



ЛИТОФОРМАЦИОННАЯ РЕАПАК-ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РИФЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АЛДАНО-МАЙСКОЙ ВПАДИНЫ (ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ)

Д. И. Рудницкая*

Рифейские отложения Алдано-Майской впадины – идеальный объект для отработки новых сейсмических технологий (в том числе Реапак-технологии), предназначенных для изучения структурных и качественных характеристик рифейского разреза, а также для выделения в нем нефтегазоперспективных объектов. Методы Реапак-технологии основаны на сейсмоинверсионных способах повышения информационного уровня сейсмических данных за счет использования системы РеапакРК+ для расчета разрезов ЭКО (эффективных коэффициентов отражения) и их Реапак-атрибутов. Последние представлены цветокодированными полями отраженной энергии, средней и суммарной длины отражателей, полями их числа, наклонов и др. С использованием Реапак-технологии при интерпретации сейсмических материалов изучаемой площади установлены (и применены при построениях) критерии прогнозирования стратиграфических и литологических характеристик рифейских отложений и возможных нефтегазоперспективных объектов.

Ключевые слова: Реапак-технология, сейсмические данные, рифей, Реапак-атрибуты, отраженная энергия, нефтегазоносность, свита, Алдано-Майская впадина, Сибирская платформа.

LITHOFORMATION REAPAK-INTERPRETATION OF SEISMIC MATERIALS IN STUDYING RIPHEAN DEPOSITS OF THE ALDAN-MAIYA DEPRESSION (EAST SIBERIA)

D. I. Rudnitskaya

Riphean deposits of the Aldan-Maiya depression are an ideal target for testing of new seismic technologies, Reapak-technologies included, designed for studying structural and qualitative characteristics of the Riphean section and for revealing objects promising for oil and gas therein. Reapak-technologies are based on seismic inversion methods increasing a seismic data level at the expense of using the ReapakRK+ system to calculate ERC (effective reflection coefficients) sections and their Reapak-attributes. The latter are represented by color-coded fields of reflected energy, average and overall length of reflectors, fields of their number, slopes and others. In interpreting seismic materials of the area under studies Reapak-technologies allow criteria for forecasting stratigraphic and lithologic characteristics of Riphean deposits and possible objects promising for oil and gas to be established and used in constructions.

Key words: Reapak-technology, seismic data, Riphean, Reapak-attributes, reflected energy, oil-and-gas content, formation, Aldan-Maiya depression, Siberian Platform.

Рифейские отложения Восточной Сибири – один из нефтепродуктивных интервалов этого региона. В выявлении их нефтегазового потенциала значительную роль играют сейсмические исследования. Так как геологическое строение данных отложений, связанное с многочисленными тектоническими перестройками, пестротой их качественного состава и морфологией зоны перехода от рифтогенного рифейского комплекса к плитному венд-кембрийскому этажу весьма сложное, их изучение не всегда может быть обеспечено стандартным набором процедур обработки и интерпретации. Поэтому в разных организациях одновременно с ежегодным сгущением сети сейсмических наблюдений совершенствуются технологии, предназначенные для их интерпретации.

В рамках Реапак-технологии, основанной на обработке сейсмических материалов в системе РеапакРК+, литоформационная интерпретация сейсмических данных выполнена для разреза

рифейских отложений Алдано-Майской впадины. Основная цель исследований – развитие методики изучения отложений рифея на Сибирской платформе и применение ее для обнаружения нефтегазоперспективных объектов в рифейских отложениях и в зоне их контакта с вендскими. В качестве полигона для применения Реапак-технологии избрана Алдано-Майская площадь, в разрезе которой рифейские отложения представлены в полном объеме, а сеть сейсмических профилей, отработанных ОАО «Якутскгеофизика» (рис. 1), соответствует условиям поисковых работ.

Район исследований расположен в центральной и восточной частях Алдано-Майской впадины. С востока он ограничен Кыллахско-Нельканским надвигом Южно-Верхоянского сектора Верхоянского складчато-надвигового пояса, на юге граничит с Омнинским поднятием, на северо-западе – с Якутским сводом, а на юго-западе – с восточным склоном Алданской антеклизы. Район характеризуется благоприятными предпосылками нефтегазоносности, которые прежде всего свя-

*ФГУП «СНИИГГиМС» (Новосибирск)



заны с многочисленными битумопроявлениями в естественных обнажениях карбонатных пород малгинской и ципандинской свит среднего рифея и с наличием в рифейском комплексе нефтематеринских толщ. Нефтепроявления в малгинской и светлинской свитах обнаружены также при испытаниях разрезов Лахандинской и Мокуйской скважин. В разрезе найдены карбонатные толщи с хорошими коллекторскими свойствами; во многих толщах обнаружены органогенные образования строматолитов. Флюидоупорами возможных ловушек могут быть мощные глинисто-аргиллитовые толщи в отложениях рифея и кембрия.

Кроме сейсмических материалов, обработанных в системе РеапакРК+, базовую информацию для Реапак-интерпретации составили данные ГИС, ВСП по Мокуйской скв. 1, сводная литолого-стратиграфическая схема синийско-кембрийских отложений Аяно-Майского района Хабаровского края, составленная В. А. Ярмолюком, В. Г. Варнавским в 1964 г. и усовершенствованная ими в 1998 г., и другие геологические материалы. Важным обоснованием выбора данного полигона было также наличие хорошо проработанной многими исследователями производственных и научных организаций литостратиграфической модели изучаемого разреза, в последнее время дополненной Б. Б. Шишкиным [3]. При его исследованиях, в частности, пересмотрено стратиграфическое расчленение разрезов Мокуйской скв. 1 и Хочомской скв. 1, расположенных на площади выбранного полигона, дано детальное описание литофациальных характеристик отдельных свит.

Результатом объектно-ориентированной обработки временных разрезов ОГТ в системе

РеапакРК+ являются разрезы эффективных коэффициентов отражения (ЭКО) и поля Реапак-атрибутов: отраженной энергии, средней и суммарной длины отражателей, их наклонов, плотности заполнения ими геологической среды и др. При визуализации поля Реапак-атрибутов обычно изображаются с «подложкой» в виде разрезов ЭКО, на которых прослеживаются акустические границы; цвет этих границ определяет знак эффективного коэффициента отражения: красный – положительный, синий – отрицательный. Таким образом совмещается информация о морфологических, динамических и структурных характеристиках сейсмического разреза, что создает более полную картину сейсмического изображения среды. Расширение объема формализованной сейсмической информации, получаемой в системе РеапакРК+ за счет расчета разрезов ЭКО и полей сейсмоинверсионных атрибутов, позволяет углубить интерпретационный процесс (по сравнению с использованием разрезов ОГТ), особенно в отношении оценки качественных характеристик геологического разреза.

Углубление процесса интерпретации начинается с детальной увязки сейсмических и скважинных данных для установления связей между литологическими и формационными характеристиками разреза, с одной стороны, и характеристиками сейсмических границ ЭКО и полей сейсмических атрибутов – с другой. На рис. 2 представлен фрагмент графического изображения процедуры идентификации сейсмических границ ЭКО, прослеженных на разрезе профиля 846432, и литостратиграфических границ, выделенных в Мокуйской скв. 1, расположенной на профиле. На графике по вертикали (в координатах глубин)



Рис. 1. Схема расположения сейсмических профилей на Алдано-Майской площади

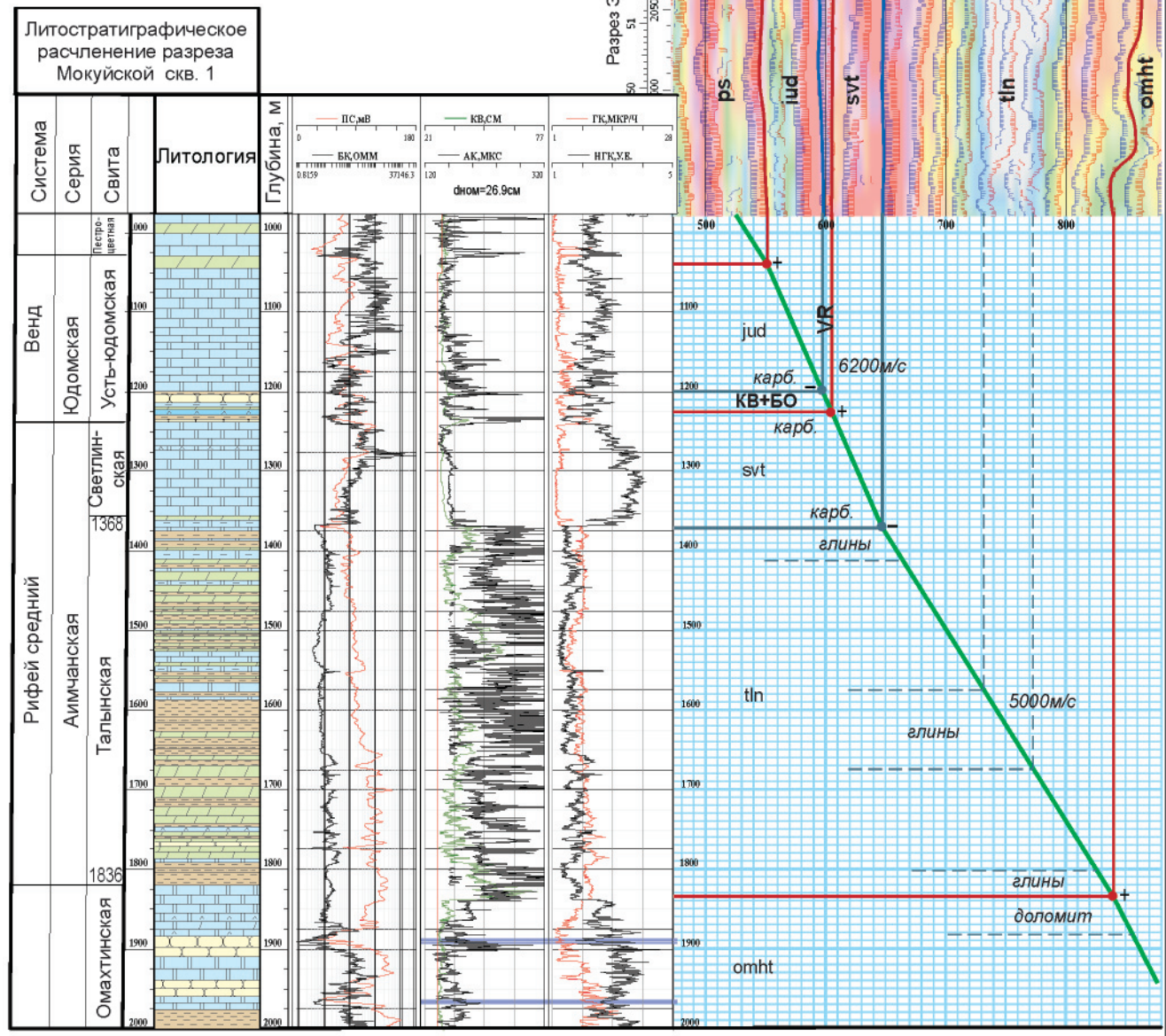
размещены кривые ГИС, стратиграфическая схема и литологическая колонка, по горизонтали (в координатах времен) – фрагмент разреза ЭКО, совмещенного с полем отраженной энергии. Глубины и времена согласуются посредством вертикального годографа $2t_0(h)$.

Литоформационная идентификация границ не только осуществляется с помощью традиционного использования данных ВСП, но и сопровождается анализом соответствия знаков коэффициентов отражения на границах акустической модели с таковыми на разрезах ЭКО; также контролируется соответствие литологического состава выделенного интервала разреза значениям интервальной скорости, типичной для данного литологического состава



Рис. 2. Пример литостратиграфической идентификации границ ЭКО на фрагменте разреза Мокуйской скв. 1

Границы со знаками ЭКО: 1 – положительными, 2 – отрицательными



ва. Эти действия необходимы, чтобы избежать ошибок при установлении формализованных критериев прогнозирования литологических и стратиграфических элементов разреза. Кроме того, надежность идентификации сейсмических границ повышается, если в разрезе присутствует хорошо опознаваемая опорная граница. Таким элементом при идентификации сейсмических границ на Алдано-Майской площади является денудацион-

ная поверхность, разделяющая отложения рифея и венда. На сейсмических разрезах ее положение (VR) определяют по признаку углового несогласия границ между отложениями венда и рифея.

На литологической колонке видно, что интервал разреза, относящийся к зоне денудационного среза, представлен пачкой пород коры выветривания (KB) и базального слоя песчаников (БО). Толщина ее около 25 м, скорость распро-



странения в ней сейсмических волн не превышает 5,0–5,2 км/с. Над пачкой залегают глубоководные вендские отложения доломитового состава, пластовые скорости в которых могут достигать 6,0 км/с и более. Столь же высокими скоростями характеризуются доломиты светлинской свиты, залегающие под зоной денудационного среза. Таким образом, верхняя граница пачки имеет отрицательный знак ЭКО, а нижняя – положительный.

При сопоставлении положения границ этой пачки с разрезом ЭКО и полем отраженной энергии видно, что границам пачки соответствуют две энергетически выраженные границы разреза ЭКО: верхняя – с отрицательным знаком, нижняя – с положительным. Таким образом, положение сейсмической границы VR можно определить как линию, расположенную между кровлей слоя базальных отложений венда (граница с отрицательным знаком ЭКО) и кровлей не нарушенных денудацией отложений рифея (граница с положительным знаком ЭКО). При корреляции этих двух границ по сети сейсмических профилей видно, что нижняя имеет достаточно частые разрывы из-за эффекта «схождения» границы венда и рифея, залегающих с угловым несогласием в зоне их контакта. Поэтому верхняя граница (с отрицательным знаком ЭКО) – более надежный ориентир для прослеживания уровня денудационной поверхности по площади.

Интервал обрзований светлинской (svt) свиты, залегающих непосредственно под поверхностью несогласия, просматривается в виде полосы высоких значений отраженной энергии (см. рис. 2). Можно сделать вывод, что карбонатный разрез светлинской свиты послойно акустически структурирован и эта структура обеспечивает такое расположение экстремумов на его частотной характеристике [1], что они попадают в «резонанс» с амплитудным спектром элементарного сигнала. С учетом скоростей сейсмических волн в карбонатной среде подобная структура может быть сформирована отдельными слоями доломитов толщиной до 15–25 м, которые могут быть разделены более тонкими пластообразными строматолитовыми образованиями. Таким образом, один из признаков опознавания карбонатных отложений светлинской свиты – высокие значения отраженной энергии.

Под светлинской свитой залегают терригенные породы талынской (tln) свиты, кровля которых на разрезе ЭКО отмечена границей с отрицательным знаком. В общем плане эти отложения характеризуются значительно более низкими значениями отраженной энергии, что можно связать либо с частыми латеральными изменениями их литоакустической структуры, либо с их относительной однородностью. Первое, в свою очередь, может быть связано с латеральной неустойчивостью литологических границ из-за нестабильных условий седиментационного процесса. Следовательно,

низкие значения отраженной энергии могут быть одним из признаков терригенных отложений, сформированных в сложных условиях седиментации. Нижележащая омахтинская (omht) свита (нижний рифей) представлена в основном карбонатными породами. Для верхней части ее энергетического поля характерна смена положительных и отрицательных аномалий, вероятно, за счет размыва в конце нижнего рифея, а для нижней части – положительная энергетическая аномалия, свойственная карбонатной части разреза. К подошве этой аномалии относится кровля гонямской (gnm) свиты.

На востоке площади, в направлении погружения слоев к Верхоянскому складчато-надвиговому поясу, в разрезе появляются более молодые отложения среднего (тоттинская, малгинская и ципандинская свиты) и верхнего рифея (нерюенская, игниканская и кандыкская свиты). Сейсмические границы ЭКО идентифицируются с границами этих отложений на основании описания особенностей литостратиграфической модели разреза рифейских отложений для условий Алдано-Майской впадины [3] и анализа границ на разрезах ЭКО и полях Реапак-атрибутов.

При рассмотрении всех полей Реапак-атрибутов можно отметить, что каждая выделенная свита имеет индивидуальный набор коллективных характеристик, по которым можно формировать более широкие критерии их опознавания при геологических построениях. Иными словами, определенные коллективные характеристики интервалов разреза (соотношение значений отраженной энергии, средней и суммарной длины отражателей, их количества и др.) могут соответствовать конкретному литофациальному составу отложений. На рис. 3 приведен ансамбль Реапак-атрибутов для фрагмента профиля 050404, составленный из полей отраженной энергии, числа отражателей, их средней и суммарной длины. Атрибуты вычислены в скользящих окнах размером 5 км×30 мс. Поля изображены с «подложкой» в виде разреза ЭКО. В разрезе прослежены граница VR и границы светлинской (svt), тоттинской (ttn), малгинской (mlg), ципандинской (cpd), нерюенской (nrg) и игниканской (ign) свит. На всех полях наиболее характерно проявляется ципандинская свита исключительно карбонатного состава, особое место в котором занимают органогенные образования строматолитов. На полях Реапак-атрибутов она отличается наиболее высокими значениями отраженной энергии, высокими значениями средней и суммарной длины отражателей и низкими их количествами. Это значит, что послойно структурированные пачки ципандинской свиты имеют гладкие протяженные границы и частотную характеристику, резонансную с амплитудным спектром элементарного сигнала. Такую структуру можно объяснить выделением в карбонатных отложениях свиты массивных пластов доломитов,

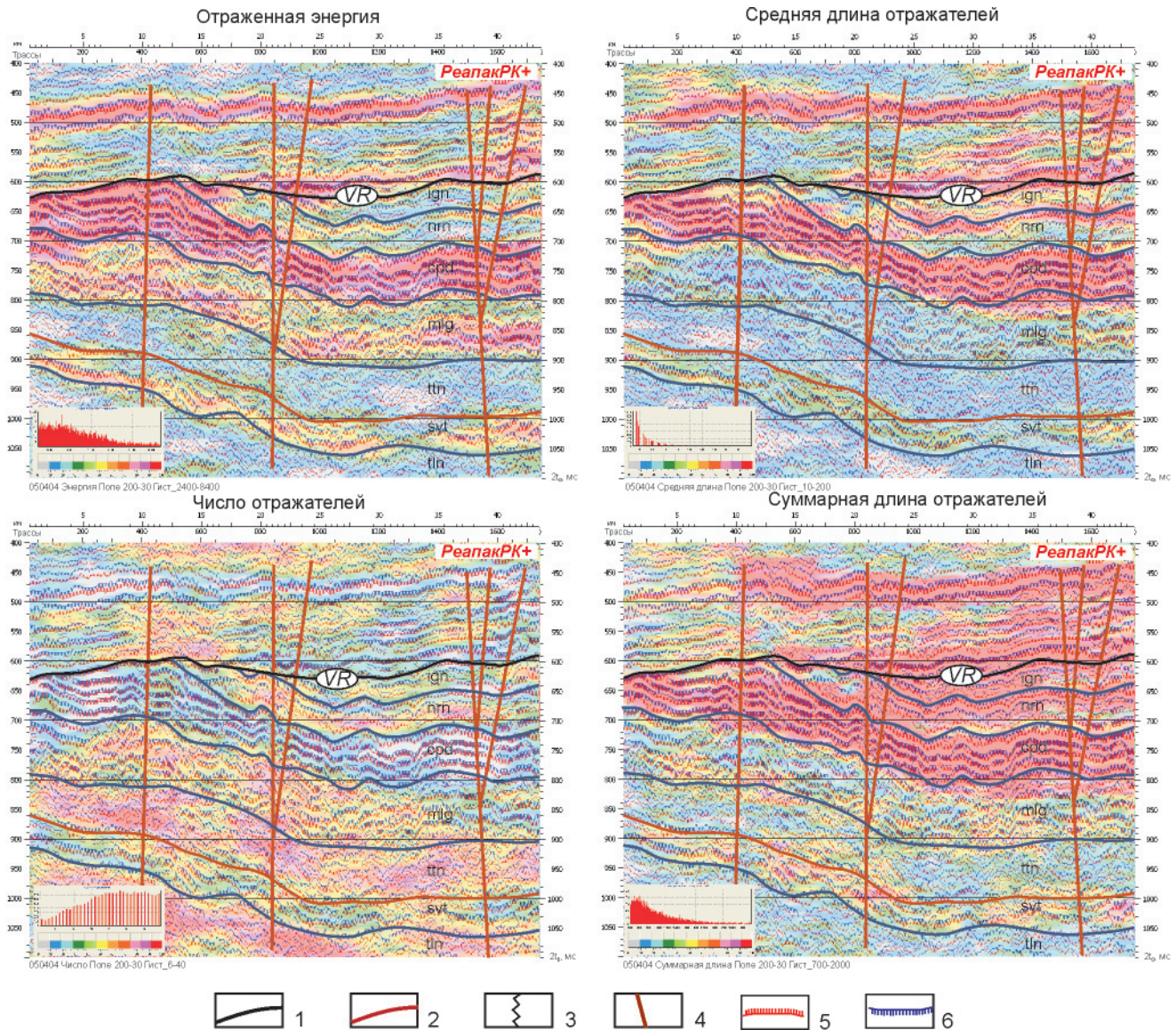


Рис. 3. Особенности коллективных характеристик свит среднего и верхнего рифея (фрагмент профиля 05-04-04, Алдано-Майская площадь)

Границы: 1 – свит, 2 – реперные, 3 – рифогенных построек; 4 – дизъюнктивные нарушения; границы со знаками ЭКО: 5 – положительными, 6 – отрицательными

разделенных строматолитовыми образованиями, содержащими песчано-глинистый материал. Характеристика этой свиты чрезвычайно устойчива на всей Алдано-Майской площади.

Для светлинской и малгинской свит, которые также имеют карбонатный состав и энергетически выражены достаточно интенсивно, зафиксированы сравнительно высокое значение количества отражателей и низкая средняя и суммарная их длина. При достаточно высокой степени внутренней акустической дифференциации слоев их границы либо недостаточно протяженные, либо существенно раздробленные. Эта раздробленность, в частности, может быть связана с деструктивными процессами в геологической среде. Таким образом, различия в карбонатных разрезах ципандинской свиты с одной стороны и светлинской и малгинской – с другой могут характеризовать различия их внутренней структуры, в том числе

степень раздробленности их внутренних границ. Если низкие значения отраженной энергии совпадают с малыми размерами отражателей и большим их количеством, то эти признаки, вероятно, характеризуют среду терригенного разреза, которая или слабо структурирована по акустическим свойствам, или отличается латеральной неустойчивостью внутренних границ. Последнее может быть связано со сложными условиями седиментации либо с постседиментационной раздробленностью границ в результате активных тектонических процессов.

Нерюенская и игниканская свиты представлены в разрезе преимущественно карбонатными породами. На фрагменте разреза этих свит (см. рис. 3) заметны частые изменения рассматриваемых атрибутов, однако в основном не выходящие за средние значения. Относительно низкая (для карбонатных отложений) отраженная энер-

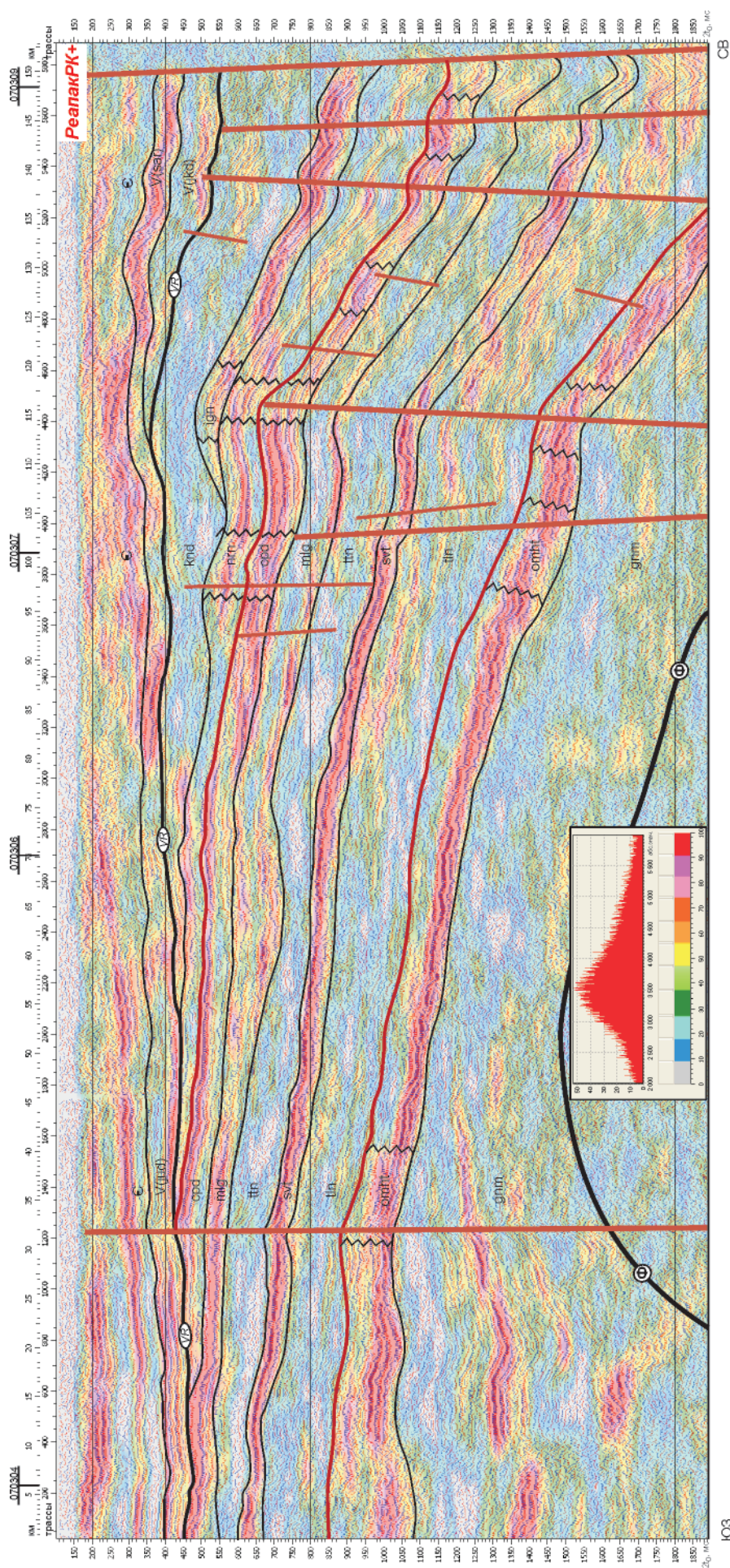


Рис. 4. Геоэнергетическая модель разреза по профилю 070302 (Алдано-Майская площадь)
Усл. обозн. см. на рис. 3

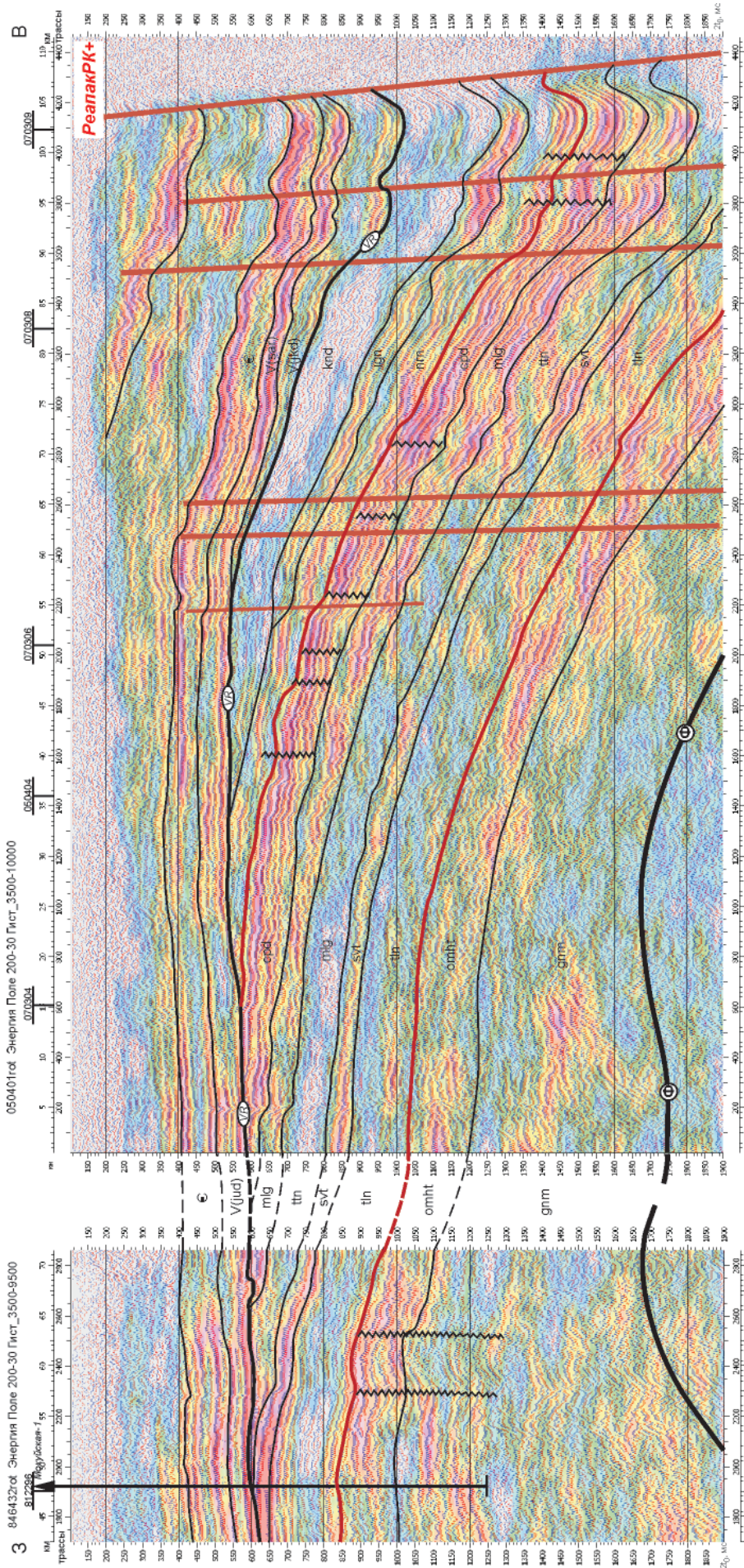


Рис. 5. Геознергетическая модель разреза по профилям 846432 и 050401 (Алдано-Майская площадь)
Усл. обозн. см. на рис. 3

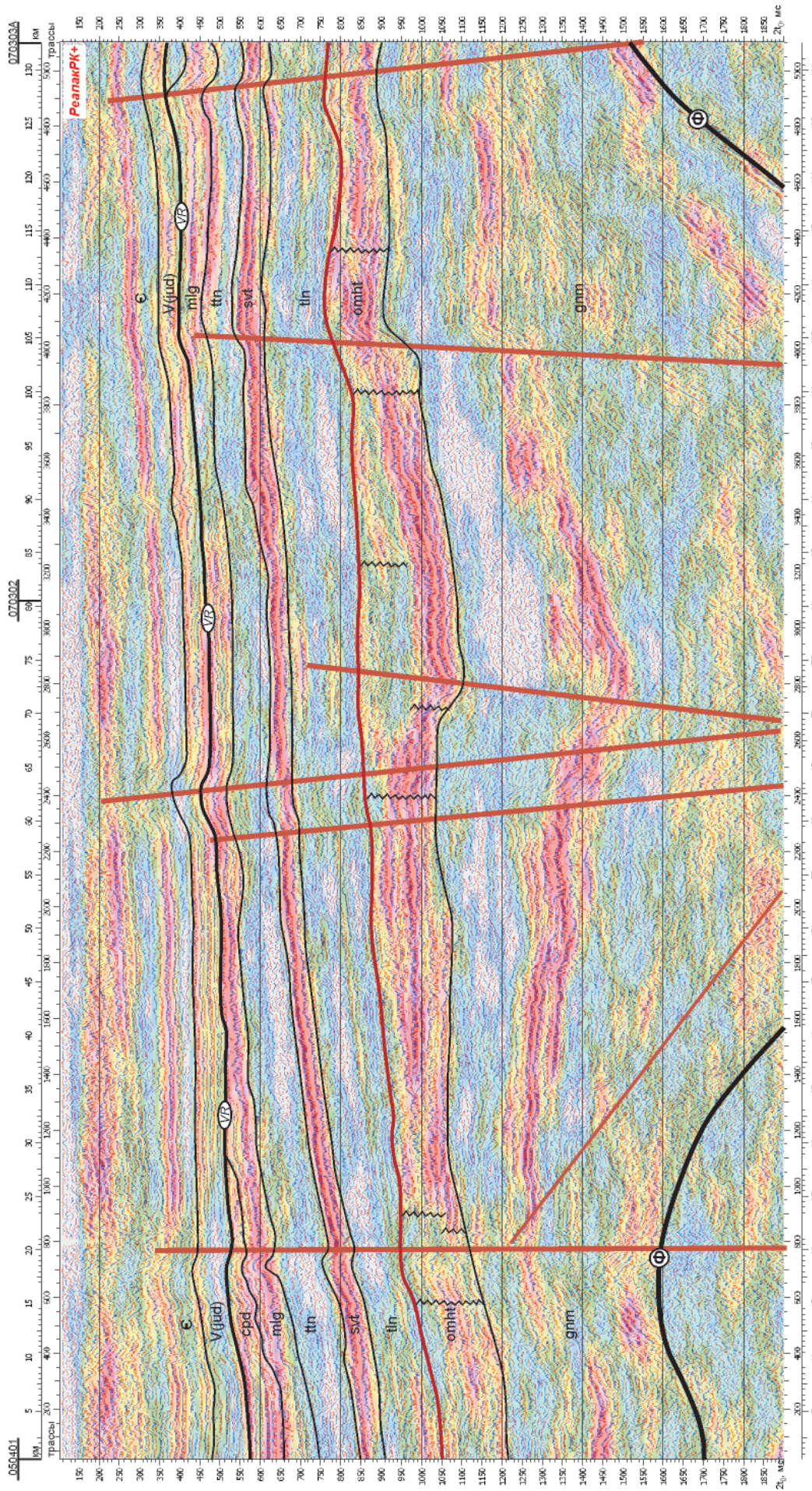


Рис. 6. Геоэнергетическая модель разреза по профилю 070304 (Алдано-Майская площадь)

Усл. обозн. см. на рис. 3



гия свидетельствует об их слабой акустической дифференциации, а относительно высокое число отражателей и аномально высокая суммарная их длина характеризуют среду как сильно раздробленную.

По результатам анализа обосновано формирование критериев Реапак-интерпретации на Алдано-Майской площади, с использованием которых по разрезам ЭКО и полям Реапак-атрибутов построены геоэнергетические модели по всем сейсмическим профилям. На рис. 4–6 приведены модели по профилям 070302, 846432, 050401, 070304. Первый и третий профили имеют северо-восточное направление, второй – широтное, четвертый – близкое к меридиональному (см. рис. 1). Геоэнергетические модели представлены разрезами ЭКО, совмещенными с полями отраженной энергии, количественные оценки которой определяют гистограммы вычисленных значений отраженной энергии (в единицах амплитуд отраженных волн) и палитры их цветового изображения (в условных единицах нормированных значений амплитуд). На разрезах выделены геологические элементы (границы свит, разломы, границы денудационной поверхности рифея и кристаллического фундамента) и нефтегазоперспективные объекты.

Сеть геоэнергетических моделей по всем профилям Алдано-Майской площади характеризует полный разрез отложений рифея в разных ракурсах их срезов по отношению к структуре залегания слоев. На моделях проявляются характерные особенности рифейских отложений и зоны денудационного среза на контакте отложений рифея и венда.

Отмечена высокая степень надежности прослеживания границ свит нижнего, среднего и верхнего рифея, а также границы денудационной поверхности рифея на разрезах ЭКО и полях Реапак-атрибутов. Это обусловлено прежде всего энергетической выразительностью сейсмических интервалов разреза, идентифицированных как свиты. Наиболее высокие уровни отраженной энергии (до 100 усл. ед.) наблюдаются в интервалах, относящихся к ципандинской, светлинской и омахтинской свитам в основном карбонатного состава; несколько ниже (до 80–90 усл. ед.) – в карбонатной малгинской свите; еще ниже (не более 30–50 усл. ед.) – в терригенных тоттинской и талынской свитах; наиболее низкие (не более 20–40 усл. ед.) – в самых поздних отложениях рифея – кандыкской свите. Следует также отметить чрезвычайно устойчивые характеристики светлинской и ципандинской свит, которые могут служить реперами при построении геологических моделей и карт.

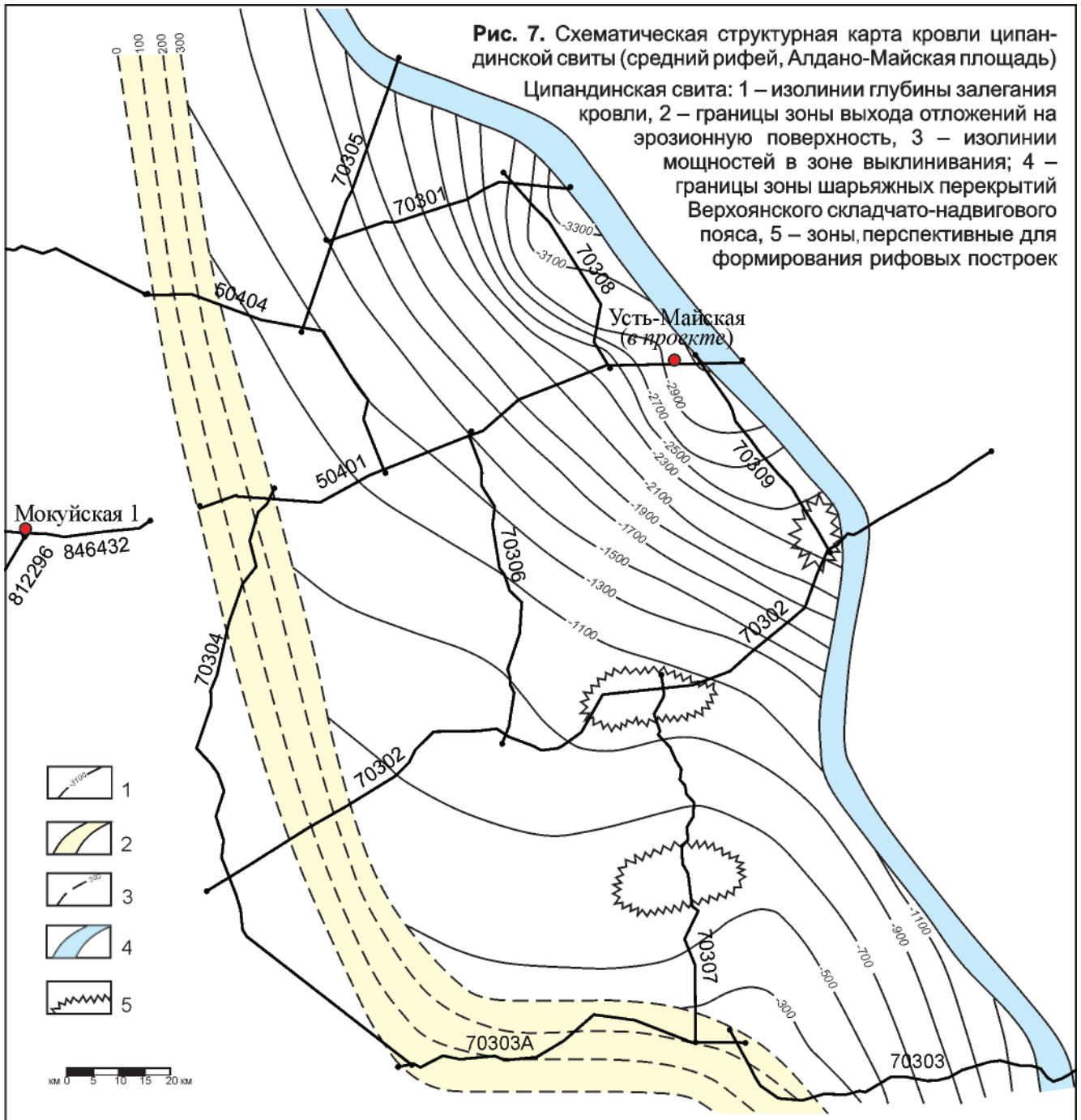
Если рассматривать относительные изменения толщин отдельных свит, видно, что толщины отложений среднего рифея постепенно увеличиваются в направлении погружения их границ, при

этом разрез обогащается карбонатными породами (см. рис. 4, 5). Следовательно, в период их накопления на большой территории сохранялся тектонический режим прогибания. Для пород нижнего рифея данная закономерность не повсеместна. Вероятно, с этим связаны сложные тектонические перестройки в юго-западной части территории, в том числе в период накопления гонамской и омахтинской свит. Для отложений верхнего рифея характерны выклинивание карбонатных отложений игниканской свиты, увеличение толщины нерюенской (за счет ее трехслойного строения) и толщины кандыкской, в частности на тех участках выклинивания игниканской (см. рис. 4, 5).

К денудационной поверхности пласты рифейских пород подходят с разной степенью угловых несогласий; наиболее резкие отмечены для отложений нижнего и среднего рифея, для пород верхнего они могут проявляться слабо либо вообще отсутствовать. Кроме этого, при анализе интервала рифейских отложений вблизи денудационного среза наблюдаются изменения геометрических структур пачек карбонатных и терригенных пород (в частности, их выполаживание).

Характерной особенностью морфологии границ, прослеживаемых на геоэнергетических моделях и структурных картах Алдано-Майской площади, является отсутствие замкнутых антиклинальных структур. При анализе сейсмических разрезов видны лишь складки меридионального простирания, наиболее заметно проявляющиеся в пределах крутого борта впадины в восточной части территории, вблизи границы с Верхоянским складчато-надвиговым поясом (см. рис. 5). Из этого следует, что поиск нефтегазовых залежей в отложениях рифея может быть связан только с неантиклинальными формами ловушек, в частности с органогенными постройками, зонами трещиноватости и останцами на денудационной поверхности рифейских отложений. С целью выявления таких объектов были проанализированы локальные изменения сейсмических и литологических характеристик каждой из выделенных свит, особенно представленных преимущественно карбонатными отложениями. Рассмотрены также особенности зон, обрамляющих дизъюнктивные нарушения, и характеристики интервалов рифейских отложений вблизи денудационной поверхности.

Значительный нефтегазопромысловый интерес представляет интервал, примыкающий к границе перерыва в осадконакоплении, в котором проявляются особенности структуры каждой свиты вблизи контакта отложений рифея и венда. На сейсмических разрезах Алдано-Майской площади в зоне денудации отмечены локальные сооружения в виде останцов, сформированных при выходе карбонатов ципандинской свиты на денудационную поверхность. На профиле 050404 (см. рис. 3) амплитуда останца достигает 100 м. Такие структуры интересны в связи с тем, что обнаженные толщи



доломитов в процессе длительного преддендского перерыва в осадконакоплении могли быть подвергнуты значительному выщелачиванию, и это, в свою очередь, могло способствовать формированию карстогенных образований с хорошими коллекторскими свойствами. Поэтому одной из нефтегазопроисловых задач на Алдано-Майской площади является прослеживание по площади зоны выхода карбонатных отложений различных свит на эрозионную поверхность рифейского комплекса отложений.

Структурные построения на Алдано-Майской площади из-за сравнительно низкой плотности сети сейсмических профилей выполнены в ранге структурных схем. На рис. 7 приведена одна из таких схем, построенная по кровле ципандинской

свиты. На ней в виде пояса шириной 15–20 км нанесена зона, в пределах которой отложения свиты выклиниваются по направлению к поверхности денудации. Заметим, что протяженность выхода отложений доломитов (толщиной 200–300 м) при подходе к поверхности несогласия под углами в 3–4° могут достигать 15–20 км. Останцы могут располагаться в любой части выделенного пояса.

Идентификационные сейсмогеологические признаки разрабатывались не только для выделения литостратиграфических подразделений, но и для обнаружения аномальных участков, связанных с органогенными постройками в потенциально нефтегазоперспективных отложениях рифея. Следует отметить, что с развитием в рифейском комплексе рифоподобных карбонатных (преиму-



щественно строматолитовых) построек в значительной степени связана промышленная нефтегазоносность Юрубчено-Тохомской зоны [2]. При этом флюидодинамика разреза в данной зоне контролируется сквозными субвертикальными дезинтегрированными зонами проницаемости рифейского разреза, а оптимальными нефтегазоаккумулирующими элементами являются интервалы с аномальной трещиноватостью, обрамленные слабопроницаемыми участками уплотнения. Наиболее высокая трещиноватость свойственна органогенным и органогенно-обломочным доломитам.

На сейсмических записях участки разреза, представленные рифогенными телами, обычно отличаются от вмещающей среды. Основанием для их выделения служат морфологические, структурные и энергетические характеристики. Так, рифоподобные постройки в сейсмических разрезах отмечаются как аномалии со сводовыми формами границ в кровельной части выделенной структуры и плоскими либо слегка приподнятыми формами границ в ее подошве (основании). В результате применения специализированных методов обработки и интерпретации в благоприятных сейсмогеологических условиях отмечены также характерные для рифа особенности бокового обрамления постройки, такие как проявление особенностей записи, относящейся к участкам открытого и закрытого шельфов и к склону рифовой структуры в сторону открытого шельфа. Более мелкие и сложно построенные биогермные отложения в сейсмических полях могут быть представлены линиями, ограничивающими кровлю и подошву каркаса, и мелко раздробленными площадками внутри него (в ядре рифогенной постройки). Ядро постройки может быть разуплотненным, бока – более уплотненными. Ее признаками могут быть также почти ровное основание и хорошо выраженные склоны рассматриваемой аномальной структуры. Можно наблюдать также сегментовидную слоистость внутри постройки, обусловленную заполнением пространства между отдельными биогермами слоями глинисто-известковых пород. В качестве флюидоподводящих каналов могут выступать дизъюнктивные нарушения.

Все указанные особенности рифогенных построек выражены в морфологии границ на разрезах ЭКО в сочетании с аномалиями на трех полях сейсмических атрибутов: отраженной энергии, числе отражателей и их средней длине. На геознергетических разрезах (см. рис. 4–6) и на структурной схеме, построенной по кровле ципандинской свиты (см. рис. 7), выделены участки, которые можно рассматривать в качестве аномальных зон, где вероятно присутствие рифогенных образований. Зоны, диагностируемые как рифоподобные структуры, выделены также в омахтинской, нерюнгинской и игниканской свитах. Основанием для прогноза послужили морфологические, структурные и энергетические характеристики геознергети-

ческих моделей, на которых участки карбонатных отложений с гладкими субпараллельными ЭКО-границами сменялись интервалами с элементами сегментовидной слоистости, участками дробления и «вспучивания» кровельных границ. Многие из выделенных структур сопровождаются разрывными нарушениями, которые проявляются как субвертикальные зоны дезинтеграции и, в частности, могут рассматриваться как флюидопроводящие каналы. В ядрах некоторых построек (см. рис. 6) отмечены зоны деструкций с низкими значениями отраженной энергии и высокими – числа отражателей.

Заметим, что коллективные признаки объектов, установленные по совокупности Реапак-атрибутов, могут быть не менее эффективны, чем результаты использования технологии фокусирующих преобразований. Дезинтегрированные породы при сохранении энергетического уровня отличаются высокими значениями числа отражателей и низкими – их средней длины. Таким образом, разрез ЭКО дает характеристику морфологии целевого объекта, отраженная энергия – акустической дифференциации среды, а число и средняя длина отражателей – степени деструкции (дезинтеграции) среды. Поэтому дальнейшие детальные исследования намеченных нефтегазоперспективных объектов на Алдано-Майской площади, проводимых как со сгущением сети профилей в системе 2D, так и с использованием системы наблюдений 3D, рекомендуется выполнять с применением процедур Реапак-технологии. Это позволит получать детальные модели целевых объектов в отложениях рифея. Анализ изменения динамических и структурных атрибутов сейсмической записи в пространстве будет способствовать повышению достоверности структурных и качественных характеристик геологических моделей и надежности прогноза нефтегазоносности. Следует также отметить, что методы Реапак-технологии и критерии построения геологических моделей могут быть использованы при изучении отложений рифея на других территориях Восточной Сибири.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Динамические** характеристики сейсмических волн в реальных средах [Текст] / И. С. Берзон, А. М. Епинатьева, Г. Н. Парийская, С. П. Стародубровская. – М.: Изд-во АН СССР, 1962.
2. **Харахинов, В. В.** Нефтегазоносность докембрийских толщ Восточной Сибири [Текст] / В. В. Харахинов, С. И. Шленкин. – М.: Научный мир, 2011.
3. **Строение** и перспективы нефтегазоносности Алдано-Майской впадины [Текст] / Б. Б. Шишкин, Г. А. Берилко, П. Н. Соболев [и др.] // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2010. – № 4. – С. 26–40.