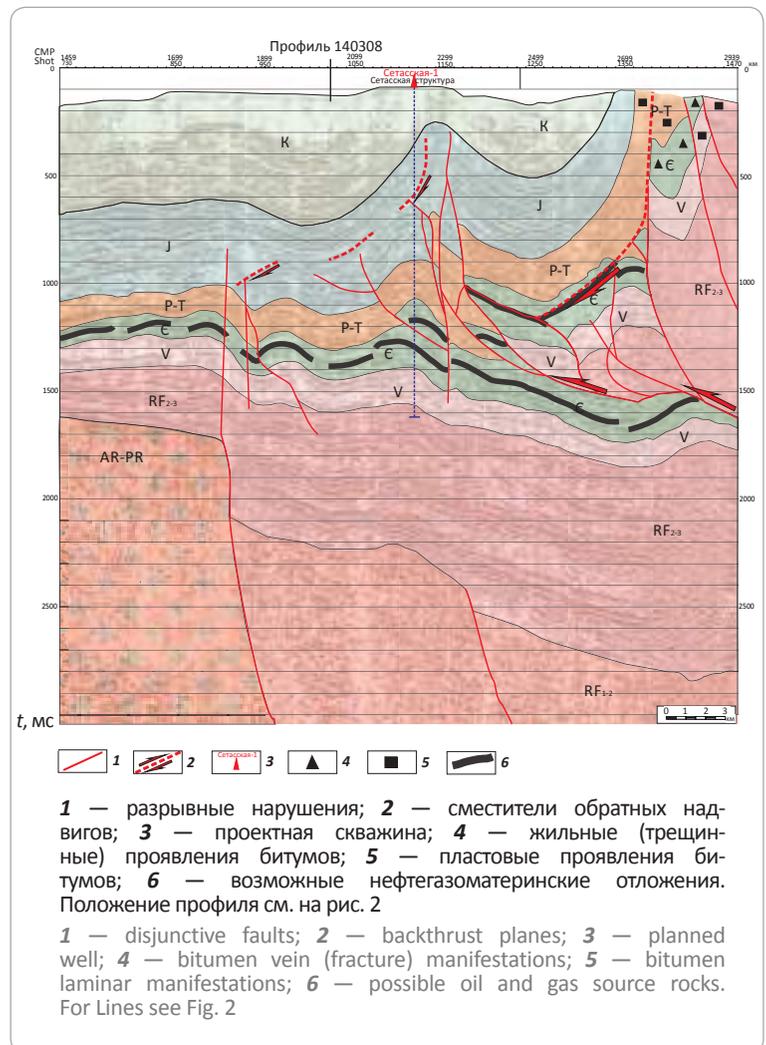
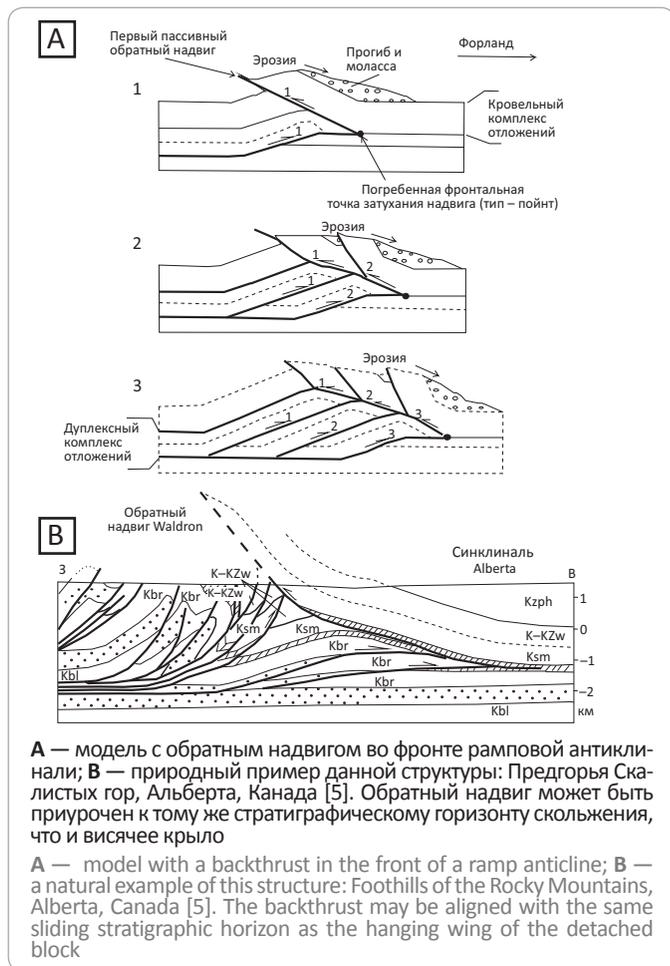


Рис. 4. Сейсмогеологический разрез Сетасской структуры (северная часть временного разреза по профилю 140304A)

Fig. 4. Geo-seismic section of the Setasskaya structure (the northern part of time section along Line 140304A)



**Рис. 5.** Модель формирования клиновидного вдвига  
**Fig. 5.** Model of intercutaneous thrust formation



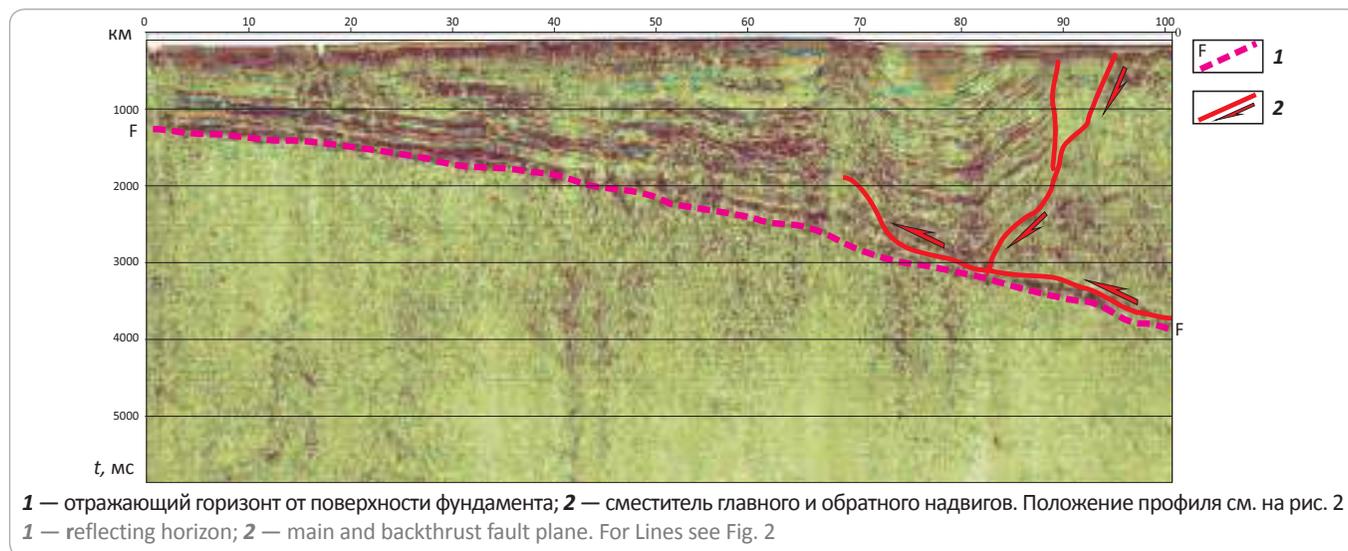
Анализ тектонической модели сочленения относительно слабодислоцированных прогнутых краевых зон меридиональной ветви Предверхоанского прогиба с линейными складками Верхоянской складчатой системы или Предверхоанского надвигового пояса позволил показать важную роль обратных надвигов (рис. 6, см. рис. 4).

Полученные сейсмические разрезы демонстрируют, что на восточных и юго-восточных окраинах Сибирской платформы формирование обратных надвигов сопровождается не только удревнением возраста выходящих на поверхность отложений (движение к периферии линейной синклинали), но и общим увеличением толщин осадочного чехла на фоне погружения поверхности кристаллического основания (см. рис. 4, 6).

Обратные надвиги уверенно фиксируются в зонах резкого увеличения временной мощности между отдельными сейсмическими горизонтами либо между пакетами отражений. В большинстве случаев это происходит между отражениями от базальных интервалов разреза чехла, прилегающими к поверхности доплитного основания или фундамента, и вышележащими горизонтами. Процесс сопровождается разрывами осей синфазности, торцовыми сочленениями отдельных осей синфазности и целых пакетов отражений, резкими перегибами и изломами осей отражений, а также протяженными зонами потери корреляции (см. рис. 4).

Региональные погружения доплитного складчатого основания в южной части Предверхоанского прогиба на восток, а в южной части Сибирской платформы — и на юг (система Южно-Якутских впадин)

**Рис. 6.** Временной сейсмический разрез по профилю 140303 с элементами геологической интерпретации  
**Fig. 6.** Seismic time section along Line 140303 with geological interpretation elements



были доказаны сейсмическим профилем ЗДВ. Материалы новых субширотных сейсмических профилей подтверждают эти наблюдения. При этом выделение обратных надвигов позволило объяснить резкое увеличение толщин плитного комплекса в случаях, когда происходит воздымание верхних горизонтов в направлении к складчатым областям. В Предверхоаянские обратные надвиги имеют погружающиеся на запад сместители и подобно ножу бульдозера подрезают и толкают перед собой осадочные толщи мезозоя и верхнего палеозоя (см. рис. 4).

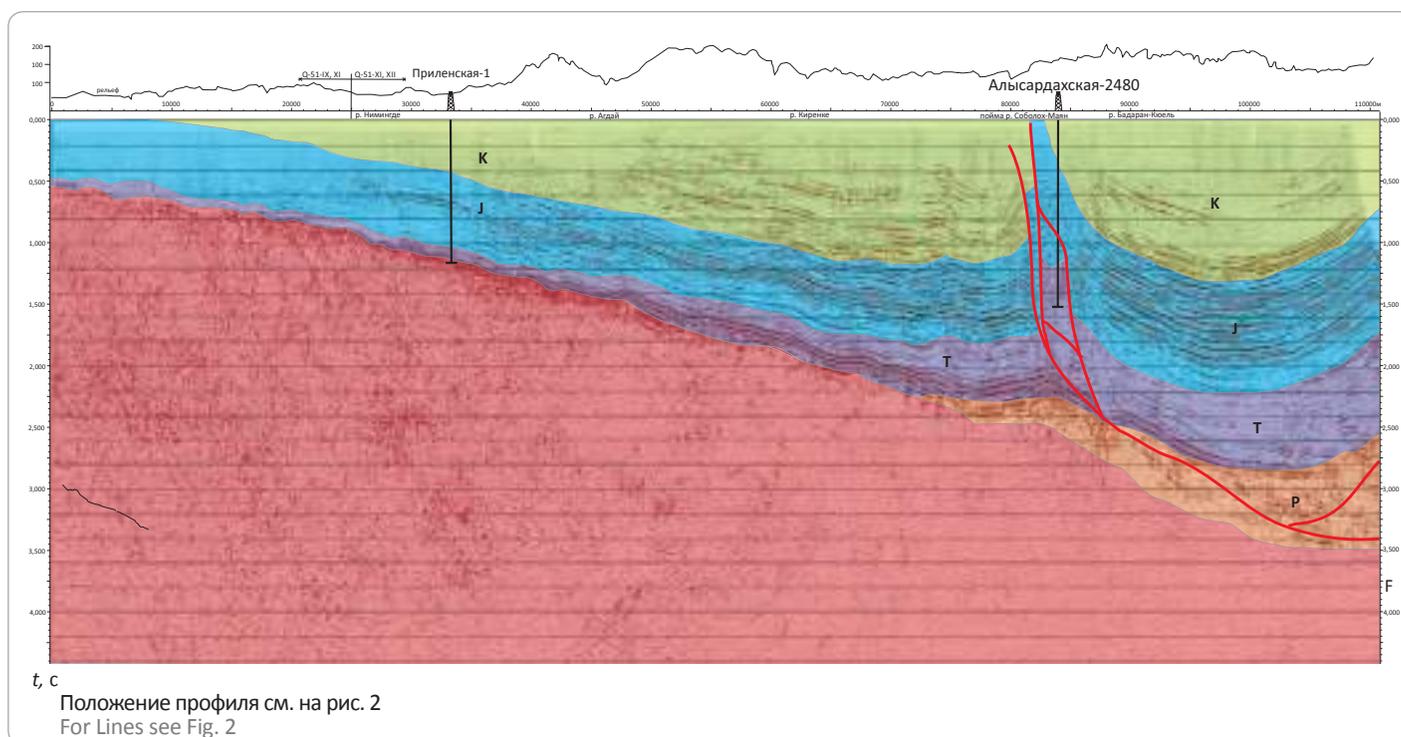
Низкие фильтрационно-емкостные свойства гранулярных коллекторов Предверхоаянского прогиба, практически исчезающих в восточном направлении, особенно при приближении к сместителям надвигов, существенно затрудняют и снижают качество оценки перспектив нефтегазоносности.

Типовыми ловушками для Предверхоаянского прогиба могут быть принадлежковые и особенно поднадвиговые антиклинали. Примером подобных объектов является поднадвиговая Алысардахская структура, осложняющая западный поднадвиговый блок Соболах-Маянского вала (рис. 7). Проектировалось вскрыть ее на глубине около 2500 м в западном крыле скв. Алысардахская-2480. Однако скважина была ликвидирована по техническим причинам. В пройденном до глубины 2198 м восточном крыле не было встречено гранулярных коллекторов. Проявления флюидов и газов связаны с трещиноватостью пород.

На основании интерпретации временной картины сейсмических профилей 140304 и 140304А можно констатировать, что Сетасская структура является аналогом антиклиналей Соболах-Маянского вала. Геолого-геофизический разрез Сетасской линейной антиклинали, построенный авторами статьи на основании сейсмических данных и результатов бурения Говоровской и Дьяпальской скважин, показывает, что она имеет сложный принадлежковый характер и ее строение во многом аналогично принадлежковой структуре Соболах-Маянского вала. Однако самая перспективная часть структуры, с которой может быть связана антиклинальная ловушка с резервуарами в горизонтах кембрия, пермотриаса и нижней юры, находится в более благоприятных геологических условиях. Она не перекрывается раздробленной разломной зоной, в отличие от антиклинали, которую пытались вскрыть через надвиговую пластину скв. Алысардахская. Соответственно фильтрационно-емкостные свойства гранулярных коллекторов ловушки, расположенной в лежащем блоке, могут быть в меньшей степени обусловлены динамическим уплотнением.

Сетасская антиклинальная структура, как и Алысардахская, имеет принадлежковое строение. Антиклиналь осложнена взбросом со стороны Верхоянской складчатой области и несколько асимметрична: восточное крыло представляет собой висячий, а западное — лежащий бок. Крылья антиклинали разделены

**Рис. 7.** Геолого-геофизический разрез по профилю 140304 через Соболах-Маянский вал и Алысардахскую антиклиналь  
**Fig. 7.** Geological-geophysical section along Line 140304 across the Sobolokh-Mayanskiy swell and Alysardakhskaya anticline



основным разломом. Восточное, взброшенное крыло, вероятно, имеет худшие коллекторские свойства, чем западное, в связи с уплотненностью гранулярного коллектора процессами динамического сжатия.

Пермско-триасовый возможно продуктивный комплекс, сложенный в районе работ преимущественно песчаниками, вероятно, экранируется мощной толщей аргиллитов нижней–средней юры. Внутри комплекса может быть выявлен ряд продуктивных пластов. Глубина его залегания прогнозируется от 2,0 до 3,5 км. В кембрийских отложениях скопления УВ могут быть обнаружены в интервале глубин 3,0–4,5 км.

На основании этого в пределах менее нарушенного западного крыла структуры предлагается пробурить глубокую (до 4,5 км) параметрическую скв. Сетасская-1 (см. рис. 4). Основные цели бурения данной скважины — привязка сейсмических горизонтов, изучение фильтрационно-емкостных свойств осадочных пород, исследования геохимических параметров возможных нефтегазоматеринских толщ кембрия и установление перспектив нефтегазоносности на основании опробований и испытаний перспективных горизонтов.

Таким образом, новые сейсмические данные и результаты их интерпретации свидетельствуют о необходимости продолжения геолого-разведочных

работ на нефть и газ на региональной стадии в северной части Предверхоаянского краевого прогиба.

### Выводы

1. Сейсмический материал, полученный в результате государственных геологических работ 2014–2016 гг., характеризуется высоким качеством и позволяет существенно уточнить как тектоническую модель Предверхоаянского перикратонного прогиба в целом, так и строение отдельных объектов, перспективных на нефть и газ.

2. В северной части Предверхоаянского перикратонного прогиба широко развиты обратные надвиги. Они имеют погружающиеся на запад сместители, хорошо дешифрируются на временной сейсмической картине и способствуют активному формированию современных складок. Установление роли этих надвигов позволяет выявить допущенные ошибки и уточнить планирование дальнейших ГРП.

3. Геологически обоснована целесообразность бурения параметрической скв. Сетасская-1 на профиле 140304А в северной части Предверхоаянского прогиба. Скважину предлагается пробурить с целью изучения распространения коллекторских свойств и нефтегазоматеринских горизонтов, а также выяснения перспектив нефтегазоносности осадочного чехла.

### Литература / References

1. Гайдук В.В., Прокопьев А.В. Методы изучения складчато-надвиговых поясов. – Новосибирск : Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 160 с. Gaiduk V.V., Prokopiev A.V. Methodology of fold-overthrust belts study. Novosibirsk: Nauka. Sib. Enterprise of RAN; 1999. 160 p.
2. Мигурский Ф.А., Якупова Е.М. Обоснование региональных исследований нефтегазоносности Предверхоаянского перикратонного прогиба // Геология нефти и газа. – 2017. – № 3. – С. 18–25. Migursky F.A., Yakupova E.M. Feasibility of regional studies of oil and gas potential of the Pred-Verkhoyansk pericratonic foredeep. *Geologiya nefi i gaza*. 2017;(3):18–25.
3. Микуленко К.И., Паршин А.В., Хмелевский В.Б. Тектонические критерии прогноза залежей нефти и газа на территории Предверхоаянского краевого прогиба // Геология месторождений нефти и газа Сибирской платформы. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 1984. – С. 81–88. Mikulenko K.I., Parshin A.V., Khmelevsky V.B. Tectonic criteria for prediction of oil and gas accumulations in the Pred-Verkhoyansk pericratonic foredeep. *Geologiya mestorozhdeniy nefi i gaza Sibirskoy platformy*. Novosibirsk: SNIIGGiMS; 1984. pp. 81–88.
4. Парфенов Л.М., Прокопьев А.В., Спектор В.Б. и др. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Отв. ред.: Л.М. Парфенов, М.И. Кузьмин. – М. : МАИК «Наука / Интерпериодика», 2001. – 571 с. Parfenov L.M., Prokopiev A.V., Spektor V.B. et al. Tectonics, geodynamics and metallogeny of the territory of Republic of Sakha (Yakutiya). In: L.M. Parfenov, M.I. Kuzmin, eds. Moscow: MAIK "Nauka / Interperiodika"; 2001. 571 p.
5. Прокопьев А.В., Фридовский В.Ю., Гайдук В.В. Разломы (морфология, геометрия и кинематика) : Учеб. Пособие / Отв. ред. Л.М. Парфенов. – Якутск : ЯФ Изд-ва СО РАН, 2004. – 148 с. Prokopiev A.V., Fridovsky V.Yu., Gaiduk V.V. Faults (morphology, geometry and kinematics). Study guide. In: L.M. Parfenov, ed. Yakutsk: Yakutsk branch of SO RAN; 2004. 148 p.
6. Пук П.С. Нефть и горючие газы // Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Объяснительная записка. Лист R-(50)-52. – Тикси. – Л. : ВСЕГЕИ, 1984. – С. 15–26. Puk P.S. Oil and combustible gases. State geological map of the USSR. Sc. 1:1 000 000 (new series). Explanatory letter. Sheet R-(50)-52. Tiksi. Leningrad: VSEGEI; 1984. pp. 15–26.
7. Сафронов А.Ф. Геология и перспективы нефтегазоносности северной части Предверхоаянского прогиба. – Новосибирск : Наука, 1974. – 112 с. Safronov A.F. Geology and prospects of oil and gas potential in the northern part of the Pred-Verkhoyansk foredeep. Novosibirsk: Nauka; 1974. 112 p.