



УДК (553.98.041:550.8):551.72(571.5)

## ПРОГНОЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ВЕНДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ КУРЕЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Ю. А. Филипцов\*, Н. В. Мельников\*\*, А. С. Ефимов\*\*, В. И. Вальчак\*\*\*, А. А. Евграфов\*\*\*

Рассмотрены материалы, обосновывающие широкое развитие в Курейской синеклизе терригенных отложений нижней части вендского комплекса (непский горизонт) и перекрывающих флюидоупорных ангидритсодержащих, возможно соленосных карбонатных образований (тирский горизонт). Дан прогноз возможной крупной Прианабарской зоны нефтегазоаккумуляции.

**Ключевые слова:** Курейская синеклиза, Анабарская антеклиза, вендские отложения, непский и тирский горизонты, зона нефтегазоаккумуляции.

## GEOLOGICAL STRUCTURE AND PETROLEUM POTENTIAL FORECAST FOR THE VENDIAN KUREIKA SYNECLISE

Yu. A. Filiptsov, N. V. Melnikov, A. S. Efimov, V. I. Valchak, A. A. Evgrafov

In the paper, materials have been considered that support widespread occurrence of the lower Vendian terrigenous deposits (Nepa Horizon) and overlying impermeable anhydrite-containing and probably saliferous carbonate bodies (Tira Horizon). The forecast is given for probably large Prianabarye petroleum zone.

**Keywords:** Kureika synecclise, Anabar anteclise, Vendian deposits, Nepa and Tira horizons, petroleum accumulation zone.

Вендские отложения западной части Сибирской платформы плащеобразно перекрывают нижележащие породы рифейских прогибов и обширные выступы кристаллического фундамента.

Нижняя часть вендского комплекса представлена преимущественно терригенными породами непского и (отчасти) тирского горизонтов. Эти отложения, формировавшиеся в начальные этапы наступления на сушу вендских морей, по данным сейсморазведки развиты в пределах Присяно-Енисейской и Курейской синеклиз и, уменьшаясь в мощности, выклиниваются (материалы бурения многочисленных скважин) на склонах Байкитской антеклизы и Бахтинского мегавыступа. В пределах Непско-Ботубинской антеклизы мощность отложений непского горизонта сокращается в северо-западном направлении от Предпатомского регионального прогиба, и они выклиниваются на ее западных и северных склонах. Севернее антеклизы в Сюджерской седловине на гранитоидах кристаллического фундамента залегают породы тирского горизонта (бюкская свита). Вендский разрез такого типа протягивается далее на север в Анабарскую антеклизу (старореченская свита) до ее северо-западного склона, где тирские отложения тоже выклиниваются (рис. 1).

Всю территорию западной части Сибирской платформы (включая обширные выступы кристаллического фундамента на Байкитской антеклизе и Бахтинском мегавыступе) полностью перекрывают образования даниловского горизонта

(катангской, собинской и тэтэрской свит) или их стратиграфические аналоги.

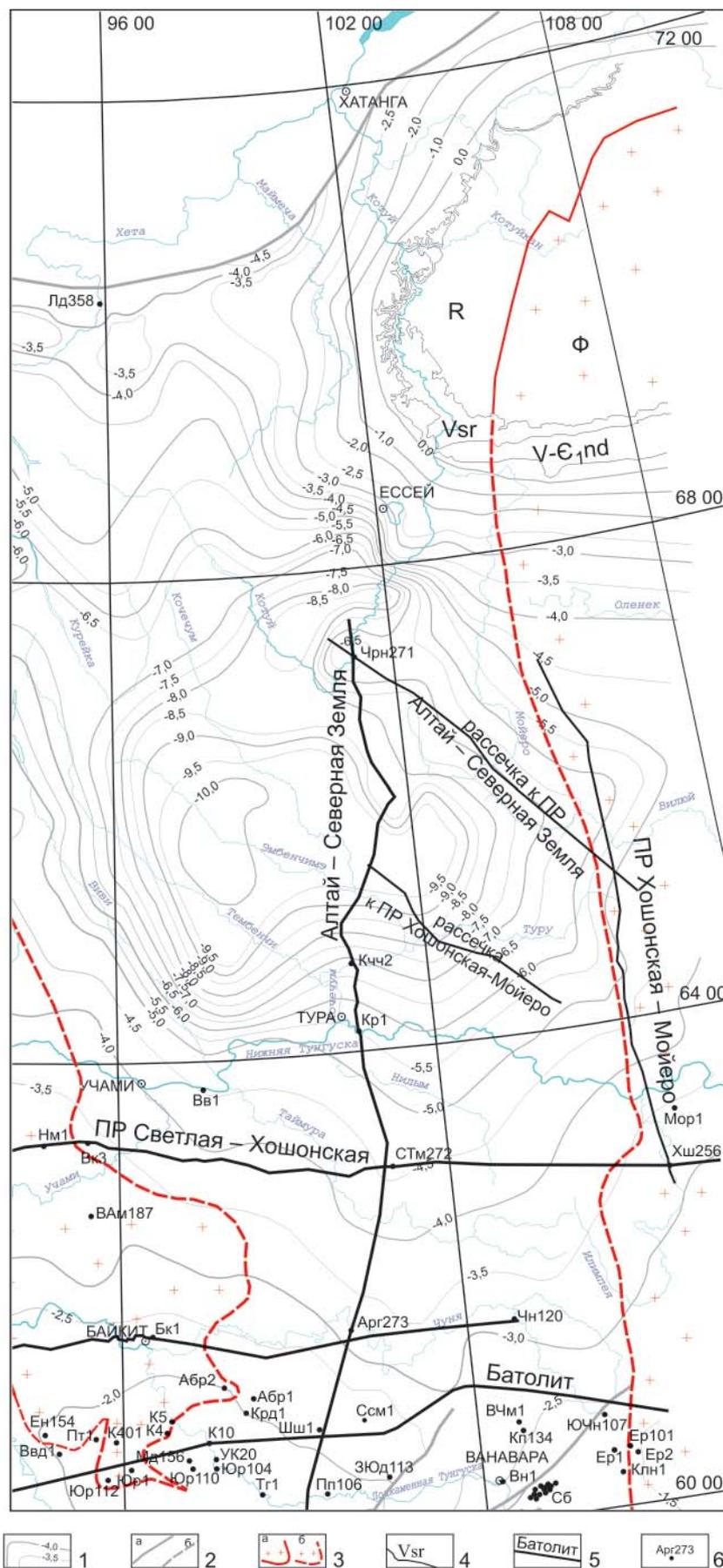
Проведенные в последние годы по сети региональных профилей на южном и восточном бортах Курейской синеклизы сейсморазведочные работы позволили значительно уточнить представления о распространении вендских пород в ее пределах и о стратиграфической полноте вендского разреза.

Ранее буровыми и сейсморазведочными работами было установлено, что терригенные отложения непского горизонта (ванаварской свиты) при продвижении на север от Мурской и Кежемской впадин Присяно-Енисейской синеклизы выклиниваются на Камовском своде Байкитской антеклизы и значительно сокращаются в мощности (при выклинивании пластов песчаных коллекторов) в северо-восточной части Собинско-Тэтэринского вала Катангской седловины. Еще далее на северо-восток, на территории Иркутской области и Республики Саха (Якутия) терригенные отложения непского горизонта в скважинах отсутствуют. Выклинивание терригенных образований нижней части вендского комплекса на западном склоне Непско-Ботубинской антеклизы подтвердили результаты бурения в последние годы Средне-кочемской скв. 251 в 60 км к востоку от границы Красноярского края, приблизительно в 100 км к юго-востоку от Хошонской скв. 256.

По данным бурения к северу от Собинской площади мощность ванабарской свиты сокращается от 80–130 до 50–60 м на Верхнечамбинской и Копоктинской площадях и до 33 м в Чуньской скв. 120 (см. рис. 1).

В соответствии с приведенными сведениями многие исследователи ранее прогнозировали

\* Департамент по недропользованию по Центрально-Сибирскому округу (Красноярск); \*\* ФГУП «СНИИГГиМС» (Новосибирск); \*\*\* ООО «Эвенкиягеофизика» (Красноярск)



**Рис. 1.** Структурная схема северо-западной части Сибирской платформы по горизонту Б (кровля тэтэрской свиты венда – нижнего кембрия) с нанесенными границами выхода на дневную поверхность на Анабарской антеклизе вендских отложений старореченской (Vsr) и венд-кембрийских отложений немакитдалдынской (V–C<sub>1</sub>nd) свит, рифейских отложений (R) и образований кристаллического фундамента (Ф)

1 – изогипсы отражающего горизонта Б (кровли тэтэрской свиты венда – нижнего кембрия), км; 2 – разломы: а – установленные, б – предполагаемые; 3 – границы распространения образований кристаллического фундамента: а – на дневной поверхности на Анабарской антеклизе; б – на предвендской эрозионной поверхности несогласия под чехлом венд-фанерозойских отложений; 4 – границы стратиграфических подразделений, обнажающихся на дневной поверхности на Анабарской антеклизе и их наименование; 5 – линии региональных сейсмопрофилей и их наименование; 6 – скважины нефтегазопромыслового, разведочного и параметрического бурения. Площади бурения: Абр – Абракупчинская, Ар – Аргишская, Бк – Байкитская, К – Куюмбинская, Клн – Кулиндинская, Кп – Копоктинская, Ссм – Сейсморазведочная, СТМ – Среднетаймуринская, Тг – Тайгинская, ВАм – Верхнеамнуннаканская, Вв – Вивинская, Ввд – Вайвидинская, Вк – Вакунайская, Вн – Ванаварская, ВЧм – Верхнечамбинская, Ен – Енгиндинская, Ер – Ереминская, ЗЮд – Западно-Юдуконская, Кр – Кирамкинская, Крд – Кординская, Кчч – Кочечумская, Лд – Ледянская, Мд – Мадринская, Мор – Моровская, Нм – Намурская, Пп – Подпорожная, Сб – Собинская, УК – Усть-Камовская, Хш – Хошонская, Чн – Чуньская, Чрн – Чиридинская, Шш – Шушукская, Юр – Юрубченская, ЮЧн – Южно-Чуньская

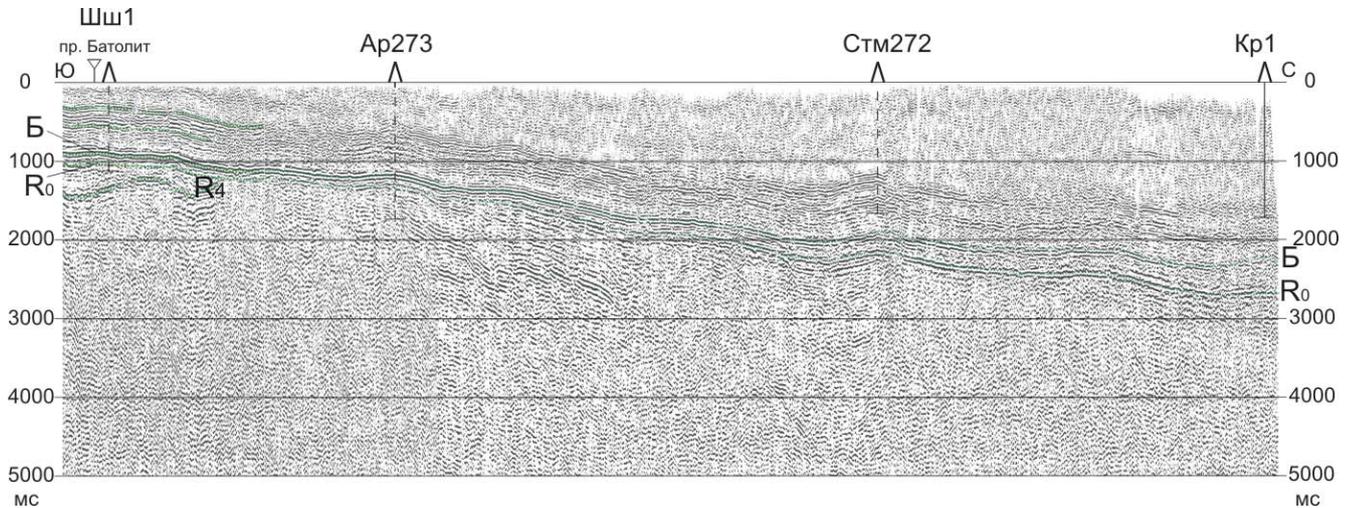
ли полное выклинивание терригенных отложений ванаварской свиты при продвижении далее на север и отсутствие их в Курейской синеклизе.

Выполненные в начале XXI в. сейсморазведочные работы на первом отрезке профиля «Алтай – Северная Земля» (от р. Ангара до р. Нижняя

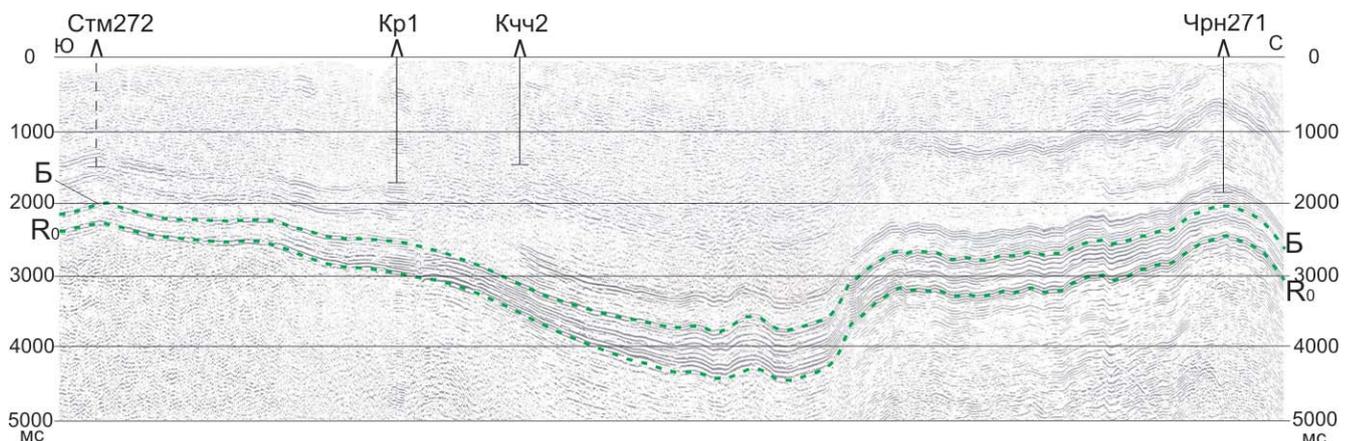


Тунгуска) и бурение параметрической Аргишской скв. 273 (за счет федерального бюджета) и поисковых скважин Шушукской 1 и Сейсморазведочной 1 (за счет ООО «Харьяга») показали иную картину развития вендских отложений в пределах южного борта Курейской синеклизы (см. рис. 1, 2).

достигает максимума в самой погруженной части Курейской синеклизы (см. рис. 2, 3). При этом временная мощность всего вендского интервала достигает 700 мс. Наибольшей прирост нижней части разреза отмечается на профиле севернее Кочечумской скв. 2.



**Рис. 2.** Фрагмент временного разреза по профилю «Алтай – Северная Земля» от Шушукской скв. 1 до р. Нижняя Тунгуска. Расположение профиля см. на рис. 1



**Рис. 3.** Изменение мощности вендских отложений на временном разрезе по профилю «Алтай – Северная Земля» от Среднетаймуринской скв. 272 до Чириндинской скв. 271. Расположение профиля см. на рис. 1

В Шушукской скв. 1 ванаварские отложения отсутствуют. В Сейсморазведочной скв. 1 мощность ванаварской свиты около 50 м, что сопоставимо с мощностью свиты, вскрытой в скважинах Верхнечамбинской 1 (52 м) и Копоктинской 134 (54 м), расположенных к востоку. Но далее на северо-восток от Шушукской скв. 1 вдоль профиля «Алтай – Северная Земля» отложения ванаварской свиты опять появляются в разрезе, и их мощность в Аргишской скв. 273 достигает 41 м, что соответствует увеличению временной мощности вендского интервала между отражениями R<sub>0</sub> и Б от 130 до 240 мс (см. рис. 2).

Сейсмические материалы, полученные на северном продолжении профиля «Алтай – Северная Земля», свидетельствуют, что нижняя часть вендских отложений, соответствующая ванаварской свите, плавно наращивается, мощность ее

Прирост мощности нижней части венда особенно заметен на состыкованных фрагментах профиля «Алтай – Северная Земля» и расщетки к профилю Хошонская скв. 256 – р. Мойеро (рис. 4). На расщетке отчетливо прослеживается клиновидное расхождение отражающих границ нижней части вендского комплекса при погружении в Курейскую синеклизу и их «схлопывание» при продвижении на юго-восток. Такое поведение сейсмических границ хорошо сопоставляется с данными бурения: к юго-востоку от окончания расщетки к профилю Хошонская скв. 256 – р. Мойеро в скважинах Хошонская 256, Батырская 1 и др., пробуренных на западе Сюджерской седловины, отложения непского горизонта отсутствуют, а на гранитоидах кристаллического фундамента залегают породы тирского горизонта (бюкской или оскобинской свит).



**Рис. 4.** Изменение мощности вендских отложений на состыкованных фрагментах профилей «Алтай – Северная Земля» и рассечки к профилю Хошонская скв. 256 – Мойеро. Расположение профиля см. на рис. 1

Максимальная мощность венда фиксируется в самой погруженной части Курейской синеклизы. Еще далее к северу от этой части мощность венда остается значительной, лишь немного сокращаясь в районе Чириндинской скв. 271 (до 650 мс на временном разрезе), где сохраняются как нижняя, так и верхняя части вендского комплекса (см. рис. 3).

Сопоставление данных, полученных при сейсморазведочных работах и бурении скважин, с материалами геолого-съёмочных работ в юго-западной части Анабарской антеклизы позволило выявить еще одну важную в плане прогноза нефтегазоносности особенность вендского комплекса отложений. Вендские отложения, обнажающиеся на дневной поверхности на Анабарской антеклизе (практически на продолжении к северу отработанного отрезка профиля «Алтай – Северная Земля» и профиля Хошонская скв. 256 – р. Мойеро), представлены старореченской и немакит-далдынской свитами.

Старореченская свита – стратиграфический аналог бюкской или оскобинской свит (тирский горизонт). По данным геолого-съёмочных работ она полностью выклинивается на правом берегу р. Котуйкан при продвижении с юга на север вдоль субмеридионального течения р. Котуй (Н. П. Голованов, 1968; А. Л. Гроздилов, 1974; Н. П. Голованов, 1961; А. К. Мкртычян и др., 2005) (см. рис. 1).

В северо-западном углу листа R-48-XV при геолого-съёмочных работах А. Л. Гроздилов и др. установили выклинивание старореченской свиты в приустьевой части р. Котуйкан и нарастание ее мощности в юго-западном направлении до 60 м. В этом районе свита представлена серыми, темно-серыми, желтовато-коричневыми, светло-

серыми, зеленоватыми и розовыми глинистыми и водорослевыми доломитами с прослоями песчанистых доломито-кремнистых гравелитовых конгломератов и брекчий.

В пределах соседнего к западу листа R-48-XIV, по данным геолого-съёмочных работ Н. П. Головановым и др. в 1968 г. установлено, что мощность старореченской свиты возрастает от северной границы листа к южной от 60 до 100 м. При этом в нижней части свиты появляются зеленовато-серые и серые кавернозные гипсоносные доломиты с прослоями белого кристаллического гипса мощностью 1–3 м. Иногда гипс образует невыдержанные по простиранию линзы мощностью до 5–10 м.

По материалам Н. П. Голованова и др. (1961), далее к югу (лист R-48-XX), мощность старореченской свиты достигает 260 м и в ее пределах картируются нижняя гипсоносная толща доломитов и верхняя толща серых, кремневых доломитов и темно-серых и коричневых битуминозных доломитов. При геолого-съёмочных работах в 1960-х гг. эту часть разреза относили к верхней подсвите билляхской свиты синийского возраста.

Мощность нижней толщи гипсоносных доломитов 100–155 м. Она представлена переслаивающимися белыми гипсами с доломитами, гипсоносными доломитами, известковистыми и глинистыми доломитами и доломитистыми известняками. Гипс наблюдается в виде: 1) пластов мощностью 1–11 м, прослеживающихся на десятки километров; 2) линз мощностью до 5 м, протягивающихся на расстояние до 700 м; 3) локальных гнезд, пропластков и прожилков в доломитах. Один пласт гипса мощностью 10–15 м (приурочен-



ный к средней части гипсоносной пачки) достаточно четко прослеживается по всему району (материалы Н. П. Голованова и др., 1961).

Характерно, что в отличие от более северных районов распространения старореченской свиты в пределах всего листа R-48-XX нижняя толща гипсоносных доломитов начинается пачкой известняково-доломитовых брекчий мощностью 1,5–30 м.

К востоку (листы R-49-XXV, XXVI) по результатам геолого-съёмочных работ в 1978 г. Г. Н. Музыка установил, что мощность старореченской свиты сокращается до 110 м, из ее состава исчезают гипсы. Свита сложена строматолитовыми, песчанистыми и глинистыми доломитами с подчиненными линзами и прослоями доломитистых песчаников и доломитовых конгломератов. Также исчезает из разреза и базальная пачка известняково-доломитовых брекчий.

Сопоставление приведенных сведений с новыми сейсморазведочными данными, полученными на региональных профилях, позволяет сравнить верхнюю часть вендского комплекса (его мощность клинообразно увеличивается при погружении в Курейскую синеклизу) с отложениями бюксской (оскобинской), катангской, собинской и тэтэрсской свит (см. рис. 3, 4). При этом бюкская свита соответствует старореченской, а катангская, собинская и тэтэрская – немакит-далдынской Западного Прианабарья. Увеличение мощности бюксской свиты в юго-западной части Анабарской антеклизы перед погружением ее под вышележащие венд-палеозойские отложения, наличие в ее составе гипсов, доломитовых брекчий и конгломератов и дальнейшее увеличение ее мощности, наблюдаемое на временных разрезах, позволяют предположить появление в ее строении пластов каменной соли. Ожидается, что соли распространены на значительной части самых погруженных впадин Курейской синеклизы и на примыкающем юго-западном склоне Анабарской антеклизы. Пачка известняково-доломитовых брекчий, наблюдающаяся в районе развития наиболее гипсоносных разрезов старореченской свиты, в этом случае может быть интерпретирована как соленосная, подвергшаяся полному выщелачиванию каменной соли в зоне гипергенеза на современной дневной поверхности.

На юго-восточном борту Курейской синеклизы также отмечается тенденция увеличения мощности тирского горизонта (оскобинской свиты) при погружении его в северном направлении от Катангской седловины. Пачка доломито-ангидритов в основании оскобинской свиты прослежена скважинами в северном направлении от Собинской площади до Хошонской скв. 256. Толщина пачки возрастает на север от 10–22 до 50 м. Эти данные также подтверждают возможность появления пластов соли в разрезе тирского горизонта севернее Хошонской площади.

Наличие каменной соли в пределах тирского горизонта Сибирской платформы ранее было установлено в Березовской впадине и в примыкающих к ней районах Предпатомского регионального прогиба. Торсальская пачка бюксской свиты, представленная каменной солью с прослоями доломитов, мергелей, аргиллитов и ангидритов, появляется на Иктехской площади, восточнее она достигает мощности 125 м в Эргеджейской скв. 2360 [1]. По аналогии с Березовским районом вполне оправдан прогноз наличия соленосных отложений в пределах замкнутого бассейна тирского времени, который, судя по резкому уменьшению мощности или полному выклиниванию отложений на бортах, существовал в пределах Курейской синеклизы.

Таким образом, если подтвердится прогноз о распространении терригенных отложений непского горизонта в погруженной части Курейской синеклизы, выклинивании этих отложений на склонах Анабарской антеклизы и трансгрессивном перекрытии этих отложений соленосно-ангидритовыми флюидоупорными породами старореченской свиты, имеются по крайней мере две необходимые предпосылки формирования на юго-западных склонах Анабарской антеклизы крупной Прианабарской зоны нефтегазонакопления: существование здесь коллекторов и покрышек. Третье необходимое условие – наличие нефтематеринских пород, которые могли генерировать достаточный объем углеводородов на этапах палеозойских и мезозойских погружений Курейской синеклизы.

Сопоставление новых сейсморазведочных данных и материалов бурения глубоких скважин позволило ранее выделить в западной части Сибирской платформы систему глубоких рифейских прогибов, один из которых, простирающийся в субмеридиональном направлении по территории исследования, В. С. Старосельцевым был назван Ангаро-Котуйским [2]. Восточная граница этого прогиба с юга на север проходит между скважинами Ереминскими 1 и 101, западнее Хошонской скв. 256 и далее (согласно сейсморазведочным данным по новым региональным профилям) протягивается по восточному борту Курейской синеклизы, выходя в современный эрозионный срез на Анабарской антеклизе (см. рис. 1, 4).

На южном участке восточного борта прогиба по результатам бурения скважин на Собинской, Копоктинской и Верхнечамбинской площадях было доказано распространение в верхней части моноклинально погружающихся на запад (к оси прогиба) рифейских отложений углеродистых пород аянской толщи, содержащей мощные пачки хороших по генерационному потенциалу нефтематеринских отложений с содержанием  $C_{орг}$  до 3–4 % при мощности пачек 30–60 м [3]. Также было показано, что даже более древние отложения нижней части рифейского комплекса Катангской седловины (породы берейской толщи) имеют

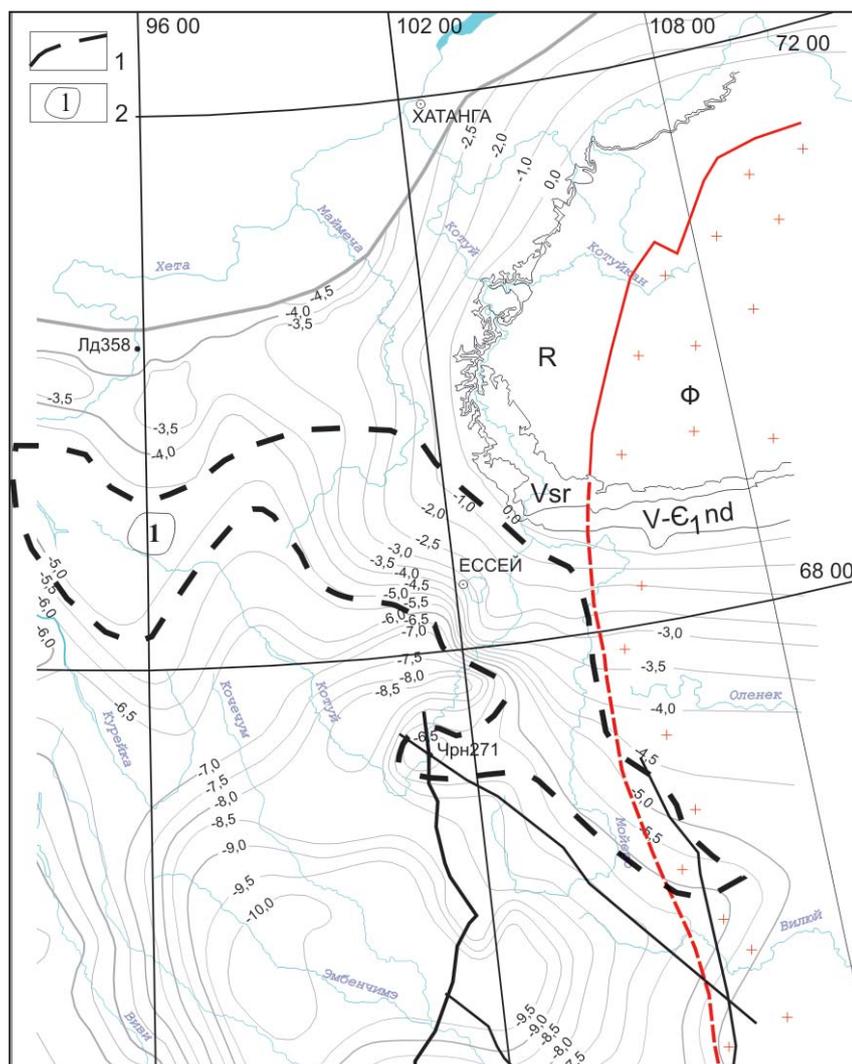


в настоящее время степень преобразованности ОВ, не превышающую стадии МК<sub>2</sub>(Ж) катагенеза [3]. По материалам Т. К. Баженовой, такая же невысокая степень преобразованности ОВ даже еще более древних (нижнерифейских) отложений Анабарской антеклизы зафиксирована для ОВ аргиллитов усть-ильинской свиты: МК<sub>1</sub><sup>1</sup>(Д)–МК<sub>1</sub><sup>2</sup>(Г) [2]. Все эти данные свидетельствуют, что рифейские отложения восточного борта Ангаро-Котуйского прогиба, прилегающие к гранитоидам Непско-Ботуобинской антеклизы на юге и Анабарской антеклизы на севере, в рифейское время не погружались на большие глубины и ОВ, содержащееся в них, сохранило перед началом фанерозойского этапа развития Сибирской платформы свой нефтегенерационный потенциал.

Наличие нескольких уровней обогащенных ОВ отложений в Байкитском и Катангском разрезах рифея, широкое развитие фациальных замещений, наблюдающихся по направлению от бортов к осевым частям прогибов, когда карбонатные платформы краевых частей прогибов замещаются глинистыми, часто темноцветными и углеродистыми отложениями [5, 6, 8], – все это позволяет с достаточной степенью уверенности прогнозировать наличие обогащенных ОВ рифейских пород

в той части Ангаро-Котуйского прогиба, которая в настоящее время является глубоко погруженной в Курейскую синеклизу. Следовательно, во время палеозойского и раннемезозойского погружений Курейской синеклизы в ее осевой части существовал мощный очаг генерации нефтяных, а при более значительных погружениях – газообразных углеводородов. Попадая в терригенные коллекторы нижней части вендского комплекса отложений, под надежными соленосно-ангидритовыми экранами поток углеводородов мигрировал в сторону окружающих палеоподнятий (антеклиз).

В конце палеозоя – раннем мезозое произошло массовое излияние лав (на севере) и внедрение интрузий трапповой магмы (преимущественно силлов) в осадочный венд-фанерозойский чехол Сибирской платформы. Количество и мощность интрузивных тел в разрезе северной и северо-восточной частей Курейской синеклизы значительно меньше, чем в южных. Это хорошо иллюстрируют материалы геологической съемки северо-восточного борта Курейской синеклизы и данные бурения скважин Чиридинской 271 и Ледянской 358. Следовательно, сохранность залежей УВ на юго-западных склонах Анабарской антеклизы в пределах Прианабарской прогнози-



**Рис. 5.** Прогнозируемая Прианабарская зона нефтегазонакопления  
1 – границы прогнозируемой Прианабарской зоны нефтегазонакопления; 2 – Верхнехугдякитское перспективное погребенное поднятие. Остальные усл. обозн. см. на рис. 1



руемой зоны нефтегазонакопления должна быть выше, чем на Катангской седловине.

### Выводы

1. Новые сейсморазведочные данные, интерпретация которых опирается на результаты бурения скважин и геолого-съёмочные исследования окружающих территорий, позволяют дать прогноз широкого развития в пределах погруженной части Курейской синеклизы терригенных отложений нижней части вендского комплекса (непского горизонта) и перекрывающих флюидоупорных ангидритсодержащих, возможно соленосных карбонатных отложений (тирского горизонта).

2. Наличие под вендскими отложениями рифейского прогиба с учетом всех имеющихся сведений о возможной обогащенности рифейских отложений органическим веществом и истории его катагенетических превращений может рассматриваться как основной критерий существования на этапе палеозойско-мезозойских погружений мощного очага нефтегенерации и позднее газогенерации в пределах самых погруженных частей Курейской синеклизы.

3. Сравнительный анализ истории погружений и насыщенности юго-западного склона Анабарской антеклизы интрузиями трапповой магмы позволяет дать прогноз возможной крупной Прианабарской зоны нефтегазонакопления, сохранившей до настоящего времени свой нефтегазовый потенциал.

В западном окончании Прианабарской зоны выявлен Верхнехугдякитский перспективный участок (рис. 5), где намечено погребенное поднятие вендских и палеозойских горизонтов площадью более 2500 км<sup>2</sup> [4], обнаруженное в результате обработки линеаментной сети и по данным газогидрогеохимического опробования водотоков. Поднятие характеризуется аномальными концентрациями тяжелых углеводородов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников, Н. В. Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (страти-

графия, история развития) [Текст] / Н. В. Мельников. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. – 148 с.

2. **Органическая** геохимия палеозоя и допалеозоя Сибирской платформы и прогноз нефтегазонакопления [Текст] / Под ред. К. К. Макарова, Т. К. Баженовой. – Л. : Недра, 1981. – 211 с.

3. **Оценка** катагенеза и нефтегазогенерационных свойств органического вещества рифейских и вендских отложений Байкитской антеклизы и Катангской седловины [Текст] / Ю. А. Филипцов, Ю. В. Петришина, Л. Н. Болдушевская [и др.] // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40, № 9. – С. 1340–1354.

4. **Предпосылки** обнаружения гигантского скопления нефти на северо-востоке Тунгусской синеклизы [Текст] / В. С. Старосельцев, Т. А. Дивина, В. И. Вожов, Г. Н. Кулиш // Нефтегазоносные бассейны Западно-Тихоокеанского региона и сопредельных платформ : Сравнительная геология, ресурсы и перспективы освоения (Первая международная конф. 21–26 апреля 1996 г.). – СПб., 1998. – С. 127–132.

5. **Филипцов, Ю. А.** Геологическое строение рифейских отложений зоны сочленения Сибирской платформы и Енисейского кряжа [Текст] / Ю. А. Филипцов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2012. – № 1(9). – С. 49–66.

6. **Филипцов, Ю. А.** Геологическое строение рифейских прогибов западной части Сибирской платформы [Текст] / Ю. А. Филипцов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2011. – № 4(8). – С. 30–47.

7. **Филипцов, Ю. А.** Рифейские прогибы – основные источники нефти и газа в западной части Сибирской платформы [Текст] / Ю. А. Филипцов, В. С. Старосельцев // Геология нефти и газа. – 2009. – № 6. – С. 40–56.

8. **Филипцов, Ю. А.** Сопоставление разрезов рифея Байкитской антеклизы и Катангской седловины по новым сейсмическим данным [Текст] / Ю. А. Филипцов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2013. – № 2(14). – С. 26–34.

© Ю. А. Филипцов, Н. В. Мельников, А. С. Ефимов, В. И. Вальчак, А. А. Евграфов, 2014