



УДК 550.834.013:553.98(571.5)

№ 1 ♦ 2010

ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ПРЕДЕЛАХ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ПО ТЕРРИТОРИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ПРИРОСТ ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ НЕФТЕПРОВОДА «ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ – ТИХИЙ ОКЕАН»

А. С. Ефимов, М. Ю. Смирнов, Г. А. Берилко, Е. В. Смирнов, А. А. Карташов,
Н. В. Мельников

Практически впервые огромное количество геолого-геофизического материала собрано, систематизировано и увязано в едином проекте для южной территории Лено-Тунгусской провинции. Это еще раз продемонстрировало, какой сложный геологический феномен представляет собой Восточная Сибирь. Неоднозначность интерпретации сейсмических наблюдений заставляет искать новые подходы к обработке полевых материалов и созданию специальных интерпретационных программ. Тем не менее уже сейчас построена сводная интерпретационная сейсмогеологическая модель юго-запада Сибирской платформы, которая, безусловно, будет развиваться, наполняться и совершенствоваться.

Ключевые слова: Сибирская платформа, сейсмогеологическая модель, нефтегазоносный комплекс, нефтепровод ВСТО, прогноз залежей УВ.

GENERALIZATION OF ANALYTICAL GEOLOGICAL AND SEISMIC RESULTS WITHIN THE SIBERIAN PLATFORM OVER THE TERRITORY PROVIDING ADDITIONS TO THE HYDROCARBON RESERVES FOR THE EAST SIBERIA – PACIFIC OCEAN OIL PIPELINE

A. S. Efimov, M. Yu. Smirnov, G. A. Berilko, Ye. V. Smirnov, A. A. Kartashov, N. V. Melnikov

Virtually, it is for the first time that abundant geological and geophysical data has been gathered, integrated and correlated in a unified project for the southern territory of the Lena-Tunguska Province. The generalization of these data show once again what a complex geologic phenomenon East Siberia is. An ambiguous interpretation of seismic measurements makes one look for new approaches to field data processing and special interpretation program development. Nevertheless, it has already been designed a composite seismic interpretation model, which will certainly be developed, filled out and improved.

Key words: Siberian Platform, seismic model, oil-and-gas bearing complex, ESPO oil pipeline, HC pool forecast.

В рамках работ по государственным контрактам СНИИГГиМС уже на протяжении нескольких десятилетий ведет исследования по обеспечению прироста ресурсной базы ископаемых углеводородов. В частности, в 2009 г. завершена работа по государственному контракту, в ходе которой собрано огромное количество геолого-геофизического материала (более 2000 скважин и свыше 50 тыс. км окончательных временных разрезов, полученных по результатам сейморазведочных работ прошлых лет). Весь накопленный материал сформирован и увязан в едином интерпретационном проекте, территориально охватившем практически всю Лено-Тунгусскую нефтегазоносную провинцию. В результате получен мощный инструмент, развивая, наполняя и совершенствуя который уже сейчас можно по-новому взглянуть на перспективный в плане нефтегазоносности рифейско-кембрийский интервал осадочного чехла Сибирской платформы.

В настоящей публикации представлены два взаимодополняющих вектора исследований – сейсмический и геологический. Результатом их слияния является сводная интерпретационная сейсмогеологическая модель юго-запада Сибирской платформы как основа поиска углеводородов.

Анализ сейсмических материалов

Исследуемая территория охватывает Красноярский край, Иркутскую область и западную часть Республики Саха (Якутия). В работу вовлечено более 50 тыс. км сейсмических профилей, сосредоточенных преимущественно в южных частях этих субъектов Федерации. Учитывая большую протяженность изучаемого региона с запада на восток и принадлежность анализируемых материалов разным территориальным геофизическим ведомствам, целесообразным представлялось провести следующий комплекс работ:

- экспресс-оценку качества разрезов ОГТ;
- сопоставление волновой записи на основе одномерного геоакустического моделирования;
- унификацию индексов отражающих сейсмических горизонтов;

© А. С. Ефимов, М. Ю. Смирнов, Г. А. Берилко,
Е. В. Смирнов, А. А. Карташов, Н. В. Мельников, 2010

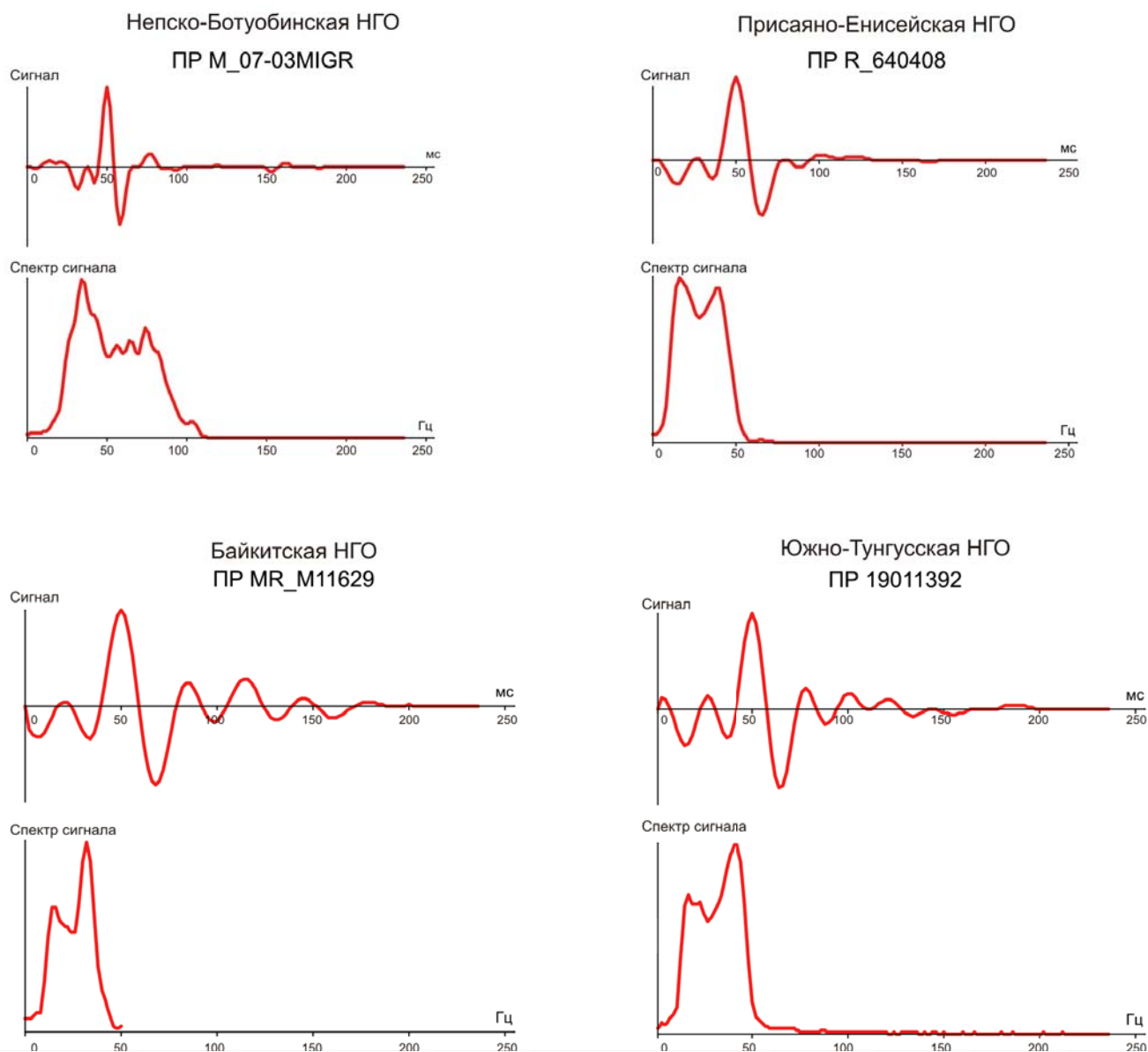


Рис. 1. Элементарные сигналы и их спектры по сейсмическим профилям Непско-Ботуобинской, Присяяно-Енисейской, Байкитской и Южно-Тунгусской НГО

– оценку возможности установления сейсмических образов целевых интервалов на разрезах ОГТ в разных нефтегазоносных областях (НГО);

– сопоставление особенностей сейсмической записи ниже подошвы венда для возможного прогнозирования подстилающей толщи;

– изучение особенностей волновой картины, наблюдаемой в соленосных и бессолевых интервалах разреза;

– установление характерных признаков дизъюнктивных нарушений на разрезах ОГТ в разных регионах, включая зоны развития складчато-надвиговых деформаций;

– выяснение причин неудовлетворительной увязки на пересечениях отдельных профилей между собой.

Приведем краткое обобщение полученных результатов.

Анализ формы элементарного сигнала и его амплитудного спектра по разрезам ОГТ в разных

НГО показал различие в качестве волновой записи, но не столь разительное, как предполагалось. Общими особенностями являются (рис. 1):

– бимодальность (иногда тримодальность) амплитудного спектра, что объясняется применением процедуры сжатия сигнала (расширения спектра), зачастую с заданием «жестких» параметров деконволюции;

– преобладание в динамике сейсмической записи несущих частот (около 30 Гц) и наложение более слабых отражений с частотами до 70–80 Гц;

– колебание изменения формы сигнала от квазисинусоидального до практически единичного импульса.

Эти особенности в основном подчеркивают некоторое различие в обработке материалов МОГТ и в меньшей степени характеризуют сам разрез. Тем не менее следует отметить, что сейсмическая запись имеет специфические черты в



каждой НГО весьма обширной исследуемой территории, связанные с особенностями конкретного геологического разреза.

Одномерное геоакустическое моделирование используется преимущественно для уточнения привязки отражающих сейсмических горизонтов к соответствующим геологическим границам. В ходе выполненных работ проведено моделирование для разных НГО (рис. 2). Подобное сопоставление волновой картины в пределах разных НГО неизбежно привело к необходимости унифицировать индексы сейсмических горизонтов для всей изучаемой территории. В результате авторами предлагается следующий набор индексов отражающих горизонтов, прослеженных на временных разрезах (в скобках указаны альтернативные индексы, используемые производственными организациями для обозначения тех же горизонтов):

H (H_1 , K) – вблизи кровли соленосного кембрия (литвинцевская, метегерская свиты);

H_4 (K , $ОЧ$) – кровля булайской (олекминской) свиты;

K_1 – кровля бельской (толбачанской, сурингдаконской) свиты;

K_2 (K_1T) – кровля нижнебельской (нижнетолбачанской) подсвиты;

$У$ ($У_0$, I) – вблизи кровли усольской (нелбинской, юрегинской) свиты;

$У_A$ (A , II) – кровля осинского горизонта (среднеусольской, верхнебилирской подсвит);

B – вблизи кровли даниловского горизонта (граница венда и нижнего кембрия, кровля тэ-тэрской, уряхской свит);

M_1 – кровля катангской (супунской) свиты;

M_2 – кровля тирской (оскобинской, бюкской) свиты;

M_2 (KB) – поверхность непского горизонта (нижний венд), кровля непской, ванаварской свит, ботубинской подсвиты;

R_0 – подошва вендских отложений;

F (F) – поверхность фундамента.

Более точная привязка к конкретным местным стратиграфическим подразделениям в пределах фациальных районов и зон будет наглядно продемонстрирована далее.

Конечно, предложенный список, по мнению авторов, далек от совершенства, но уже сейчас проведенная унификация позволяет отождествлять прослеженные сейсмические границы между собой, например на западе и востоке Сибирской платформы, что особенно важно для протяженных субширотных региональных профилей и композитных сейсмических маршрутов.

Ввиду большой протяженности территории с запада на восток меняются сейсмические образы одноименных отражающих горизонтов на разрезах ОГТ. В целом можно констатировать, что наиболее опознаваемы в большинстве случаев сейсмические границы, отождествляемые с кровлей венда

(B) и осинского горизонта ($У_A$), которые прослеживаются по положительным фазам. В некоторых случаях корреляцию «сбивают» либо пластовые интрузии (Байкитская НГО), либо сдвоение осинского горизонта (Предпатомская НГО).

Сейсмический образ усольской свиты меняется весьма значительно: от невыразительной, недифференцированной волновой картины до энергетически сильного субпараллельного пакета отражающих площадок, что связано, по-видимому, с характером распределения солей в свите (рис. 3).

В ряде случаев однозначно определяется граница R_0 , связываемая с эрозионной поверхностью рифея, например в пределах Байкитской НГО, где на разрезах ОГТ отмечается угловое несогласие внутририфейских горизонтов с перекрывающими их отложениями венда. Часто без данных бурения невозможно определить положение границы R_0 , как на Берямбинской площади, где на временных сейсмических разрезах под мощным (около 2 км) вендским сейсмокомплексом наблюдаются субпараллельные отражения практически до конца записи.

Еще более сложным оказывается определение по сейсмической записи положения поверхности фундамента (F). Здесь из-за принципа дивергенции – конвергенции и слабой изученности поверхности фундамента бурением совсем не просто выделить сейсмический образ как самого отражающего горизонта, так и всего сейсмокомплекса, отождествляемого с фундаментом. Казалось бы, предположение о консолидированности фундамента должно исключить появление в его интервале отражающих площадок, но на разрезах ОГТ они присутствуют практически повсеместно. Объяснять это только кратными волнами, на наш взгляд, не совсем верно, поэтому необходимо исследовать причины возникновения перепадов акустических жесткостей, формирующих эти отражения.

Практически нерешаемой пока задачей остается распознавание на сейсмических разрезах бессолевого и соленосного интервалов, сменяющих друг друга по латерали. Предполагается, что присутствие солей увеличивает толщины исследуемых комплексов и наоборот, что провоцирует появление в волновой картине выклинивающихся сейсмокомплексов. Например, на разрезах ОГТ в усольской свите наблюдается резкое уменьшение ее мощности. Это, по-видимому, связано с переходом из солесодержащей части бассейна к бессолевого. Такое достаточно резкое уменьшение толщины солесодержащих интервалов разреза можно использовать как признак определения границы распространения солеродного бассейна. В подобной зоне возникают предпосылки для поиска рифовых (рифоподобных) тел, что характерно для Западно-Якутского барьерного рифа и Бахтинского района.

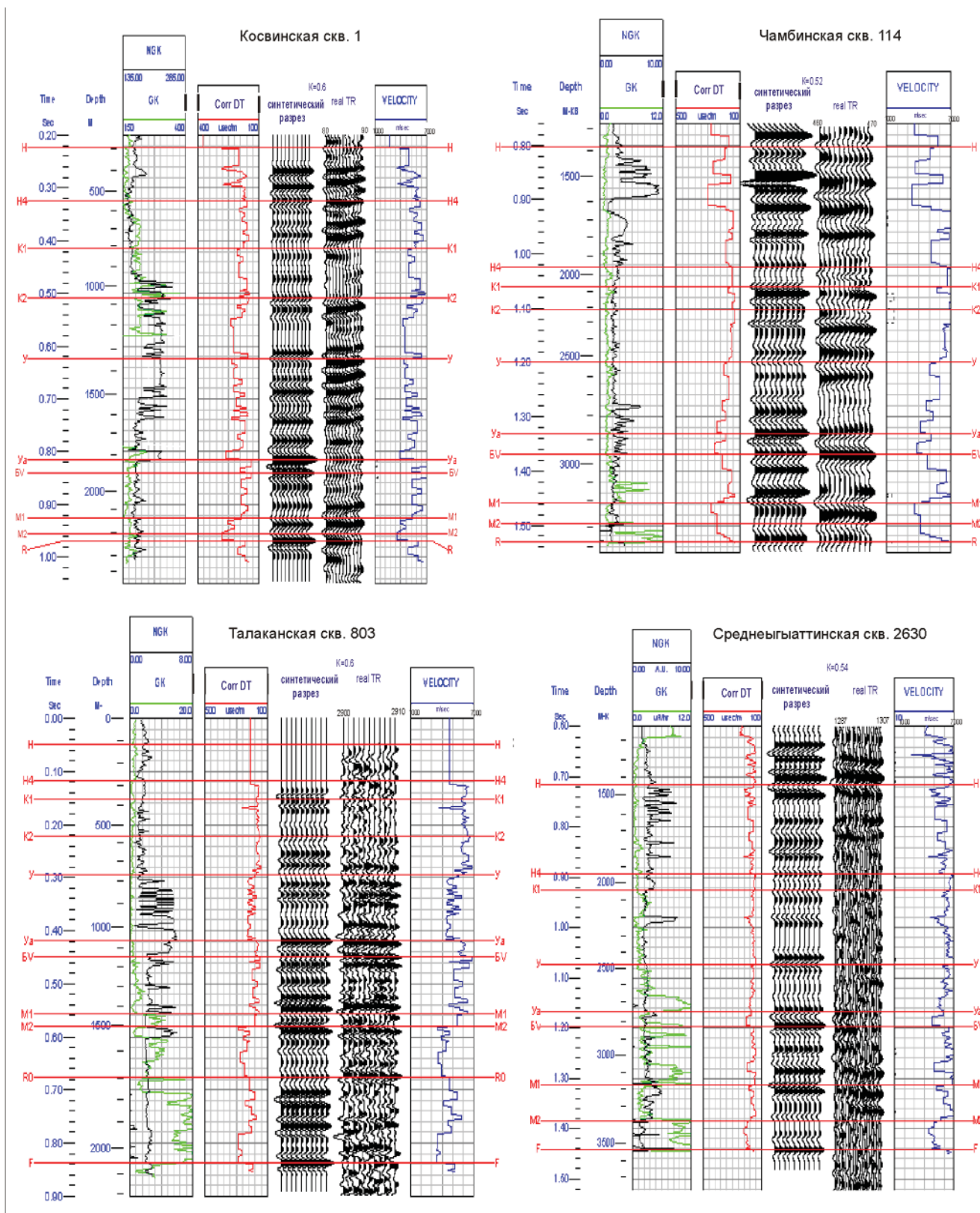


Рис. 2. Результат геоакустического моделирования по скважинам Косвинская 1 (Байкитская НГО), Чамбинская 114 (Катангская НГО), Талаканская 803 (Непско-Ботуобинская НГО), Среднегьяттинская 2630 (Западно-Вилуйская НГО)

Особое место в интерпретации занимает проблема выделения и трассирования тектонических нарушений. Наиболее многочисленная группа разломов выделяется на сейсмических профилях по набору стандартных признаков, а именно: разрыв корреляции отражений по причине вертикального смещения осей синфазности, резкая смена сейс-

мической картины, изменение динамики волновой записи, наличие пакетов отражений практически субвертикального направления. Чаще всего в таких случаях дизъюнктивные нарушения отображаются субвертикальными линиями или их сериями. Достаточно часто серия разломов образует систему «пальма» (рис. 4), наличие которой указывает

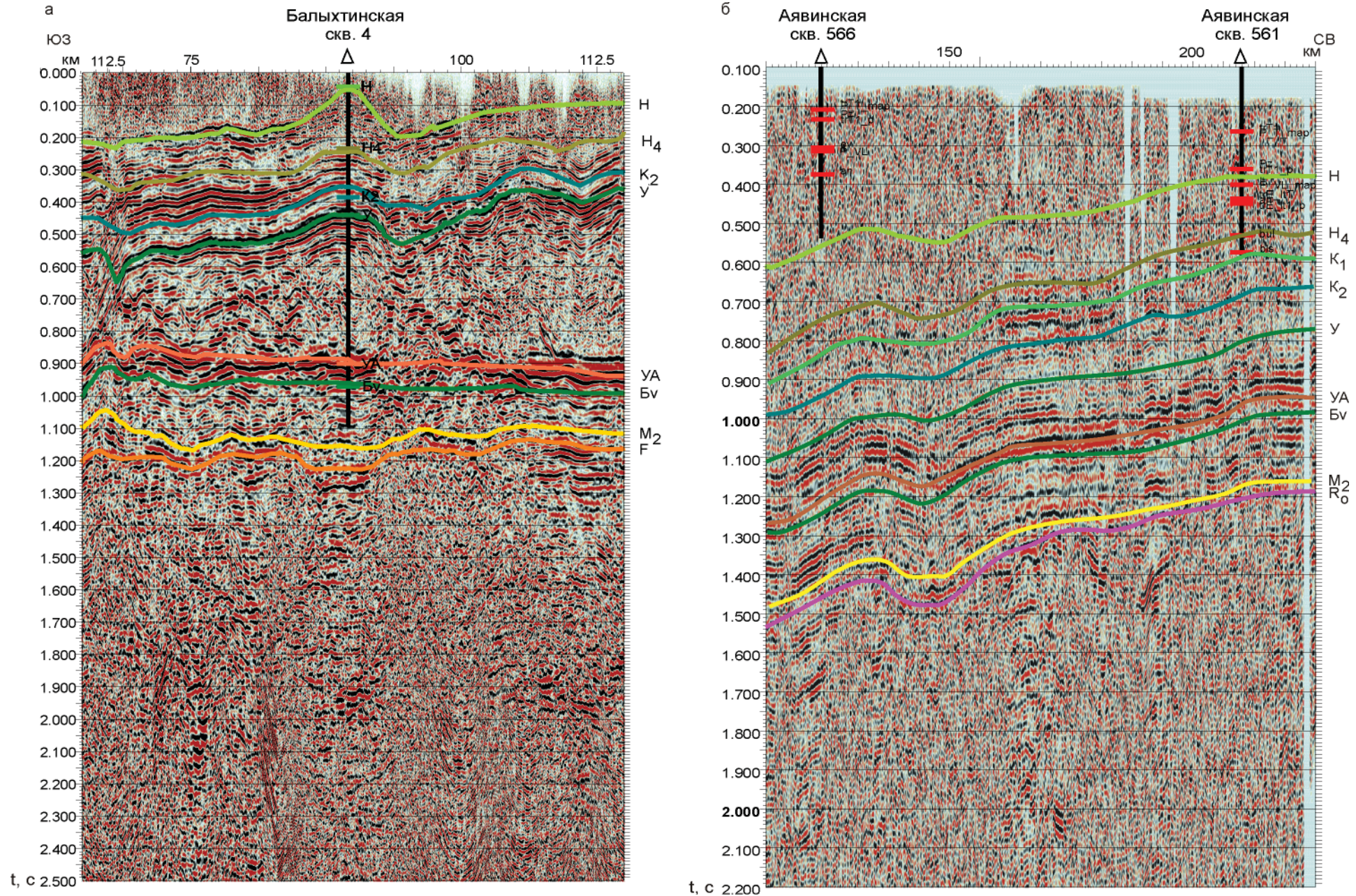


Рис. 3. Фрагменты разреза ОГТ: а – по профилю comr1-chesol (Ангара-Ленская НГО), б – по региональному профилю MR_M_2007181 (Катангская НГО)

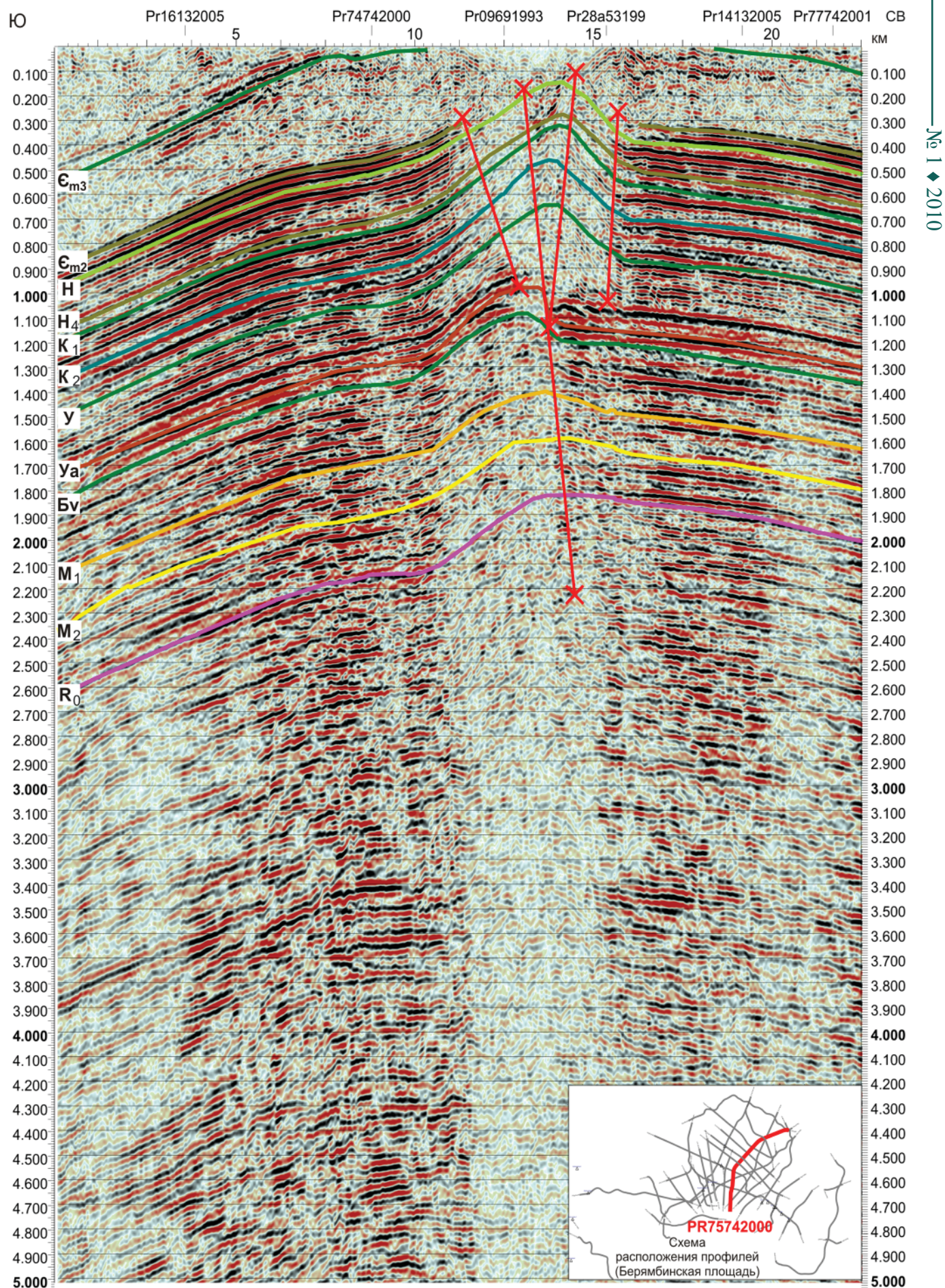


Рис. 4. Временной разрез ОГТ по профилю 75742000 (Беряmbинская площадь)



на возможные горизонтальные сдвиги локального характера вблизи границы раздела протерозойских и палеозойских отложений (в интервале осинского горизонта). Механизм образования тектонических нарушений в результате локальных сдвиговых деформаций в осадочном чехле и отображение этих деформаций в волновом поле по данным 3D-сейсморазведки проиллюстрирова-

ны на примере Етыпуровской и других площадей в Западной Сибири [1]. Представляется вполне вероятным, что аналогичные процессы могут происходить на Сибирской платформе и формировать сходные сейсмические образы, но для их изучения необходимы данные 3D-сейсморазведки.

Для восточной части Сибирской платформы (Предпатомской и востока Северо-Алданской НГО)

характерны крупные складчато-надвиговые деформации, затрагивающие обычно интервалы разреза, ограниченные распространением солей. В этих интервалах наблюдается интенсивное проявление взбросов и надвигов. Так образуется вторая группа дизъюнктивных нарушений, которые отражаются в волновом поле в виде аномалий со смещениями смещений осей синфазности в солесодержащих интервалах и без них. Эти аномалии интерпретируются как системы надвигов, состоящие из серии чешуй со всеми присущими им элементами строения (складками срыва, взбросо-складками, чешуйчатыми веерами, рамповыми антиклиналями, detachmentами и т. д.). Подобная интерпретация волновой картины подтверждается и материалами бурения (сдвоение разрезов) (рис. 5).

Сопоставление и увязка сейсмических профилей на огромной территории в рамках единой сети – действительно проблема, характерная для Сибирской платформы (в отличие от Западно-Сибирской плиты). Основная причина невязок на пересечениях сейсмических профилей, на наш взгляд, – неоднозначное решение задачи учета верхней части разреза (ВЧР) и введения средне- и низкочастотных статических поправок. Для примера на рис. 6 приведены результаты обработки одного и того же профиля в двух разных производственных организациях (ЗАО «Красноярскгеофизика» и ОАО «Енисейгеофизика»). Рисунок позаимствован из отчета по Лебяжинско-Полигузовской площади (ответственный исполнитель Д. Н. Ткачук). Обращает на

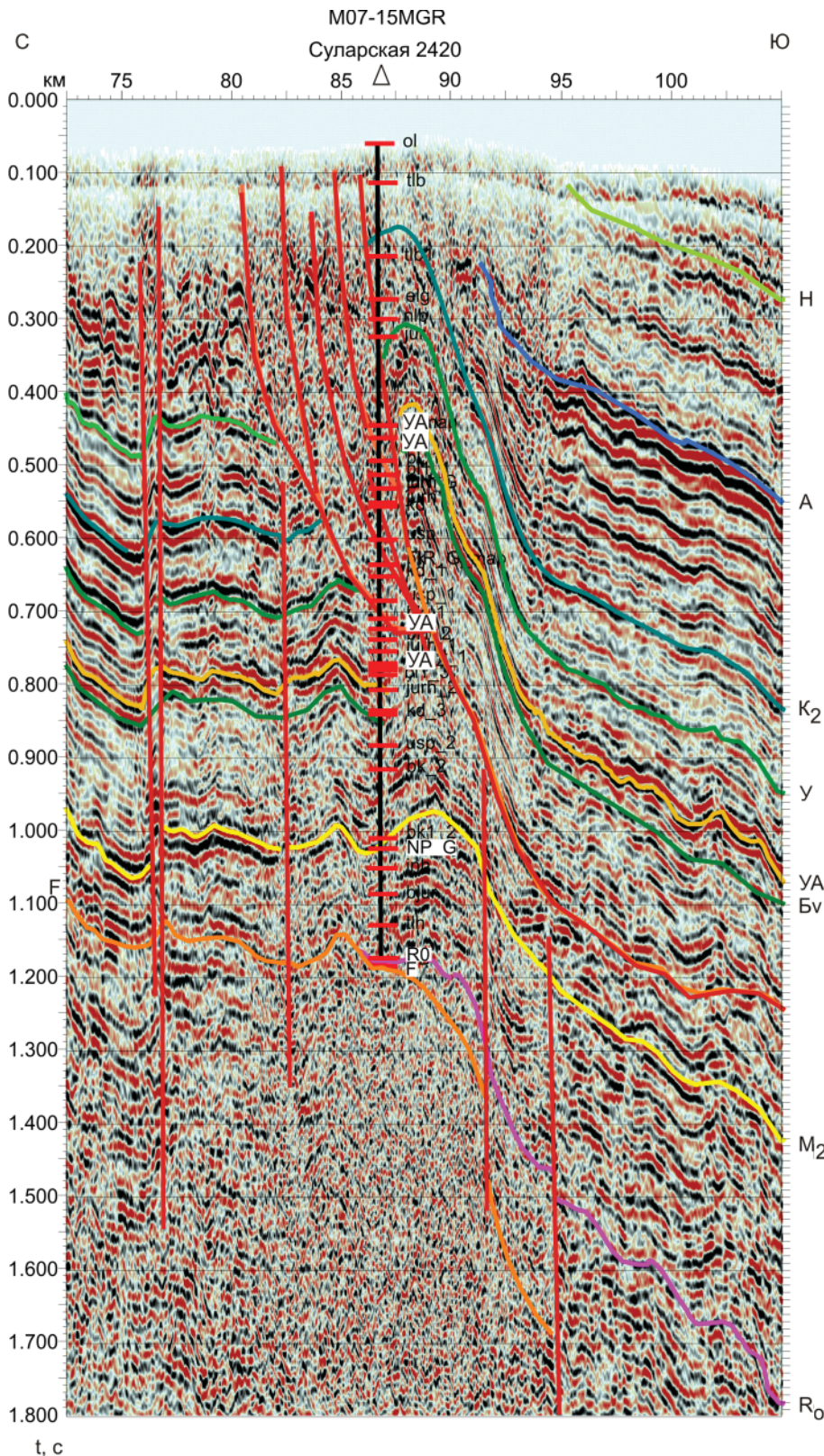


Рис. 5. Фрагмент разреза ОГТ по профилю M07-15MGR (Предпатомская НГО)

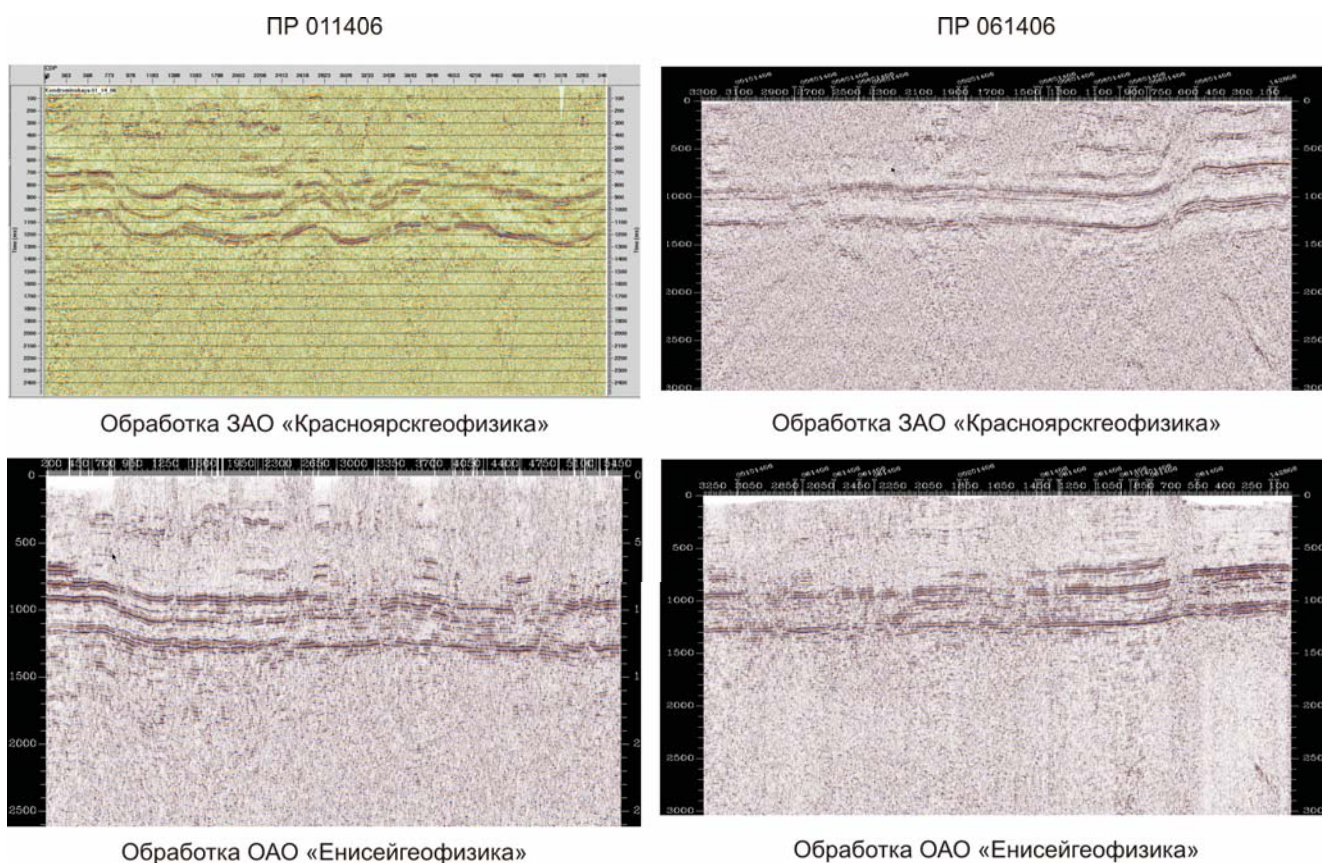


Рис. 6. Сопоставление результатов обработки профилей 011406 и 061406 (Полигусовская площадь)

себя внимание разница не столько в разрешающей способности разрезов, сколько в геометрическом поведении отражающих горизонтов: выровненном (ОАО «Енисейгеофизика») или флуктуирующем (ЗАО «Красноярскгеофизика»). Увязывать между собой такие разрезы очень сложно, а встречается похожая ситуация достаточно часто, особенно при работе с архивными профилями. Видимо, чтобы избежать подобной многовариантности получения временных разрезов, следует проводить переобработку и обработку сейсмического материала в контакте с интерпретатором, имея в виду существующие на текущий момент представления о геологической модели конкретной территории.

Понятно, что такие сложные задачи на столь обширной территории можно лишь обозначить и частично проиллюстрировать, но никак не решить окончательно. Использованные в работе архивные сейсмические материалы представляют собой в основном композитные маршруты, которые состоят из окончательных временных разрезов с разной длиной записи и разным качеством обработки. Отсутствие единообразия в обработке не позволяет не только провести корректную кинематическую интерпретацию, но и количественно проанализировать динамические атрибуты сейсмической записи в комплексе с материалами бурения с целью прогноза коллекторов. Лено-Тунгусская провинция – слишком большая и сложная в геологическом отношении территория, где следует серьезно разрабатывать новые направления обработки и интерпретации сейсмических материалов в комп-

лексе с бурением. Тем не менее, на наш взгляд, в ходе проделанной работы решена очень важная задача, призванная собрать и оценить с единой точки зрения, а также сопоставить и одновременно использовать весь опыт территориальных геофизических организаций. В результате получен структурный каркас для сводной сейсмогеологической модели.

Сводная интерпретационная сейсмогеологическая модель юго-запада Сибирской платформы как основа поиска углеводородов

В рамках выполненных работ по привязке отражающих горизонтов проведено сопоставление границ местных стратиграфических подразделений на региональных схемах, разрабатываемых геологами СНИИГГиМСа [2], и основных сейсмических горизонтов, выделяемых специалистами производственных сейсморазведочных организаций Красноярского края, Иркутской области и Республики Саха (Якутия) (рис. 7–10). Отражающие горизонты в венд-нижнекембрийском интервале осадочного чехла увязывают, как правило, с акустически контрастными границами, разделяющими либо региональные стратиграфические подразделения (поверхность непского, тирского, даниловского горизонтов) в венде, либо местные (нижнекембрийские), но индексируют эти границы в разных районах Лено-Тунгусской провинции по-разному. К настоящему времени практически каждая организация, выполняющая работы по интер-

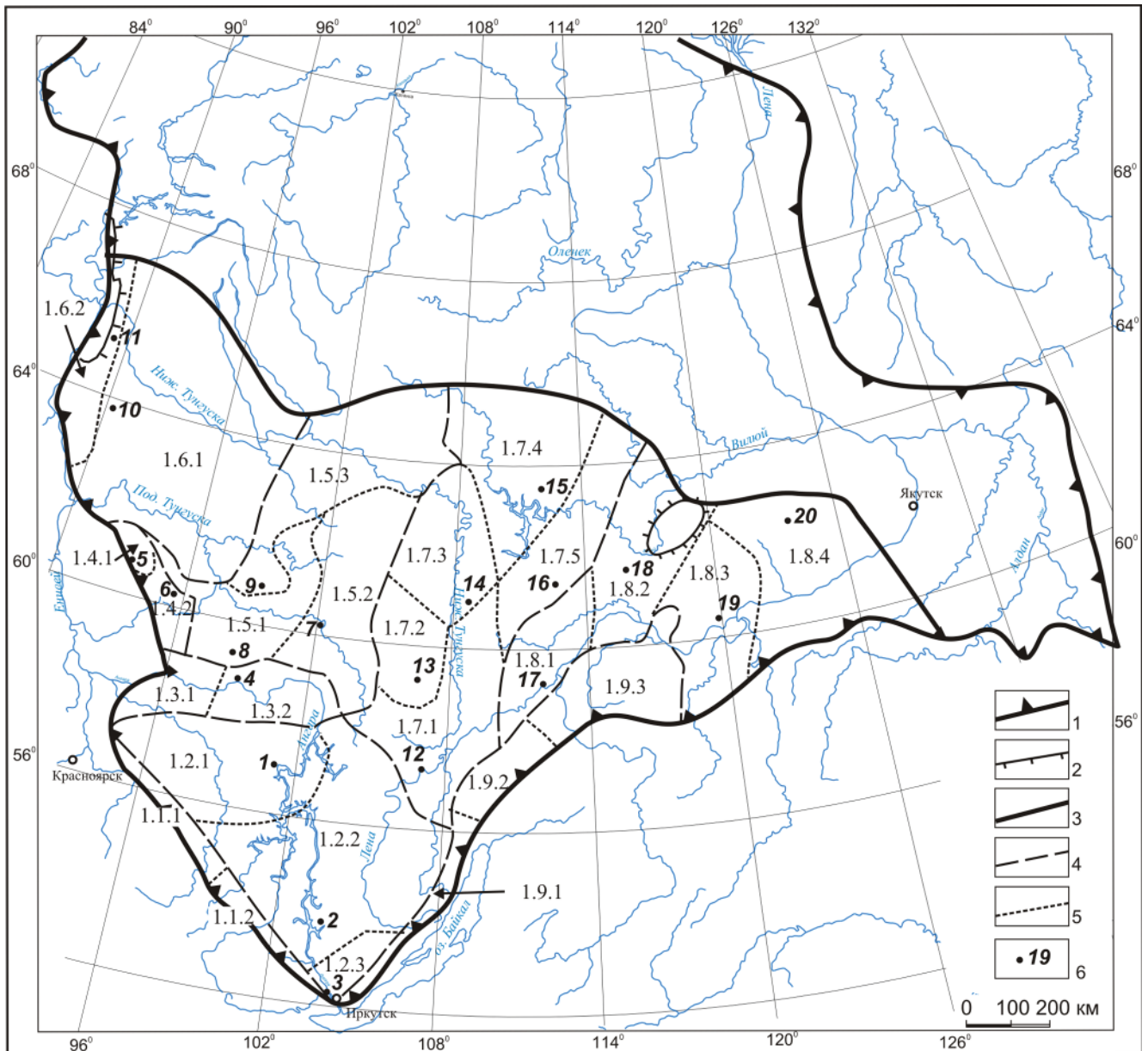
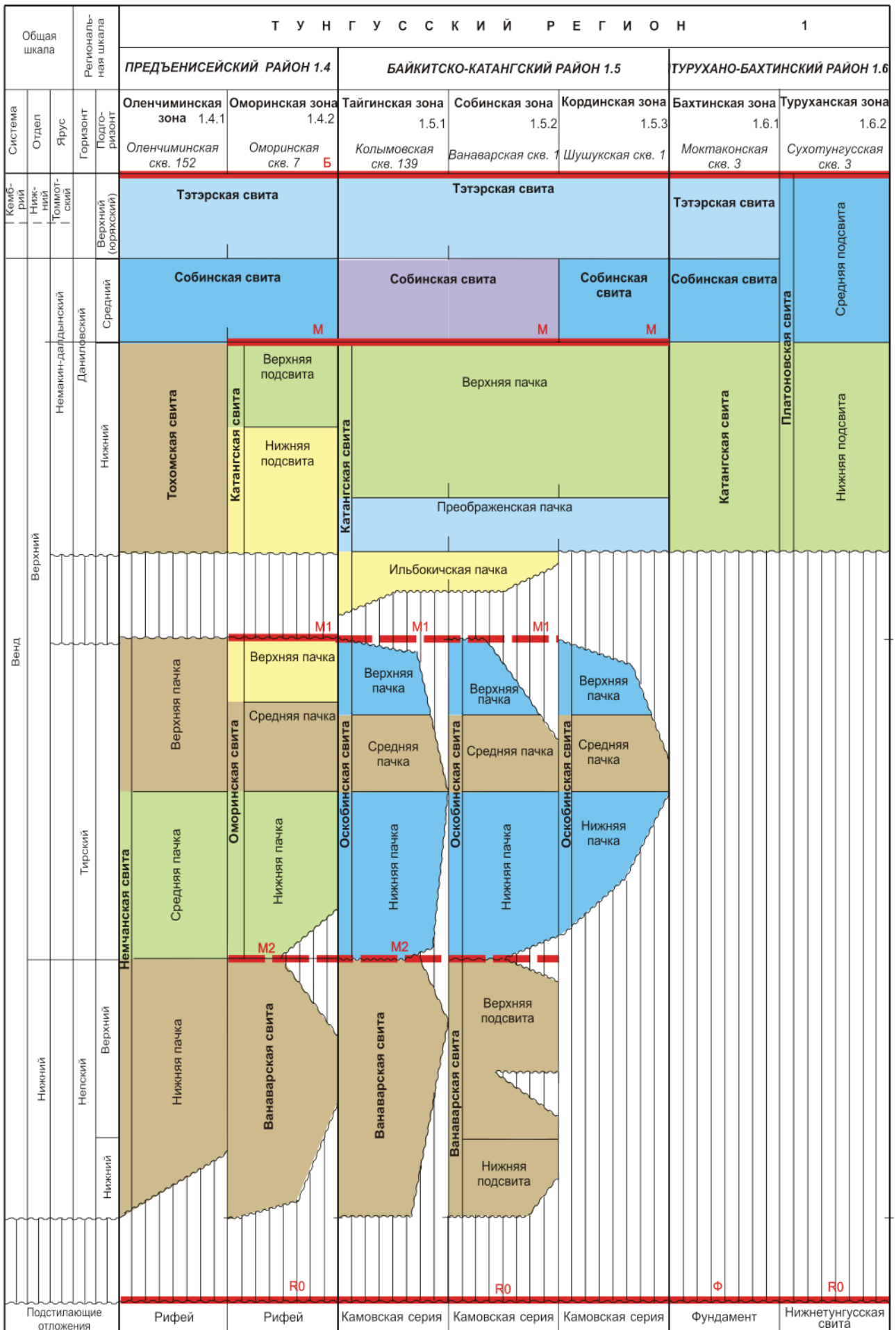


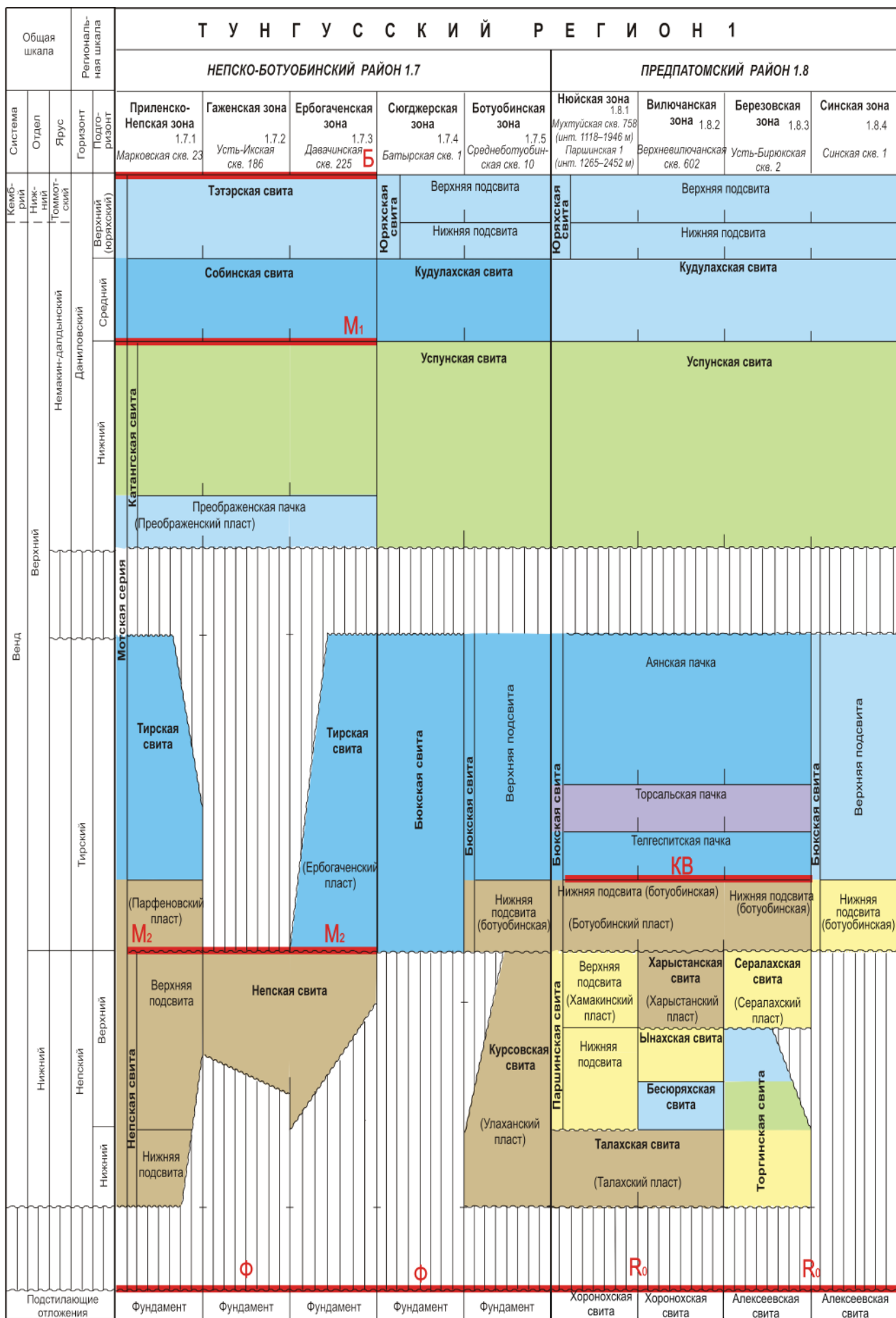
Рис. 7. Фациальное районирование вендских отложений Тунгусского региона Сибирской платформы [2]

Границы: 1 – Сибирской платформы, 2 – распространения вендских отложений, 3 – фациальных регионов, 4 – фациальных районов, 5 – фациальных зон; 6 – типовые скважины (1 – Ковинская 1, 2 – Шамановская 10, 3 – Иркутская 1, 4 – Агалеевская 4, 5 – Оленчиминская 152, 6 – Оморинская 7, 7 – Ванаварская 1, 8 – Колымовская 139, 9 – Шушукская 1, 10 – Моктаконская 3, 11 – Сухотунгусская 3, 12 – Марковская 23, 13 – Усть-Икская 186, 14 – Давачинская 225, 15 – Батырская 1, 16 – Среднеботуобинская 10, 17 – Паршинская 1, 18 – Верхневилючанская 602, 19 – Усть-Бирюкская 2, 20 – Синская 1). *Индексы фациальных регионов, районов, зон.* 1. Тунгусский регион: 1.1 – Саянский район, 1.1.1 – Бирюсинская зона, 1.1.2 – Мотско-Ийская зона; 1.2 – Ангаро-Ленский район, 1.2.1 – Ковинская зона, 1.2.2 – Ийско-Жигаловская зона, 1.2.3 – Иркутская зона; 1.3 – Нижнеангарский район, 1.3.1 – Имбинская зона, 1.3.2 – Агалеевская зона; 1.4 – Предъенисейский район, 1.4.1 – Оленчиминская зона, 1.4.2 – Оморинская зона; 1.5 – Байкитско-Катангский район, 1.5.1 – Тайгинская зона, 1.5.2 – Собинская зона, 1.5.3 – Кординская зона; 1.6 – Турухано-Бахтинский район, 1.6.1 – Бахтинская зона, 1.6.2 – Туруханская зона; 1.7 – Непско-Ботуобинский район, 1.7.1 – Приленско-Непская зона, 1.7.2 – Гаженская зона, 1.7.3 – Ербогаченская зона, 1.7.4 – Сюгджерская зона, 1.7.5 – Ботуобинская зона; 1.8 – Предпатомский район, 1.8.1 – Нюйская зона, 1.8.2 – Вилючанская зона, 1.8.3 – Березовская зона, 1.8.4 – Синская зона; 1.9 – Байкало-Патомский район, 1.9.1 – Прибайкальская зона, 1.9.2 – Чая-Миньская зона, 1.9.3 – Витимо-Чарская зона

претации сейсморазведочных данных в Восточной Сибири, сталкивается с необходимостью унификации индексов отражающих горизонтов, но эти организации ограничены районами своей традиционной деятельности. Исследования специалистов СНИИГГиМСа на протяжении десятилетий

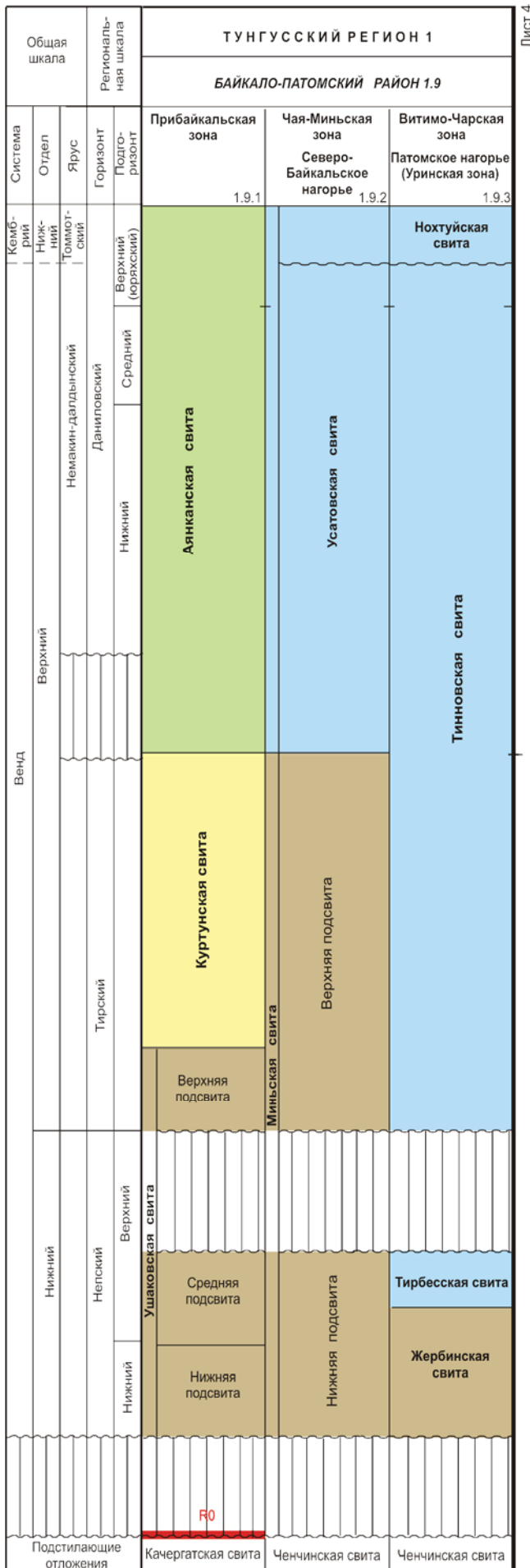
охватывают всю Сибирскую платформу, но единой системы индексов тоже не используют, хотя уже имеются предложения по унификации индексов вендских отражающих горизонтов [5]. По мнению авторов, назрела необходимость совещания по унификации индексов отражающих горизонтов и





Лист 3

№ 1 ♦ 2010



Лист 4

Формации:



Рис. 8. Положение отражающих горизонтов на стратиграфической схеме вендских отложений Сибирской платформы (R_0 – привязка и индексация отражающих горизонтов по данным Красноярскгеофизики, Енисейгеофизики, Иркутскгеофизики, Якутскгеофизики)

помещения их на региональные стратиграфические схемы.

В рамках проведенных работ авторы статьи приняли несколько модифицированную систему индексов, о которой говорилось ранее, что позволило в едином ключе провести интерпретацию и построение сейсмогеологических разрезов, создать набор структурных карт по обширной территории Сибирской платформы, сформировав таким образом модели вендской и кембрийской частей разреза чехла Сибирской платформы.

Изучение рифея оказалось гораздо более сложной задачей, не решенной однозначно до настоящего времени. На наш взгляд, на это есть объективные причины: существенно более сложное геологическое строение и значительное тектоническое воздействие, которому подверглись рифейские отложения во время предвендского перерыва. В частности, это видно на опорных сейсмических маршрутах, ставших каркасом интерпретационного проекта. Так, на Камовском своде Байкитской антеклизы и на ее склонах рифейские отложения в волновом поле представлены в виде пакетов отражений с наклонными осями синфазности, которые разделены пакетами динамически слабых отражений. Отчетливо заметны блоковость строения, крутые углы падения и частая смена волновой картины. В этой ситуации пока трудно не только построить однозначную сейсмогеологическую модель рифейского разреза и карту выходов различных толщ рифея на предвендскую эрозионную поверхность (сейсмический горизонт R_0), но и просто разработать принимаемую всеми непротиворечивую стратиграфическую схему рифейских отложений.

Тем не менее определенные работы по изучению рифея ведутся и дают свои результаты. В частности, специалистами отдела стратиграфии СНИИГГиМСа разработана стратиграфическая схема рифейских отложений юго-запада Сибирской платформы (рис. 11). На ней показано положение основных внутририфейских отражающих горизонтов, приуроченных к смене акустически более жестких доломитов на менее жесткие аргиллитовые или глинисто-доломитовые разности. Также по разрезам прослежены и закартированы в

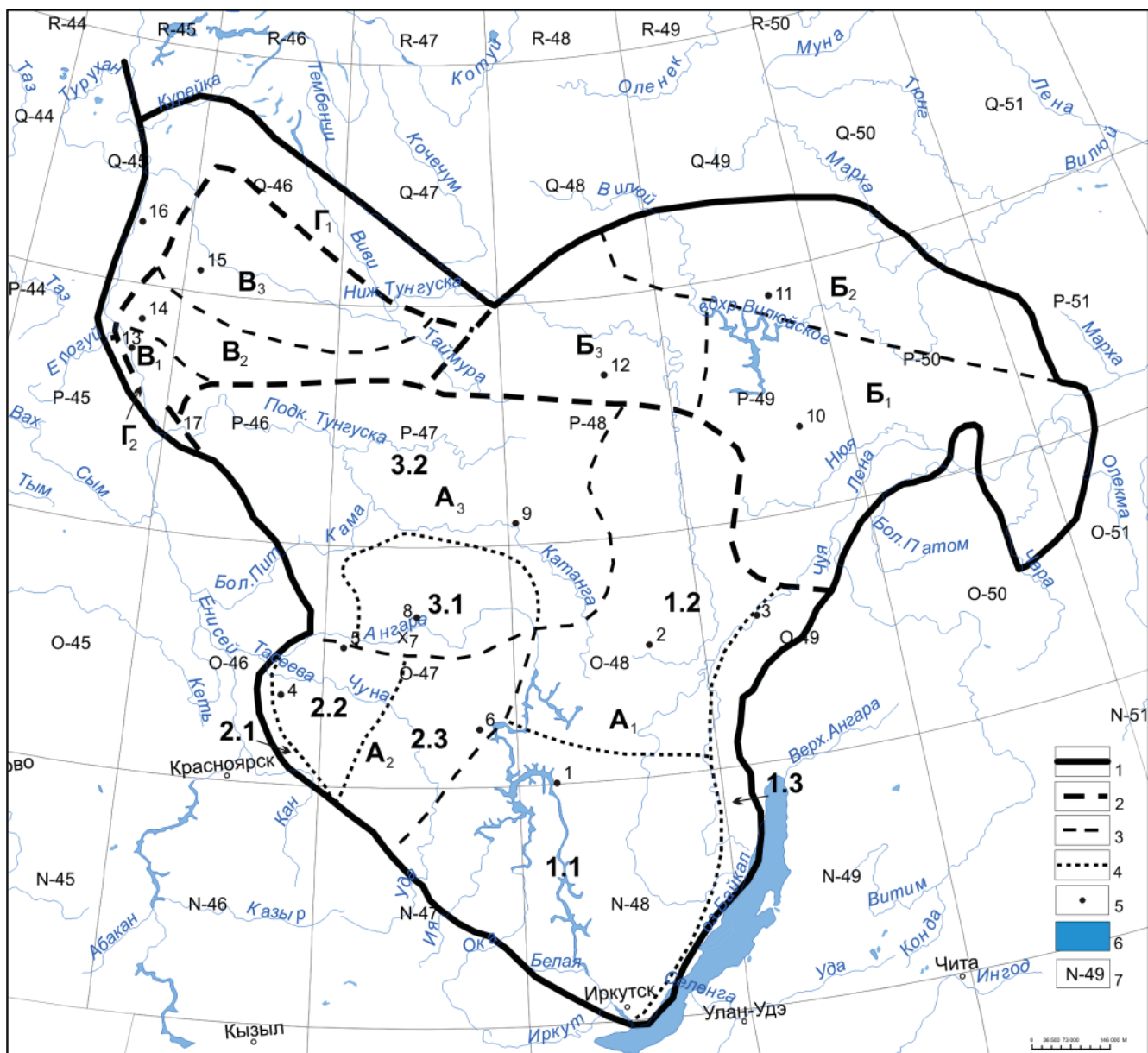


Рис. 9. Фациальное районирование кембрийских отложений Турухано-Иркутско-Олекминского региона Сибирской платформы

Границы: 1 – Турухано-Иркутско-Олекминского региона, 2 – фациальных областей, 3 – фациальных районов, 4 – фациальных зон, 5 – территории исследования; 5 – скважины; 6 – обнажения; 7 – лист карты м-ба 1: 1 000 000. Скважины и обнажения: 1 – Заярская 1, 2 – Ярактинская 27, 3 – Ичерская 189, 4 – Сутягинская 1, 5 – Богучанская 1, 6 – Ковинская 1, 7 – обнажения дер. Агалеева, 8 – Агалеевская 4, 9 – Ванаварская 1, 10 – Среднеботуобинская 10, 11 – Батырская 1, 12 – Хошонская 259, 13 – Светлая 2, 14 – Хурингдинская 1, 15 – Нижнетунгусская 6, 16 – Сухотунгусская 3, 17 – Лебяжинская 1. **Индексы фациальных областей, районов, зон:** А – Иркутско-Байкитская область, А1 – Ангаро-Непский район, 1.1 – Ангарская зона, 1.2 – Непская зона, 1.3 – Приленская зона; А2 – Присяянский район, 2.1 – Тасеевская зона, 2.2 – Богучанская зона, 2.3 – Ковинская зона; А3 – Байкитско-Катангский район, 3.1 – Нижнеангарская зона, 3.2 – Байкитская зона; Б – Ботуобинско-Сюдджерская область; Б1 – Ботуобинский район; Б2 – Сюдджерский район; Б3 – Илимпейский район; В – Бахтинская область; В1 – Светлинский район; В2 – Тынепский район; В3 – Сурингдаконский район; Г – Туруханская область; Г1 – Туруханский район; Г2 – Лебяжинский район

пределах изучаемой территории зоны развития и отсутствия рифейских отложений (рис. 12, а).

Для оценки перспектив нефтегазоносности юго-запада Сибирской платформы важность изучения рифейских отложений несомненна. Во-первых, основной нефтематеринский потенциал докембрийской части платформенного чехла связан именно с богатыми рассеянным органическим веществом глинистых и глинисто-карбонатных толщ

верхнего рифея: ирэмэкенской в Байкитской НГО и аянской в Катангской седловине [6]. Во-вторых, в кавернозных рифейских доломитах, выходящих на предвендскую эрозионную поверхность на Камовском своде, открыты крупные месторождения нефти и газа – Юрубченское, Кукумбинское и Терско-Камовское.

Уточненные в результате проведенных в СНИИГГиМСе исследований модели строения ри-

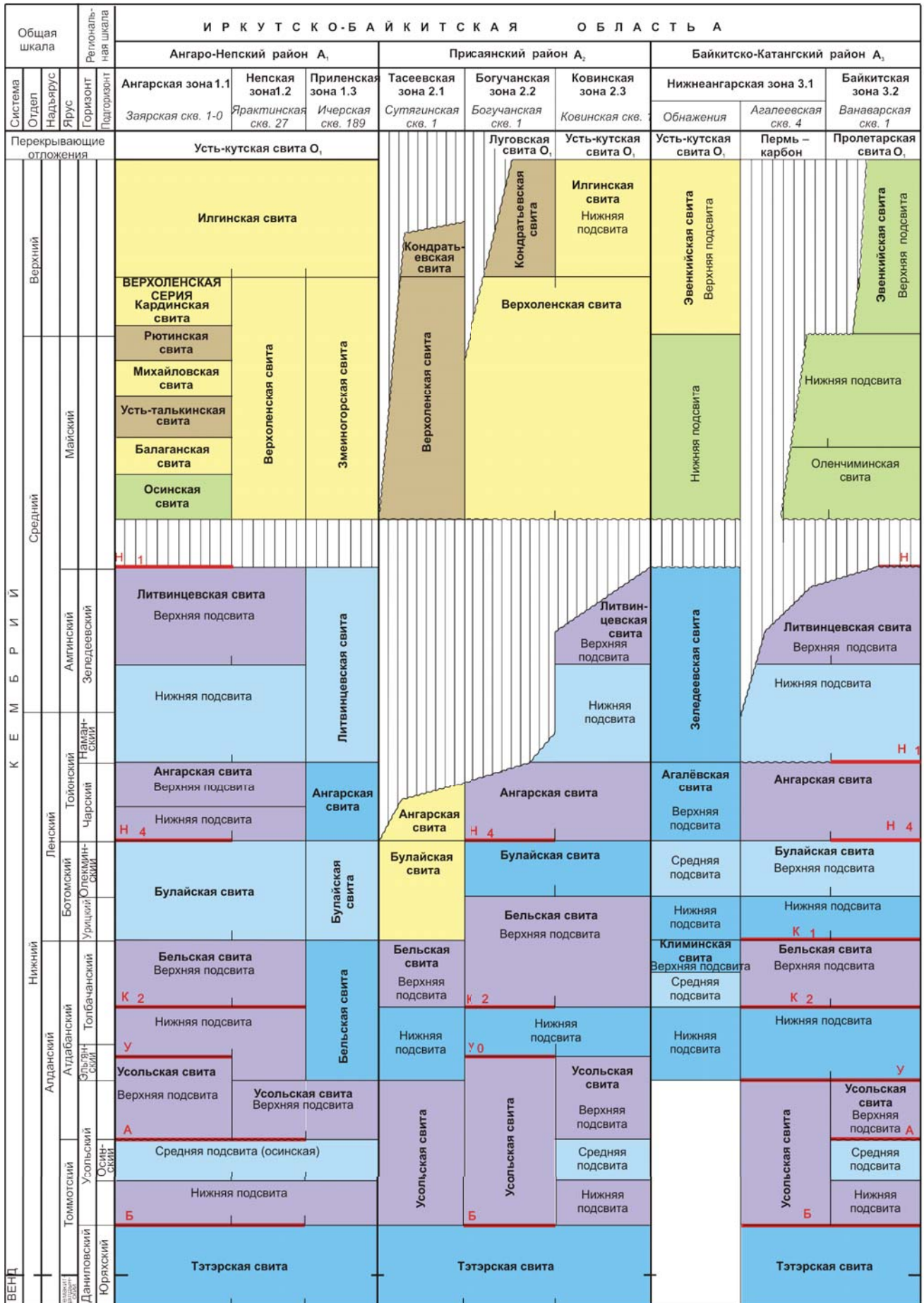


Рис. 10. Положение отражающих горизонтов на стратиграфической схеме кембрийских отложений Турухано-Иркутско-Олекминского региона Сибирской платформы (Б – привязка и индексация отражающих горизонтов)



Общая шкала		БОТУОБИНСКО-СЮГДЖЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ Б			БАХТИНСКАЯ ОБЛАСТЬ В			ТУРУХАНСКАЯ ОБЛАСТЬ Г		
Система Отдел Надъярус	Регionalь- ная шкала Горизонт Подгоризонт	Ботуобинский район Б ₁	Сюгджерский район Б ₂	Илимпейский район Б ₃	Светлинский район В ₁	Тынепский район В ₂	Сурингдаконский район В ₃	Туруханский район Г ₁	Лебяжинский район Г ₂	
		Среднеботуобинская свк. 10	Батырская свк. 1	Хошонская свк. 256	Светлая свк. 2	Хурингадинская свк. 1	Нижнетунгуская свк. 6	Сухотунгуская свк. 3	Лебяжинская свк. 1	
Перекрывающиеся отложения		Укугутская J	Балыктахская свита O ₁	Холокитская свита O ₁	Неручандская свита O ₂	Байкитская свита O ₂		Неручандская свита O ₂		
Верхний			Чаргольская свита	Эвенкийская свита Верхняя подсвита	Устьмундуйская свита	Устьмундуйская свита				
		Джуктинская свита	Джуктинская свита		Устьпелядкинская свита	Устьпелядкинская свита				
Средний	Майский	Бордонская свита	Бордонская свита	Нижняя подсвита	Летнинская свита		Летнинская свита		Эвенкийская свита	
		Верхняя пачка	Верхняя пачка		Летнинская свита		Летнинская свита			
		Нижняя пачка	Нижняя пачка							
		Оленчиминская свита		Оленчиминская свита			Оленчиминская свита			Оленчиминская свита
		Метегерская свита	Метегерская свита	Литвинцевская свита		Соленосно-доломитовая толща				
				Верхняя подсвита						
		Ичерская свита		Нижняя подсвита	Таначинская свита	Известняковая толща	Таначинская свита	Костинская свита		
								Верхняя подсвита		
		Чарская свита		Ангарская свита	Дельтулинская свита	Толща глинистых известняков	Дельтулинская свита	Средняя подсвита	Лебяжинская свита Верхняя подсвита	
Олекминская свита		Булайская свита	Булайская свита	Булайская свита						
				Верхняя подсвита						
				Нижняя подсвита						
Нижний	Алданский	Толбачанская свита	Толбачанская свита	Сурингдаконская свита			Нижняя подсвита	Средняя подсвита		
		Верхняя подсвита K 1+		Бурусская свита	Бурусская свита					
		Нижняя подсвита								
		Эльганская свита	Эльганская свита		Усольская свита	Абакунская свита				
					Верхняя подсвита	Марская свита				
		Нелбинская свита I	Сыгдахская свита	Билирская свита	Средняя (осинская) подсвита	Моктаконская свита	Платоновская свита			
		Юрегинская свита II			Верхняя подсвита					
		Билирская свита	Билирская свита	Билирская свита	Нижняя подсвита	Ясенгская свита Б	Верхняя подсвита			
		Верхняя подсвита	Билирская свита	Билирская свита	Нижняя подсвита					
		Нижняя подсвита								
Юряхская свита		Тэтэрская свита	Тэтэрская свита		Средняя подсвита	Нижняя подсвита				
Верхняя подсвита										
Нижняя подсвита										

Лист 2

№ 1 ♦ 2010

по данным Красноярскгеофизики, Енисейгеофизики, Иркутскгеофизики, Якутскгеофизики). Усл. обозн. см. на рис. 8



Общая стратиграфическая шкала		КОРРЕЛЯЦИЯ МЕСТНЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ			СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СМЕЖНЫХ РЕГИОНОВ			
Региональные стратиграфические подразделения		Байкинский фациальный район		Катангский фациальный район		Район Енисейского края		
Эпозона	Эратема	Юрубчено-Тохомская зона		Южно-Чуньская скв. 107 (инт. 2610–3225 м) Собинская скв. 131 (инт. 2827–3713 м)		Каменская зона		
		<i>Тохомская фациальная подзона</i> Юрубченская скв. 30 (инт. 2277–3208 м) Юрубченская скв. 100 (инт. 2177–2400 м)	<i>Мадринская фациальная подзона</i> Мадринская скв. 156 (инт. 2216–4008 м) Юрубченская скв. 110 (инт. 2202–3796 м)					
Горизонты								
Рифей	Верхний рифей	Лахандиний	Байкалий					
			Ирэмэкэнская свита		Толща неизвестного литологического состава		Ослянская серия	
			Токурская свита				Нижеангарская свита	
			Вингольднская свита				Дадьктинская свита	
			Рассолкинская свита				Свита Серого ключа	
			Юктенская свита		Ушиктинская толща		Шунтарская свита	
			Копчерская свита		Аянская толща			
			Чавичинская свита		Пайгинская толща		Джурская свита	
			Каланская свита		Нерюндинская толща		Красногорская свита	
			Юрубченская свита		Верхнеджелиндуконская толща		Аладьинская свита	
Средний рифей	Керпылий	Вэдрэшэвская свита		Джелиндуконская толща		Свита Карточки Погоруйская свита		
		Мадринская свита		Южно-Чуньская толща		Удерейская свита		
	Аймчаний			Помпотская толща		Горбилоская свита Кординская свита		
Нижний	Учурий	Делингдэкэнская свита		?		Тейская серия		
Подстилающие отложения		AR-PR ₁		AR-PR ₁		AR-PR ₁		



Рис. 11. Положение опорных стратиграфических горизонтов на региональной стратиграфической схеме рифейских отложений юго-западной части Сибирской платформы (Ф – привязка и индексация отражающих горизонтов по данным Красноярскгеофизики, Енисейгеофизики, Иркутскгеофизики, Якутскгеофизики; R – по данным А. В. Струнова (Енисейгеофизика))

Усл. обозн. см. на рис. 8

фея показали, что наиболее перспективны для поисков залежей углеводородов карбонатные породы, подвергшиеся длительному предвендскому перерыву. Другими словами, это выщелоченные карбонаты рифея, перекрытые отложениями венда, главным образом даниловского горизонта. Подобная картина наблюдается на Камовском своде Байкитской антеклизы и на ее склонах, где притоки нефти и газа из рифейских отложений в последние годы получены в скважинах Аргишской 273, Шушукской 1 и Сейсморазведочной 1.

Завершение рифейского этапа осадкообразования на Сибирской платформе привело к формированию преимущественно терригенных отложений байкальского возраста, ограниченно распространенных в Предпатомском прогибе, Нюйско-Джербинской впадине и на прилегающей Вилючанской седловине Непско-Ботубинской антеклизы. Эти отложения на Сибирской платформе отнесены к вилючанскому стратиграфическому горизонту, который, по современным представлениям, либо помещают в основание венда [8], либо завершают им рифей [7].

Следующим нефтегазоносным комплексом на данной территории являются терригенные отложения венда, представленные непским и тирским горизонтами. Осадки непского регионального горизонта начали формироваться после завершения на большей части Сибирской платформы предвендского регионального перерыва, длившегося около 15 млн лет, в период с 600 до 585 млн лет назад. Непский горизонт широко распространен на юге Сибирской платформы и представлен чередованием пластов песчаников, алевролитов и аргиллитов. По особенностям распределения песчаных пластов его можно разделить на два подгоризонта – нижний и верхний, имеющих сходное строение: пласты песчаников в нижней части и аргиллиты в верхней.

Нижненепский подгоризонт на большей части территории юга и юго-запада Сибирской платформы залегает в основании осадочного платформенного чехла, на размытой поверхности пород фундамента и рифея. Если судить по результатам изучения Юрубчено-Тохомской зоны нефтенакпления и расположенного к югу от него Оморинского лицензионного участка (ЛУ) [4, 5], то можно сделать вывод, что дневная поверхность раннепепского времени имела значительно расчлененный рельеф, а базальные песчаники раннепепского возраста заполняли врезы русел временных потоков в ложе пород рифея и фундамента и прибрежные участки морей того периода. Лишь на участках распространения осадков вилючанского регионального горизонта породы раннепепского

возраста с региональным несогласием продолжают разрез осадочного чехла.

Таким образом, формирование песчаных пластов вилючанского и непского горизонтов определялось палеогеографическими обстановками, а основным фактором их формирования было наличие выдержанных по времени движений водных масс (циклические прибрежно-морские обстановки и русла водотоков). Для детального изучения палеогеографии того времени необходим существенно больший объем пробуренных скважин и поднятого керна, чем в настоящее время. Однако в ходе многолетних геолого-разведочных работ на Сибирской платформе геологам-нефтяникам удалось выявить следующую закономерность: **песчаные пласты, содержащие хорошие коллекторы¹ расположены вдоль зон выхода пород рифея или фундамента на предвендскую эрозионную поверхность.** Здесь толщина терригенных вендских пород, видимая на сейсмических разрезах, изменяется от 30 до 100 м. При мощности менее 30 м разрез непского горизонта сложен преимущественно аргиллитами, при существенном увеличении (свыше 120 м) в разрезе часто отсутствуют перекрытые пласты песчаников, а доля глинистого цемента в песчаных прослоях достигает 15–30 %.

Кроме этого, важную роль при прогнозе играет **современная глубина залегания гранулярных коллекторов.** По результатам бурения замечено существенное ухудшение коллекторских свойств (вплоть до полного исчезновения проницаемости пород) из-за вдавливания зерен друг в друга и их вторичной регенерации. Такие процессы начинают встречаться на глубинах более 5000 м.

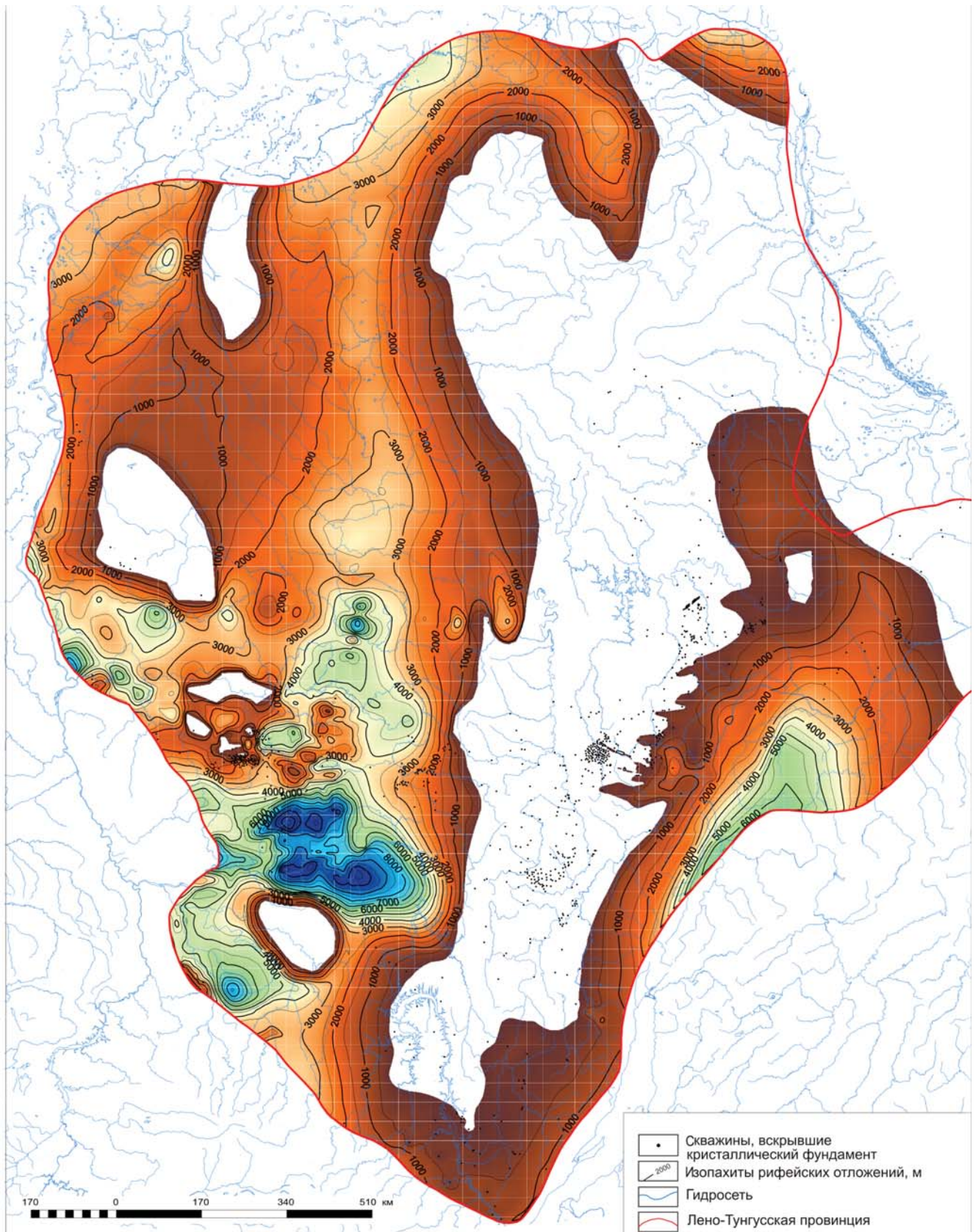
Наличие песчаных тел руслового происхождения можно наблюдать на схеме изопахит непского горизонта (см. рис. 12, б). Это удлиненные зоны распространения отложений у южной границы зоны отсутствия отложений в центре Камовского склона Байкитской антеклизы. По этому же признаку можно качественно оценить изученность и точность проведения линии выклинивания непского горизонта на других участках, где она выглядит ровной и спрямленной, что свидетельствует о недостаточной изученности данной территории.

Кроме того, при расчленении непского горизонта на пачки и картировании границ их распространения на юго-западе Камовского свода вырисовываются подобные линии сложной конфигура-

¹ В среднем эффективная мощность 5 м, количество продуктивных песчаных пластов от 1 до 5–6, пористость – от 8 до 15 %, проницаемость от первых единиц до 100–300 мД (10^{-3} мкм²).



а



ции [3]. Проведенные исследования этого явления с учетом распространения данных границ вслед за увеличивающейся площадью развития отложений от древних к молодым позволили предположить, что конфигурация линии сформировалась в результате относительно длительных периодов

стояния уровня непского моря, т. е. это древняя береговая линия.

Другие вторичные процессы, ухудшающие качество коллекторов (например, засоление), по результатам сейсморазведочных работ пока достоверно прогнозировать не удастся. Для ши-



6

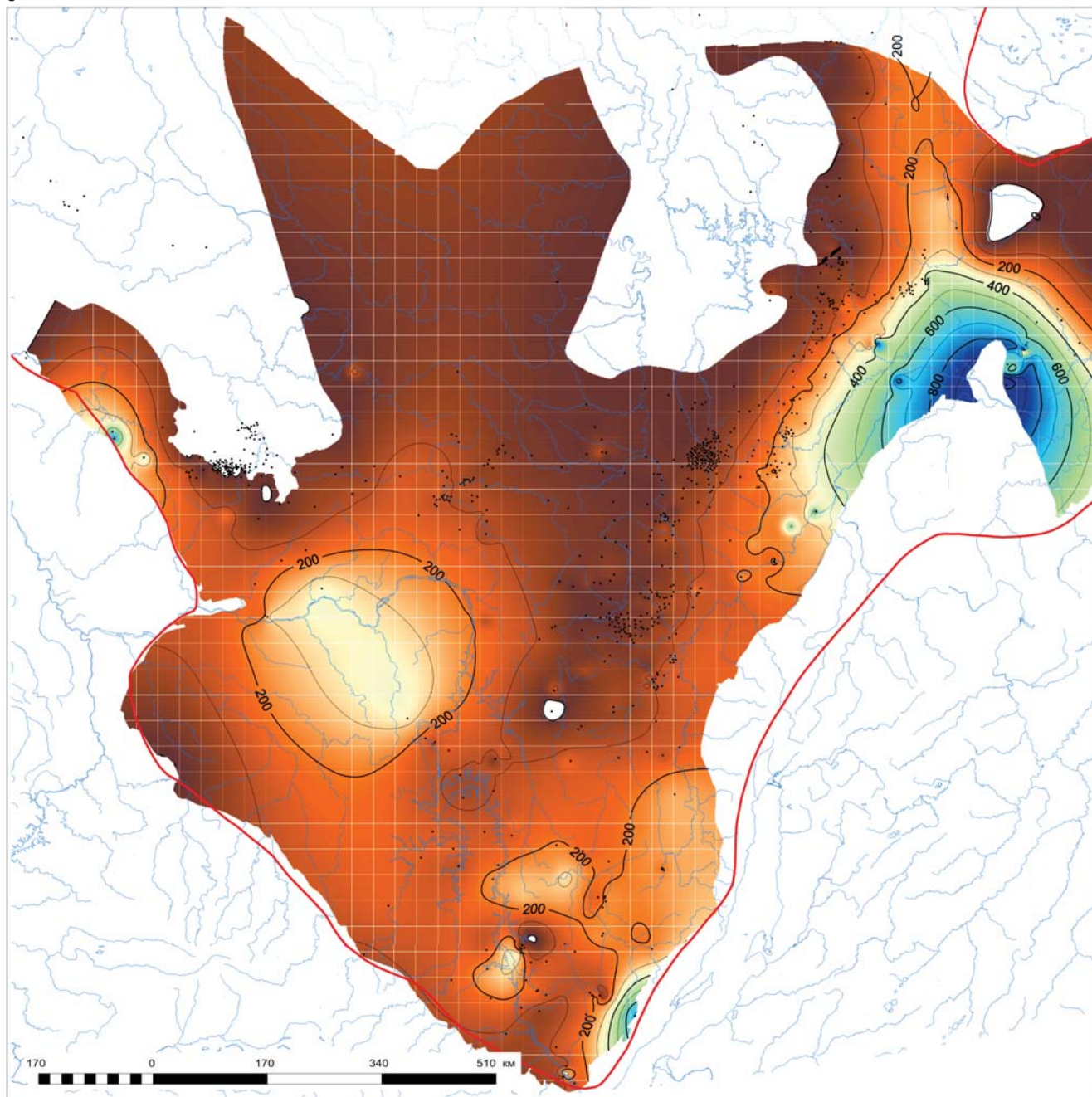


Рис. 12. Схема изопачит рифейских отложений (а) и непского горизонта (б) на территории Лено-Тунгусской провинции

роких интервалов разреза в целом можно предполагать наличие солей на участках увеличенных мощностей.

Выше по разрезу в осадочном чехле развиты карбонатные продуктивные и возможно продуктивные горизонты верхневендско-нижнекембрийского НГК (преображенский, собинский, усть-кутские и юряхские продуктивные горизонты). На современном этапе исследований нет однозначных устоявшихся критериев выделения коллекторов в карбонатах венда. Можно лишь предполагать существование в них залежей при наличии в подстилающем интервале разреза нефтематеринских отложений и действующих до настоящего времени путей миграции по ослабленным зонам.

В связи с этим важную роль в формировании и сохранении залежей должны играть мощные выдержанные толщи флюидоупоров. Для Сибирской платформы, особенно для ее южной части, таковыми являются нижнекембрийские соли. Соли, расположенные в вендской части разреза (торсальские в Предпатомском прогибе, катангские и собинские в Присяяно-Енисейской синеклизе и в зоне Ангарских складок), имеют локальное значение в формировании залежей УВ. Нижнекембрийские же соли, будучи региональным флюидоупором, на юге Сибирской платформы разделяют разрез осадочного чехла на два очень слабо сообщающихся между собой гидродинамических комплекса и препятствуют перетоку УВ из подсолевых уровней в меж- и



надсолевые. Вследствие этого в якутской части Непско-Ботуобинской антеклизы исчезновение из разреза подосинских солей способствовало формированию Талаканского месторождения.

Следующий перспективный на обнаружение залежей УВ уровень – это бессолевыя кембрийские отложения Якутии. Здесь имеются как собственные нефтематеринские толщи (куонамская, иниканская свиты и их аналоги), так и зоны развития коллекторов, связанные с кембрийскими рифовыми системами. На временных разрезах эти комплексы выделяются по характерному поведению отражающих горизонтов, позволяющих по волновой картине выделять сейсмокомплексы, связанные с рифовыми постройками (зона Западно-Якутских рифов, Бахтинский район).

Таким образом, единый интерпретационный проект является базой для всех исследователей Восточной Сибири, которую следует развивать и совершенствовать для решения задач поиска углеводородов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гогоненков, Г. Н.** Сдвиговые деформации в чехле Западно-Сибирской плиты и их роль при разведке и разработке месторождений нефти и газа [Текст] / Г. Н. Гогоненков, А. И. Тимурзиев // Геология и геофизика. – 2010. – Т. 51, № 3. – С. 384–401.
2. **Мельников, Н. В.** Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития) [Текст] / Н. В. Мельников. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 148 с.
3. **Мельников, Н. В.** Модели песчаных тел венда на юго-западе Камовского свода [Текст] / Н. В. Мельников, Е. В. Смирнов, Л. В. Боровикова // Недропользование. Горное дело. Новые направления и технология поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых : Сб. матер. V Междунар. науч. конгр. «Гео-Сибирь-2009». Т. 2. – Новосибирск : СГГА, 2009. – С. 301–309.
4. **Мельников, Н. В.** Модель строения Чегалбуканской залежи (с применением метода РеапакРД) [Текст] / Н. В. Мельников, Д. И. Рудницкая, Л. В. Боровикова // Перспективы развития нефтегазодобывающего комплекса Красноярского края : Матер. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2007. – С. 79–82.
5. **Мельников, Н. В.** Сейсмогеологические модели и перспективные нефтегазоносные объекты вендского комплекса в Байкитской нефтегазоносной области [Текст] / Н. В. Мельников, А. В. Исаев // Геология и геофизика. – 2004. – Т. 45, № 1. – С. 134–143.
6. **Оценка** катагенеза органического вещества и прогноз фазового состава залежей углеводородов разновозрастных отложений Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты на территории Красноярского края [Текст] / Ю. А. Филипцов, Л. Н. Болдушевская, Ю. В. Петришина // Геология и полезные ископаемые Красноярского края. – Красноярск : КНИИГИМС, 1998. – С. 79–94.
7. **Стратиграфия** нефтегазоносных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и ее складчатого обрамления [Текст] / Н. В. Мельников, М. С. Якшин, Б. Б. Шишкин [и др.]. – Новосибирск : Академическое издательство «Гео», 2005. – 428 с.
8. **Шемин, Г. Г.** Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботуобинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина) [Текст] / Г. Г. Шемин. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2007. – 467 с.