



## ОСНОВНАЯ ЗОНА НЕФТЕГАЗОНАКОПЛЕНИЯ ЮЖНО-ТУНГУССКОЙ НГО

А. С. Ефимов<sup>1</sup>, Е. В. Мосягин<sup>2</sup><sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, Москва, Россия; <sup>2</sup>Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия

По результатам анализа всей совокупности сейсморазведочных профилей и увязки их с разрезами глубоких скважин в регионе Южно-Тунгусской нефтегазоносной области в междуречье Енисея, нижнего – среднего течения Бахты и нижнего течения Нижней Тунгуски выделено несколько литосейсмофациальных зон, которым соответствуют «свои» волновые поля, формирующиеся в интервале вендского и ниже-среднекембрийского комплексов. Сурингдаконская литосейсмофациальная зона субширотного простирания и резкой смены ниже-среднекембрийских отражений представляется как область смены эвапоритового ниже-среднекембрийского осадконакопления на существенно карбонатное, терригенно-карбонатное в северном направлении. Именно к этой области примыкают Моктаконская, Таначинская, Усть-Дельтулинская площади, на которых получены притоки нефти и газа из терригенно-карбонатных горизонтов нижнего кембрия. Следует считать эту систему краевых рифов основной зоной нефтегазонакопления Южно-Тунгусской НГО. В пределах поднятия Верхнее, которое входит в указанную зону, помимо перспективных нижекембрийских интервалов разреза весьма возможны высокие перспективы вендского и рифейского уровней осадочного чехла.

**Ключевые слова:** Восточная Сибирь, Сибирская платформа, Южно-Тунгусская нефтегазоносная область, Бахтинский мегавыступ, литосейсмофациальные зоны кембрия, сейсморазведка, поднятие Верхнее, венд, рифей.

## THE MAIN OIL AND GAS ACCUMULATION ZONE OF THE SOUTH TUNGUSKA PR

А. S. Efimov<sup>1</sup>, E. V. Mosyagin<sup>2</sup><sup>1</sup>All-Russian Geological Research and Development Oil Institute, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGIMS), Novosibirsk, Russia

According to the results of the analysis of the entire set of seismic profiles and their tie with sections of deep wells [4], several litho-seismic facies zones have been identified in the South Tunguska Petroleum Region, in the interfluvium of the Yenisei River, lower-middle reaches of the Bakhta River and lower reaches of the Nizhnyaya Tunguska River. Each zone has “its own” special corresponding wave fields, formed in the interval of the Vendian and Lower-Middle Cambrian complexes. The east-west trending Suringdakonskaya litho-seismic facies zones with a sharp change of Lower–Middle Cambrian reflections is represented as an area of the change of the evaporite Lower–Middle Cambrian sedimentation to a substantially carbonate, terrigenous-carbonate one to the north. Mokatonskaya, Tanachinskaya, Ust-Deltulinskaya areas with produced oil and gas inflows from terrigenous-carbonate horizons of the Lower Cambrian adjoin exactly to this region. This system of marginal reefs should be considered the main oil and gas accumulation zone of the South Tunguska PR. The Verkhnee uplift is included in this zone. Within its limits, in addition to the promising Lower Cambrian intervals of the section, authors can speak very confidently about the high prospects of the Vendian and Riphean levels of the sedimentary cover.

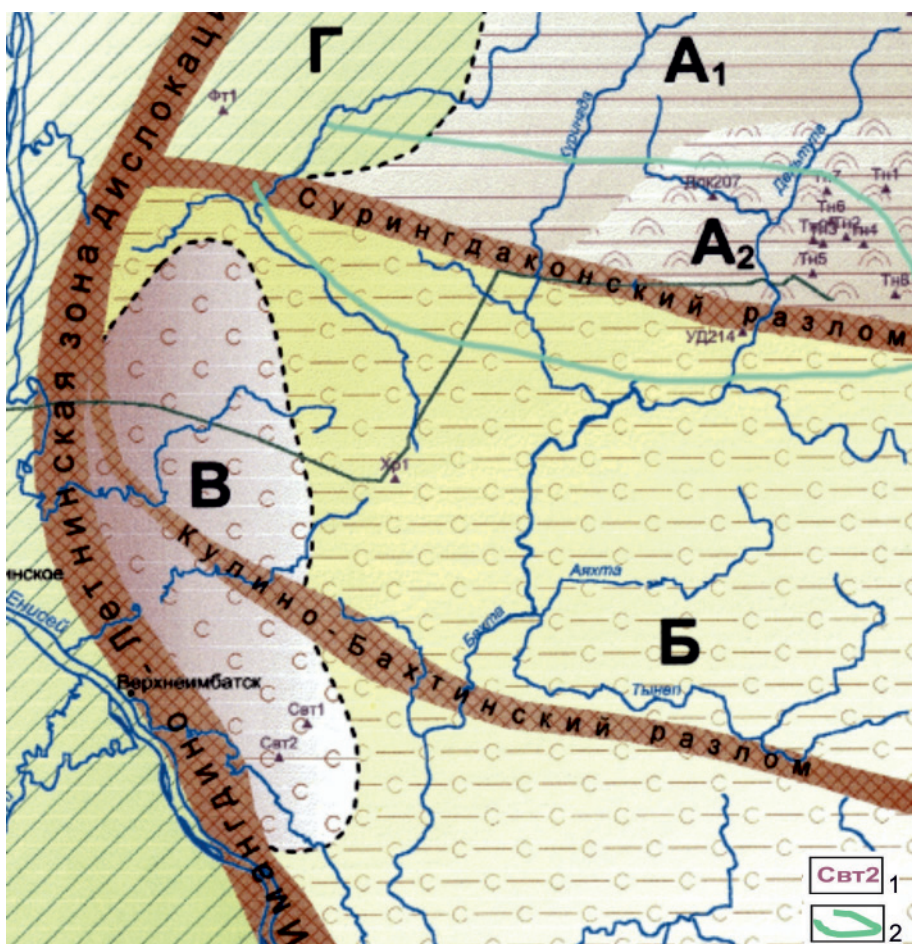
**Keywords:** Eastern Siberia, Siberian Platform, South-Tunguska Petroleum Region, Bakhta megaswell, litho-seismic facies zones of the Cambrian, seismic survey, Verkhnee uplift, Vendian, Riphean.

DOI 10.20403/2078-0575-2022-12s-9-17

Южно-Тунгусская нефтегазоносная область (НГО) выделена в западной и северо-западной частях Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции Сибирской платформы. Большую часть этой области занимает Бахтинский мегавыступ Байкитской антеклизы.

Бахтинский мегавыступ – краевая структура Байкитской (геми)антеклизы Сибирской платформы. По структурно-тектоническому положению мегавыступ является ее северо-западной периклиналью. С северо-востока и запада он ограничен крупными отрицательными структурами – Курейской синеклизой и Приенисейским (мега)прогибом. Последний выполнен мощным (в центральных частях до 5–6 км)

терригенно-карбонатным осадочным комплексом рифейских отложений. В рифейское время (по крайней мере, в верхнерифейское) в пределах территории мегавыступа его осевая часть развивалась как палеоподнятие. По материалам глубокого бурения, геофизическим данным и палеопостроениям в его сводке фиксируется выход образований кристаллического фундамента под венд-палеозойские отложения. Как положительная структура, Бахтинский мегавыступ развивался и в период венд-палеозойского осадконакопления, что является значимым положительным фактором нефтеперспективности этого тектонического элемента как структуры, длительное геологическое время остававшейся зоной ре-



**Рис. 1.** Схема сейсмофациального районирования (по материалам Н. А. Горюнова, 2022): Сурингдаконская СФЗ, сульфатно-карбонатные отложения: А<sub>1</sub> – мелкий открытый шельф, А<sub>2</sub> – мелкий открытый шельф, зона открытых отмелей; Б – Тынепская СФЗ, карбонатно-галогенные отложения, глубокий открытый шельф; В – Имбацкая СФЗ, галогенно-карбонатные отложения, лагунные условия седиментации; Г – Туруханская СФЗ, карбонатные отложения, окраина шельфа

1 – глубокие скважины; 2 – границы основной зоны нефтенакопления

гионального сбора углеводородов из примыкающих к нему крупных прогибов.

Венд-кембрийские отложения рассматриваемого района расположены в пределах одной из наиболее сложных в фациальном многообразии областей запада Сибирской платформы. По закономерным изменениям облика венд-нижнекембрийского пакета отражений в меридиональном направлении прослеживается сейсмофациальная зональность (рис. 1). На территории выделены четыре сейсмофациальные зоны (СФЗ), существенно различающиеся разрезами нижнего и нижне-среднекембрийского комплексов: Сурингдаконская, Тынепская, Имбацкая (или Светлая – по названиям глубоких скважин) и Туруханская.

Отметим следующие особенности системных изменений волновых картин венд-кембрийского пакета отражений. Анализ выполнен по материалам сейсморазведки всего междуречья нижних течений Подкаменной и Нижней Тунгусок, Бахты и Енисея (рис. 2, 3).

1. Отложения верхней, преимущественно карбонатной части венда (выше отражения М и до отражения Б) залегают однородным чехлом на всей рассматриваемой территории, их мощность практически не меняется, лишь слегка увеличивается в западном направлении.

2. Сурингдаконская субширотная зона резкой смены нижне-среднекембрийских отражений

(с опорой на редкие параметрические скважины) представляется как область смены эвапоритового нижне-среднекембрийского осадконакопления на существенно карбонатное и терригенно-карбонатное к северу. Именно к этой области примыкают Моктаконская, Таначинская, Усть-Дельтулинская площади, на которых получены притоки нефти и газа из терригенно-карбонатных горизонтов нижнего кембрия.

3. Венд-палеозойский терригенно-соленосно-карбонатный структурно-формационный комплекс формировался в условиях повышенной тектонической активности палеобассейна, выразившейся в резкой литофациальной изменчивости и значительных колебаниях толщин многих стратиграфических подразделений разреза. На уровне нижнекембрийских отложений выделяются следующие литофациальные зоны:

- галогенно-карбонатная к югу от Кулино-Бахтинского разлома;
- карбонатно-галогенная, охватывающая пространство между Сурингдаконским и Кулино-Бахтинским разломами и обладающая наличием толщ солей за счет их увеличения в разрезе ангарской свиты нижнего – среднего кембрия и оленчиминской свиты среднего кембрия;
- сульфатно-галогенно-карбонатная в области Сурингдаконского разлома и преимущественно сульфатно-карбонатная севернее.

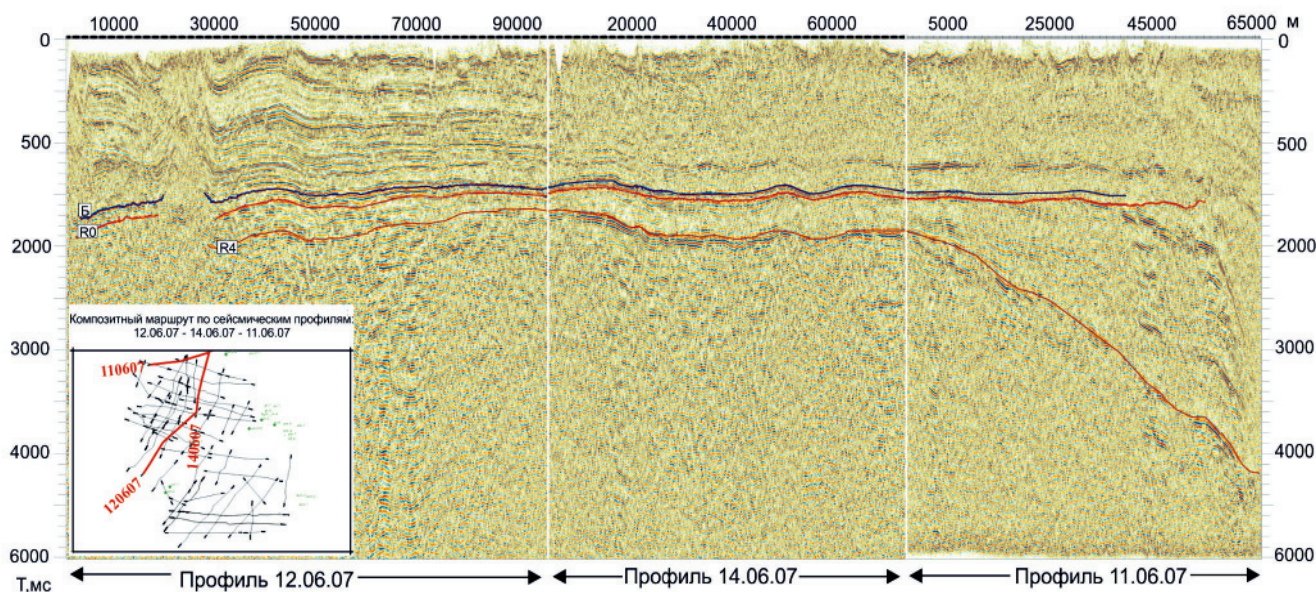


Рис. 2. Сейсмогеологический разрез по маршруту междуречья Енисея, Бахты и Нижней Тунгуски

Характерно, что зональность имеет четко выраженные границы шириной 5–10 км, пространственно приуроченные к перечисленным глубинным разломам, которые выделены по признакам линейных градиентных зон в гравимагнитных полях и сейсмофациальной смене облика кембрийских пакетов отражений на сейсмических разрезах в этих зонах. Редкими глубокими скважинами принципиально подтверждается такая фациальная изменчивость. Выделена также Туруханская СФЗ карбонатных отложений окраины шельфа.

В целом зафиксировано уменьшение количества пропластков каменной соли, вплоть до полного их исчезновения, сначала на толбачанском уровне, затем на нижнеусольском (при движении по территории междуречья с юга на север от скважин Светлых 1, 2, Хурунгдинской, Нижнеимбакской 219 к скважинам Таначинским, Западно-Малькитконской и Сухотунгусским).

### Литосейсмофациальные зоны кембрия

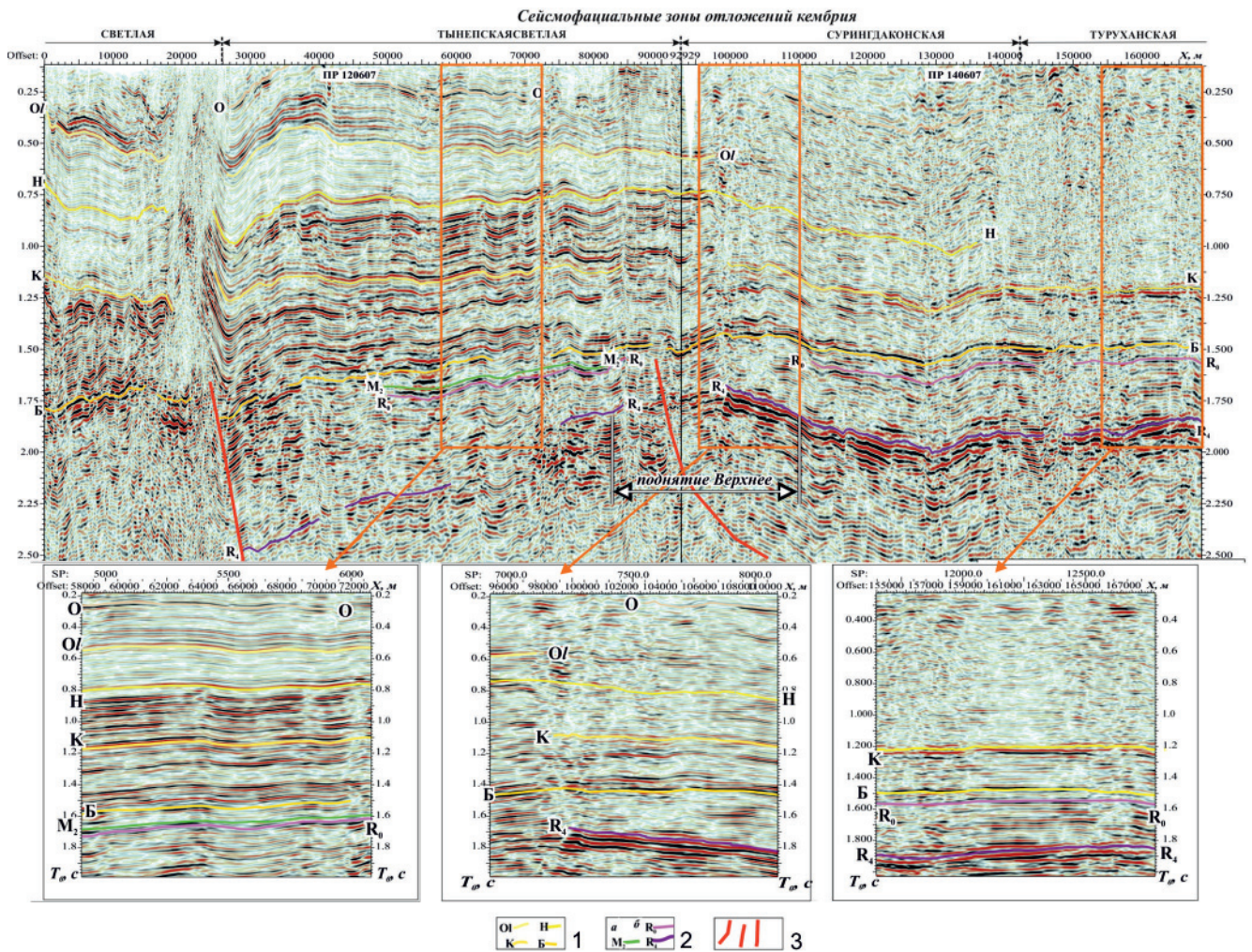
По результатам анализа совокупности всех сейсморазведочных профилей и увязки их с разрезами глубоких скважин (а также с учетом решений Четвертого межведомственного регионально-стратиграфического совещания [11]) в регионе выделено несколько литосейсмофациальных зон (ЛСФЗ), которым соответствуют характерные для них волновые поля, формирующиеся в интервале вендского, нижне- и нижне-среднекембрийского комплексов. В регионе выделяются Имбакская (или Светлая), Сурунгдаконская, Тынепская, Туруханская ЛСФЗ, южнее (в долине нижнего приустьевое течения р. Подкаменная Тунгусска) – Лебяжинская. Также обозначены участки возможного развития органогенных построек. Установлено, что темпы прогибания дна бассейна и степени компенсации прогибания осадками привели к накоплению осадков различной мощности и состава. В раннем кембрии

в Туруханской и Лебяжинской зонах формировались карбонатные отложения, а в Сурунгдаконской и Тынепской в это время, кроме карбонатных, также сохранялись маломощные соленосно-карбонатные толщи на нижнеусольском и толбачанском уровнях [6, 8, 11].

**Имбацкая** (Светлая) ЛСФЗ находится в западной части территории и приурочена к одноименному фациальному району. Геологический разрез нижнего – среднего кембрия (без летнинской свиты) снизу вверх представлен здесь усольской, абакунской, бурусской, сурунгдаконской, булайской дельтулинской и таначинской свитами, которые на разрезах ОГТ отображаются единым сейсмокомплексом 500–700 мс (между ОГ Б и К1). Этот волновой пакет характеризуется амплитудной выразительностью и уверенной прослеживаемостью почти всех входящих в его состав отражений. Вышележащие отложения характеризуются лишь отдельными яркими отражениями. Типовой рисунок сейсмической записи, отвечающий всем ниже- и среднекембрийским осадкам, представлен на рис. 3

Усольская свита в Имбатской (Светлой) зоне отличается более соленосным разрезом и повышенной мощностью отложений (500–900 м). В волновом поле сейсморазрезов отражения от горизонтов этой свиты динамически выразительны и представлены группой интенсивных отражений длительностью около 350 мс. К северу района развития Имбакской ЛСФЗ количество фаз в составе волнового пакета уменьшается, а интервал сокращается до 200 мс. Еще севернее, уже за пределами зоны, тип волнового поля изменяется, отражения теряют амплитудную выразительность. Усольская свита замещается тремя свитами (ясенгской, моктаконской и марской), представленными преимущественно карбонатами.

Абакунская свита на разрезах ОГТ выделяется одной яркой положительной фазой длительностью в 25 мс.



**Рис. 3.** Сейсмологический разрез по субмеридиональному маршруту в междуречье Енисея и Нижней Тунгуски. Опорные отражающие горизонты: 1 – кембрия, 2 – венда (а) и рифея (б); 3 – тектонические нарушения

Бурусская свита, согласно залегающая на абакунской, сверху соленосная, снизу – галогенно-карбонатная. В пределах зоны на разрезах ОГТ она достаточно выдержана по литолого-акустическим свойствам, динамически выразительна и занимает временной интервал 210–220 мс. Однако на общем фоне сейсмической записи выделяются два высокоинтенсивных положительных отражения, приуроченных к реперным карбонатным пачкам в кровле свиты и ее средней части.

Сурингдаконская свита согласно залегают на бурусской и сложена преимущественно каменными солями с подчиненным развитием карбонатных пропластков. На разрезах ОГТ она во всем интервале динамически выразительна. В южной части зоны на временных разрезах она занимает интервал 160–170 мс, а в северной – 110–120 мс. В кровле свиты формируется ОГ K1 – опорный в пределах зоны.

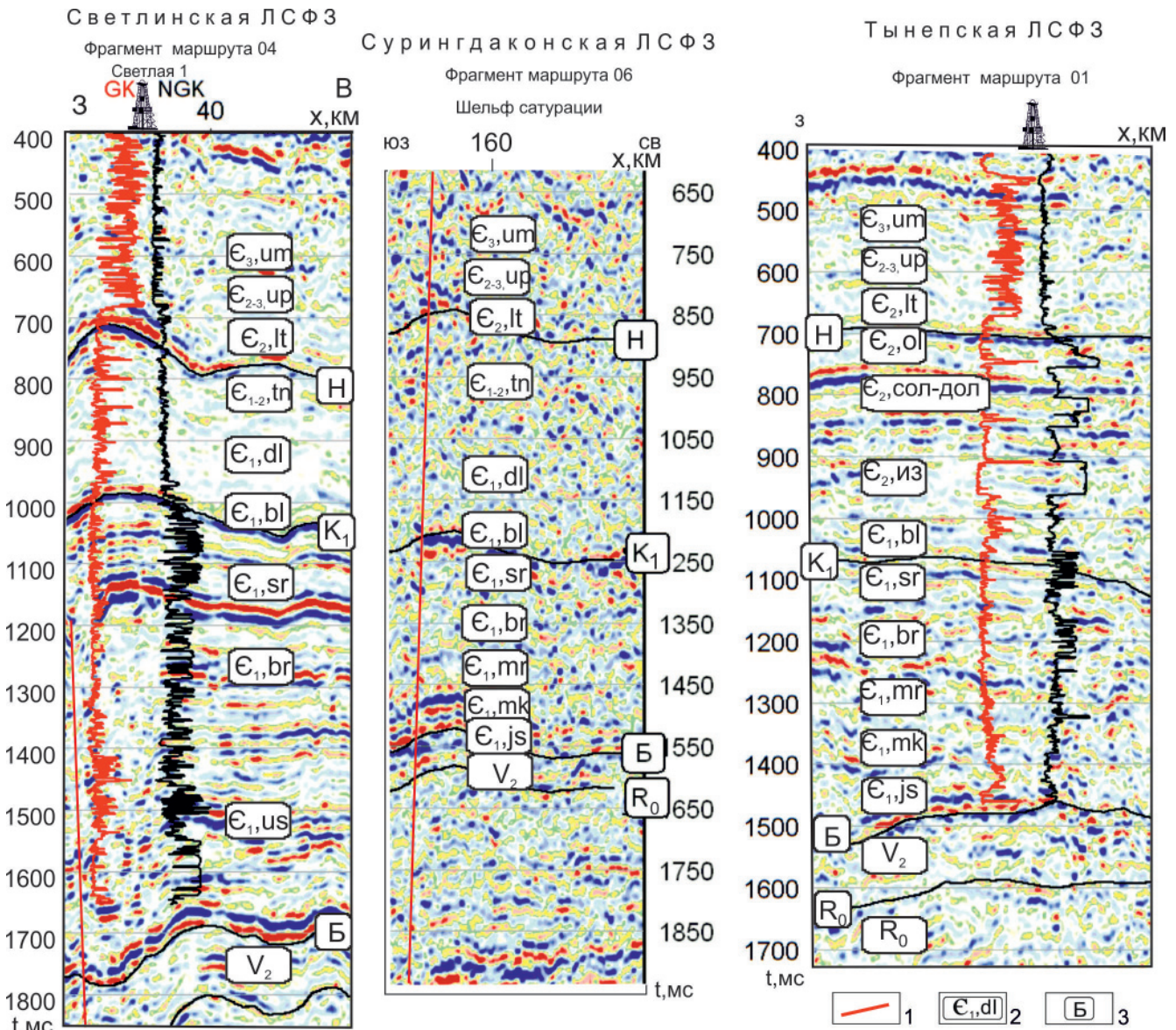
Булайская свита мощностью 100–120 м является репером и регионально выдержанна в пределах не только зоны, но и всей изучаемой территории. На временных разрезах представлена нечеткой положительной фазой и занимает интервал 30–40 мс.

Дельтулинская свита залегают согласно, на разрезах ОГТ представлена «немой» полем отра-

женных волн (рис. 4), а в плане охватывает северную часть зоны, будучи составной частью Таначи-Дельтулинской органогенной постройки. На юге территории она литологически замещается ангарской свитой. На стратифицированных временных разрезах в интервале верхней части ангарской свиты выделяются несколько высокоамплитудных отражений.

Таначинская свита согласно залегают на дельтулинской, сложена преимущественно карбонатными осадками и имеет мощность около 150 м. На разрезах ОГТ свита представлена «немой» полем отраженных волн, а в плане охватывает северную часть рассматриваемой зоны, где входит в состав Таначи-Дельтулинской органогенной постройки. Южнее эти осадки замещаются галогенно-карбонатными отложениями литвинцевской свиты. В центральной части зоны на разрезах ОГТ ниже ОГ Н появляются 1–2 интенсивных отражения, приуроченные к верхней части литвинцевской свиты. А на юге зоны уже всему интервалу ее отложений отвечает интенсивный многофазный волновой пакет с длительностью 70–90 мс.

Тынепская ЛСФЗ охватывает центральную и северо-западную части исследуемой террито-



№ 12с ♦ 2022

**Рис. 4.** Типы волнового поля Светлинской, Суриндаконской, Тынепской литофациальных зон (по А. В. Исаеву)

1 – дизъюнктивные нарушения; 2 – стратиграфические подразделения (свиты:  $E_{3,um}$  – усть-мундуйская,  $E_{2-3,up}$  – усть-пелядгинская,  $E_{2,lt}$  – летнинская,  $E_{2-3,ev}$  – эвенкийская,  $E_{1-2,tn}$  – таначинская,  $E_{2,ol}$  – оленчиминская,  $E_{1,dl}$  – дельтулинская,  $E_{1,bl}$  – булайская,  $E_{1,sr}$  – суриндаконская,  $E_{1,br}$  – бурусская,  $E_{1,mr}$  – марская,  $E_{1,mk}$  – моктаконская,  $E_{1,js}$  – ясенгская; подсвиты:  $E_{1-2,lb}$  – верхнелебяжинская,  $E_{1,lb}$  – нижнелебяжинская; толщи:  $E_{2,сол-дол}$  – соленосно-доломитовая,  $E_{2,из}$  – известняковая;  $V_2$  – верхний венд,  $V_1$  – нижний венд,  $R_0$  – рифей); 3 – отражающие горизонты: Н – в подошве эвенкийской свиты ( $E_{2-3,ev}$ ) и ее аналога летнинской,  $K_1$  – в подошве булайской свиты ( $E_{1,bl}$ ), Б – в кровле венда ( $V_2$ ),  $R_0$  – в кровле рифея

рии (см. рис. 1) и приурочена к одноименному фациальному району. Разрез нижней части кембрия составлен теми же свитами, что и в Суриндаконской и Имбатской (Светлой) зонах. В нижней части карбонатной формации предполагаются рифовые постройки в моктаконской свите. Соли ясенгской и суриндаконской свит образуют на сейсмических разрезах опорные отражающие горизонты Б и K1. Отличительной особенностью разрезов кембрия в Тынепском фациальном районе является состав тойонского, амгинского и низов майского ярусов. Тойонский ярус и низы амгинского сложены глинисто-известняковыми породами толщиной 45–100 м. Выше залегает толща известняков (100–210 м) ам-

гинского-майского возраста, затем толща чередования пачек солей и доломитов (120–400 м) и оленчиминская терригенно-соленосно-карбонатная свита (50–70 м), относимые к майскому ярусу. Верхи майского яруса слагает летнинская свита толщиной до 290 м, верхний кембрий – усть-пелядгинская.

По данным МОГТ в Тынепском фациальном районе в известняковой толще более 10 одиночных рифов амгинского яруса. Такие же рифы возможны в восточной части Тынепского прогиба [6, 8, 12].

Уровень моктаконской свиты в западной части Тынепской ЛСФЗ перспективен на обнаружение рифовых построек. Повышенные мощности отложений на отдельных участках, однородность строения,

преобладание в разрезе мелко- и среднезернистых карбонатов, отсутствие терригенной примеси, многочисленные водорослевые остатки – все это подтверждает существование органогенных построек, которые выявлены бурением на Моктаконской и Усть-Дельтулинской площадях. На разрезах ОГТ в Тынепском фациальном районе наиболее интенсивные отражения выражены в кровле оленчиминской и в подошве булайской свит, что приводит к формированию горизонтов Н и К1 соответственно (см. рис. 3, 4). Насыщенность Тынепской зоны пластовыми интрузивными телами, соленосность оленчиминской, «соленосно-доломитовой» толщи, ясенгской свит создают тонкослоистую субгоризонтальную динамичную волновую картину всего разреза. Граница соленосных отложений ясенгской свиты с карбонатами тэтэрской формирует яркие динамически выраженные отражения (горизонт Б).

**Сурингдаконская** ЛСФЗ находится в северной части изучаемой территории, охватывает бассейн правобережья широтного течения р. Бахта и приурочена к одноименному фациальному району.

Зона имеет субширотное простирание с резкой сменой ниже-среднекембрийских отражений и представляется (с опорой на редкие параметрические скважины) как область смены эвапоритового ниже-среднекембрийского осадконакопления на существенно карбонатное и терригенно-карбонатное к северу. Именно к ней относятся Моктаконская, Таначинская, Усть-Дельтулинская площади, на которых получены притоки нефти и газа из терригенно-карбонатных горизонтов нижнего кембрия, а также поднятие Верхнее в центральной части Тынепского выступа (см. рис. 3, 5).

Кембрий здесь разделен (снизу вверх) на ясенгскую, моктаконскую, марскую (усольский горизонт), абакунскую (эльгянский горизонт), бурусскую, сурингдаконскую (толбачанский горизонт), булайскую (урицкий и олекминский горизонты), дельтулинскую (чарский горизонт) и таначинскую (наманский горизонт) свиты. В среднем – верхнем кембрии выделены летнинская (майский ярус среднего кембрия), усть-пелядгинская и усть-мундуйская свиты (верхний кембрий).

*Ясенгская* и *сурингдаконская* свиты представлены преимущественно доломитами с редкими маломощными прослоями солей, остальные – карбонатами. В Сурингдаконской зоне в чарское и наманское время образовались доломиты таначинской и дельтулинской свит. Толщина таначинской свиты 75–85 м, дельтулинской – 390–465 м, их формирование проходило в условиях мелководного открытого шельфа с подвижными водами. Предполагается предельная мелководность бассейна с кратковременными выходами отдельных участков из-под уровня вод, благодаря чему по карбонатным горизонтам (мощностью до 80 м) формировались области кавернозных коллекторов с пустотностью до 20 % (Костинский коллектор). Тип волновой кар-

тины в Сурингдаконской зоне своеобразный: на разрезах ОГТ отмечается ослабление динамической выразительности отражений в интервале ОГ Н и К1, а корреляция ОГ Н проблематична. Наибольшими пластовыми скоростями обладают карбонаты булайской свиты, что приводит к формированию горизонта К1 в подошве этих отложений (см. рис. 4). Достаточно интенсивный пакет отражений образуется в подошве пачки солей ясенгской свиты с подстилающими карбонатными отложениями тэтэрской (горизонт Б).

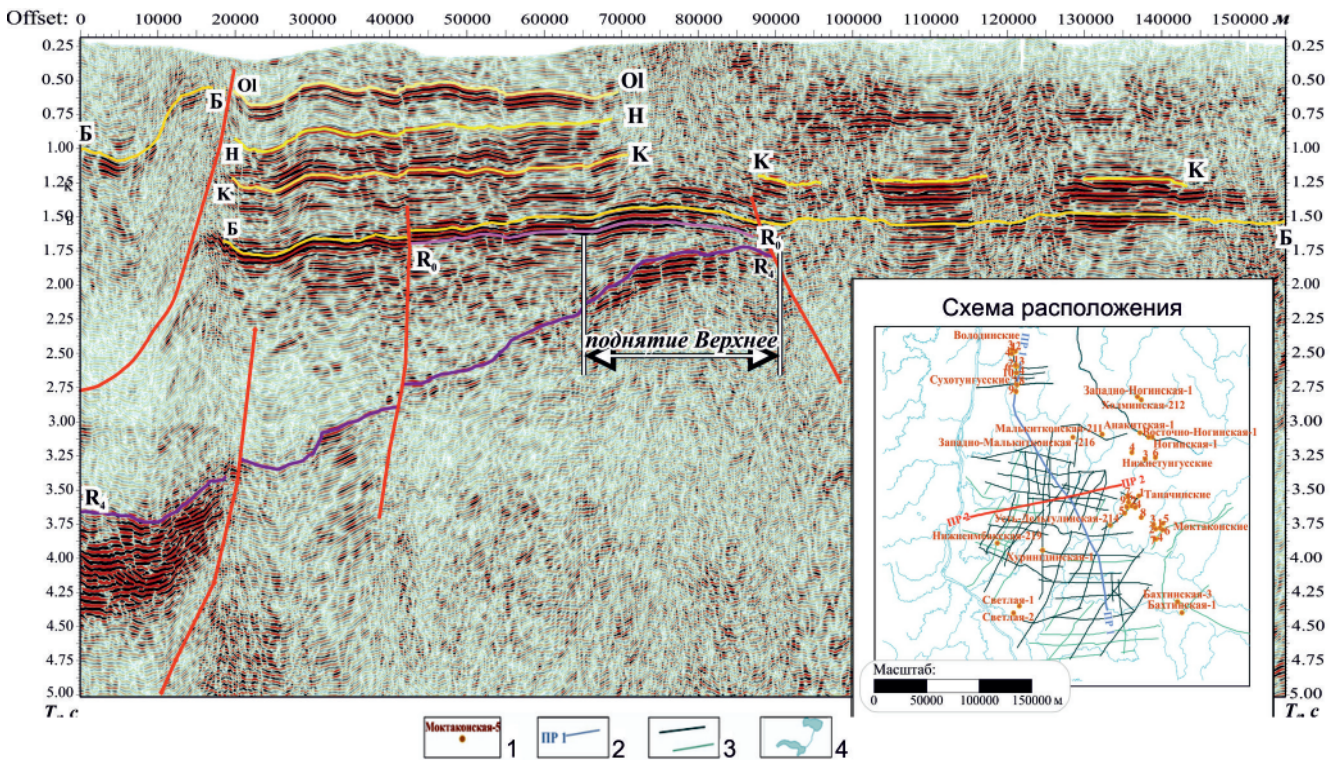
*Дельтулинская* и *таначинская* свиты формируют карбонатную Костинскую (Туруханскую) платформу с мощностью около 500 м, по периферии которой развита система таначи-дельтулинских краевых рифов, где мощности пород максимальны. На временных разрезах акустически монотонные отложения дельтулинской и таначинской свит динамически невыразительны, лишь на кровле последней формируется малоамплитудное отражение (ОГ Н) с пунктирной прослеживаемостью, что обусловлено наличием на указанном уровне трапповых интрузий сложной морфологии.

Вдоль южной границы зоны дельтулинская и таначинская свиты составляют систему краевого рифа, отделяющую Костинскую карбонатную платформу от Тынепского некомпенсированного прогиба. Краевая система рифов – перспективный объект для поиска нефти и газа. По положению в разрезе и фауне трилобитов дельтулинская свита (мощность до 465 м) отвечает тойонскому ярусу нижнего кембрия, таначинская свита, мощность которой возрастает до 380 м к южному окончанию краевого рифа, – амгинскому ярусу среднего кембрия.

В этой зоне рифовые постройки выявлены бурением на Моктаконской площади (скв. Мк 1–Мк 6). О рифогенных постройках свидетельствуют максимальные мощности отложений, преимущественно однородное строение разрезов, выраженное монотонной каротажной кривой ГК. На 50–70 % породы пористые и кавернозные. В Моктаконской скв. 5 значения пористости колеблются от 0,7 до 16 %. Среди литогенетических типов преобладают мелко- и среднезернистые доломиты и известковые оолитовые доломиты. Значительная часть разрезов представлена водорослевыми карбонатами.

В зоне таначи-дельтулинских краевых рифов различия между таначинской и дельтулинской свитами теряются. Видимо, таначинская свита составляет здесь верхние интервалы рифовых построек, увеличивая их мощность до 540–560 м. На временных разрезах ОГТ постройки выделяются по смене рисунка сейсмической записи, отвечающей отложениям чарского и наманского горизонтов, и представлены «белым» полем отраженных волн (см. рис. 4, 5).

**Туруханская** ЛСФЗ занимает северо-западную окраину региона, для нее характерны бессолевые карбонатные разрезы нижнего – среднего кембрия



**Рис. 5.** Сейсмологический разрез по маршруту в междуречье Енисея и Нижней Тунгуски  
 1 – скважина глубокого бурения; 2 – региональные профили 2017–2020 гг.; 3 – ретропрофили переобработанные; 4 – гидросеть; остальные усл. обозн. см на рис. 3

в составе платоновской, костинской, лебяжинской, летнинской, усть-пелядкинской, усть-мундуйской свит, которые на временных разрезах практически не выделяются из-за слабой дифференциации осадков; к тому же здесь широко развиты дизъюнктивы, что затрудняет ее корреляцию и стратификацию. На временных разрезах из всего пакета кембрийских отложений сохраняются только горизонты Б и К, но их динамическая выразительность понижена (см. рис. 2, 3).

Подытожим результаты литосейсмофациального анализа кембрийского периода осадконакопления в регионе.

В Тынепской ЛСФЗ в тойонском и амгинском веках кембрия существовала впадина, возникшая вследствие некомпенсации осадками прогибания территории. К северу от зоны на обширной Костинской карбонатной платформе (Сурингдаконская, Туруханская зоны) отлагались сульфатно-известняково-доломитовые осадки. Крутой южный склон Костинской платформы граничит с Тынепской зоной, по нему формировались рифы, образующие полосу широтного простирания [1–3, 9]. О рифовой природе свидетельствует преимущественно однородное строение разреза, кавернозность мелко-среднезернистых, известковистых оолитовых доломитов. Значительную роль играют водорослевые карбонаты, имеются и органогенно-обломочные разности пород, формирующие археоциатово-водорослевый барьер Сурингдаконской и Туруханской зон. Весьма важно, что севернее этого барьера развита куонам-

ская битуминозная карбонатно-сланцевая формация, обладающая высоким нефтегенерационным потенциалом [2, 5, 6, 12, 13].

Следует считать эту систему краевых рифов основной зоной нефтегазонакопления Южно-Тунгусской НГО. Поднятие Верхнее входит в эту зону. Но можно весьма уверенно говорить о высоких перспективах вендского и рифейского уровней осадочного чехла в его пределах, помимо перспективных нижнекембрийских интервалов разреза.

### К обоснованию нефтегазоносности поднятия Верхнего

Поднятие Верхнее выделено сейсморазведкой по отражающим горизонтам нижнего кембрия – венда в 1990 г. в междуречье верхних течений Фатьянхи и Хурингды (последняя – правый приток среднего течения р. Бахта). По структурно-тектоническому районированию поднятие приурочено к западному и северо-западному склонам Бахтинского мегавыступа и осложняет крупный структурный нос, отходящий к западу от выступа. По нефтегазоперспективному районированию территория относится к центральной-западной части Южно-Тунгусской НГО. Площадь поднятия не менее 450 км<sup>2</sup>, амплитуда в критическом восточном направлении около 70 м. К востоку примерно в 100 км получены притоки нефти и газоконденсата из горизонтов нижнего кембрия на Моктаконской, Таначинской, Усть-Дельтулинской площадях, в 100 км к северо-западу – притоки нефти из вендрифейских горизонтов на Сухотунгусской площади.

По литофациальной зональности отложений кембрия площадь относится к Сурингдаконской зоне. Кристаллический фундамент в пределах площади находится предположительно на глубинах 4,2–4,7 км, к западу в сторону прогиба погружается до 6–10 км, а к востоку к осевой части Бахтинского выступа воздымается до отметок 3,3–3,5 км.

В Приенисейском мегапрогибе развитие рифейских отложений установлено по сейсмическим материалам. Здесь под венд-палеозойскими отложениями толща осадочных пород мощностью до 5,0–5,5 км, залегающая с резким угловым несогласием, образует моноклираль в форме клина, примыкающую к Имангдино-Летнинскому разлому и выклинивающуюся в направлении Бахтинского мегавыступа; при этом наблюдается весьма резкое (до полного исчезновения) сокращение рифейской толщи по интервалу отражений.

По материалам сейсморазведочных исследований с опорой на параметрические скважины относительно надежно изучен региональный структурный план венд-нижнепалеозойских отложений, выявлены литофациальные изменения на уровне вендских, нижнекембрийских и ниже-среднекембрийских отложений, определены основные особенности геологического строения рифейского комплекса.

## Выводы

Комплексный анализ полученной геологической информации указывает на высокий нефтегазовый потенциал рассматриваемой территории.

1. Бахтинский мегавыступ – крупная краевая надпорядковая структура юго-западной части Сибирской платформы. По структурно-тектоническому положению он является северо-западным продолжением Байкитской антеклизы. С востока и запада ограничен крупными отрицательными структурами – Курейской синеклизой и Приенисейским мегапрогибом. Последний выполнен мощным терригенно-карбонатным осадочным комплексом рифейских отложений (до 5–6 км в центральных частях), обладающих высоким нефтегазогенерационным потенциалом. В целом как положительная структура Бахтинский мегавыступ развивался и в период накопления венд-палеозойского осадочного комплекса.

2. Венд-палеозойский терригенно-соленосно-карбонатный структурно-формационный комплекс, с которым связываются основные перспективы осадочного чехла, формировался в условиях повышенной тектонической активности палеобассейна, развившейся в резкой литофациальной изменчивости и значительных колебаниях мощностей многих стратиграфических подразделений разреза.

Установленное по сейсмическим данным сокращение мощностей вендских отложений (от 800–850 м в Имбатском прогибе Приенисейского мегапрогиба до 280–250 м на склоновой части мегавыступа) связано с выклиниванием в этом направ-

лении его нижней терригенной части. Отложения терригенного венда могут рассматриваться в качестве одного из основных нефтегазоперспективных горизонтов в ловушках структурного типа, а зона выклинивания представляет интерес на поиски ловушек структурно-литологического и литологического типов [7, 10, 14].

По сейсмическим материалам установлено, что отложения верхней карбонатной части венда залегают однородным чехлом на всей рассматриваемой территории, мощность их практически не меняется, лишь слегка увеличивается в западном направлении.

Более глубокие горизонты чехла (рифейские и нижневендские отложения) бурением практически не вскрыты. Вместе с тем имеющиеся сейсмические материалы с высокой степенью достоверности позволяют утверждать, что на западе рассматриваемого региона присутствуют как рифейские отложения (достаточно больших мощностей), так и нижневендские терригенные и терригенно-карбонатные толщи. При этом нижневендские толщи, картируемые сейсморазведкой как интервал отражений M-R0 на поднятии Верхнем, имеют мощность 80–140 м. По аналогии с такими закономерностями на Собинском месторождении Катангской седловины поднятие перспективно на развитие хороших терригенных коллекторов песчаников.

Основные перспективы нижнекембрийских отложений связываются с нижнетунгусским и моктаконским горизонтами, развитыми в низах аналогов бельской и верхней части усольской свит соответственно, а также возможно продуктивными горизонтами (кочумдекским и подсолевым в средней и верхней частях бельской свиты), распространенными в Южно-Тунгусской НГО. На Моктаконской и Усть-Дельтулинской площадях из моктаконского и нижнетунгусского ПГ получены промышленные притоки газа, конденсата и нефти.

Западный борт Бахтинского мегавыступа и зона сочленения с Приенисейским мегапрогибом в целом представляют собой крупную моноклираль, сложенную однотипными структурными элементами более высокого порядка (ступенями, выступами, структурными заливами), имеющими несомненный интерес для нефтепоисковых работ уже потому, что они расположены на путях латеральной миграции углеводородов из центральных частей Приенисейского мегапрогиба рифейско-палеозойского выполнения.

К наиболее интересным из них относится Тынепский выступ, протягивающийся вдоль склона Бахтинского мегавыступа в северо-западном направлении более чем на 60 км и продолжающийся в пределах прогиба в виде Бираминской ступени. Этот структурный элемент, в свою очередь осложненный целым рядом локальных поднятий (среди них наиболее крупные Тынепское и Хуриндинское – 550 и 580 км<sup>2</sup> соответственно), некоторые исследователи [3] выделяют в качестве само-





стоятельного Тынепского НГР. Своими размерами (40×28 км, амплитуда 70 м) и структурным положением поднятие Верхнее, осложняющее в пределах моноклинали выступ юго-западного направления, также несомненно интересно для газонефтепоисковых работ.

Контур перспективного объекта (Верхнее куполовидное поднятие) выбран по изолинии подошвы вендских отложений –3800 м. Ожидаемое насыщение залежи в пределах поднятия – газоконденсатное и нефтяное. Его перспективы связаны с терригенными отложениями венда и нижнекембрийскими карбонатными породами осинского горизонта (моктаконская свита). Локализованные ресурсы газа по категории  $D_n$  в нижневендских терригенных отложениях и ресурсами нефти в карбонатных отложениях кембрия (моктаконская свита) суммарно оцениваются в 500 млн т УВ (геологические ресурсы). Однако приведенные оценки ресурсов не учитывают перспективы рифейских образований. Поэтому рекомендуется остановить забой первой скважины в рифее с большой глубиной его вскрытия (4500 м, в том числе не менее 300 м рифейской толщи).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бахтуров С. Ф., Евтушенко В. М., Переладов В. С.** Куонамская битуминозная карбонатно-сланцевая формация. – Новосибирск: Наука, 1988. – 161 с.
2. **Геология** и перспективы нефтегазоносности рифовых систем кембрия Сибирской платформы / В. А. Асташкин, А. И. Варламов, Н. К. Губина и др. – М.: Недра, 1984. – 181 с.
3. **Ефимов А. С., Мигурский Ф. А., Смирнов М. Ю.** Строение западного борта Курейской синеклизы по проектному профилю Тынепская скв. 215 – Хантайская скв. 405 // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2018. – № 2. – С. 3–12.
4. **Жарков М. А.** Кембрийская соленосная формация Сибирской платформы // Советская геология. – 1966. – № 2. – С. 32–45.
5. **Жарков М. А., Бахтуров С. Ф.** Палеозойские битуминозные карбонатно-сланцевые формации Восточной Сибири // Особенности осадочных формаций. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 103–115.
6. **Мельников Н. В.** Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (стратиграфия, история развития). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 146 с.
7. **Модели** строения месторождений нефти и газа Южно-Тунгусской нефтегазоносной области / Е. Н. Кузнецова, А. О. Гордеева, Л. Н. Константинова // Геология нефти и газа. – 2014. – № 1. – С. 91–100.
8. **Нефтегазоносность** кембрийских рифов Сурингдаконского свода / Н. В. Мельников, Л. И. Килина, В. А. Кринин, А. В. Хоменко // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. – Новосибирск, 1991. – С. 180–189.
9. **Основные** черты геохимии и литологии отложений куонамского типа кембрия Сибирской платформы / В. М. Евтушенко, А. Э. Конторович, Л. Д. Малюшко и др. // Литология и осадочные полезные ископаемые Сибирской платформы. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1969. – С. 72–75.
10. **Прогноз** терригенных коллекторов венда в западной части Южно-Тунгусской НГО по сейсмическим данным / А. Э. Конторович, В. А. Конторович, Л. А. Константинова и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № 2. – С. 36–43.
11. **Решения** четвертого Межведомственного регионального стратиграфического совещания по уточнению и дополнению стратиграфических схем венда и кембрия внутренних районов Сибирской платформы. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1989. – 64 с.
12. **Фациальное** районирование нижне-го – среднего кембрия междуречья Подкаменной и Нижней Тунгусок / Н. В. Мельников, А. В. Исаев, Е. В. Смирнов и др. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № 3 (19). – С. 13–18.
13. **Хоментовский В. В., Репина Л. Н.** Нижний кембрий стратотипического разреза Сибири. – М.: Наука, 1965. – 199 с.
14. **Юрьева Т. В., Губин И. А.** Сейсмогеологическая модель и перспективы нефтегазоносности рифея и терригенного комплекса венда на юго-западе Сибирской платформы // Геология нефти и газа. – 2016. – № 6. – С. 70–74.

© А. С. Ефимов, Е. В. Мосягин