



УДК 550.834.3/5:553.98.04(571.5)

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ПРЕЛОМЛЕННЫХ ВОЛН ПРИ РЕШЕНИИ НЕФТЕГАЗОПОИСКОВЫХ ЗАДАЧ НА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЕ

В. Л. Кузнецов, А. С. Сальников, В. В. Титаренко

Проведен анализ и обобщение многолетней практики нефтегазопроисковых работ на Сибирской платформе различными методами сейсморазведки. Показано, что при сейсморазведке ОГТ в связи с чрезвычайной сложностью геологического строения Сибирской платформы возникают трудности в решении нефтепоисковых задач. Обоснована высокая эффективность поиска локальных структур по горизонтам осадочного чехла в сложнейших сейсмогеологических условиях Тунгусской синеклизы методами КМПВ, ДСЗ и ПСПВ. Это дает основание рекомендовать включение в необходимом объеме метода преломленных волн в различных модификациях в производственный процесс нефтегазопроисковых работ на Сибирской платформе. Связь нефтегазовых месторождений с высокоскоростными блоками земной коры, выявленными в результате сейсмотомографической обработки ГСЗ, послужила критерием прогноза зон нефтегазоаккумуляции на региональных профилях «Батолит» и «Рифт-5» в пределах семи блоков, в зонах которых рекомендуются первоочередные нефтегазопроисковые работы.

Ключевые слова: Сибирская платформа, метод преломленных волн, прогноз зон нефтегазоносности, сейсмотомография.

POSSIBILITIES OF REFRACTED WAVE METHOD IN SOLVING OIL EXPLORATION PROBLEMS WITHIN THE SIBERIAN PLATFORM

V. L. Kuznetsov, A. S. Salnikov, V. V. Titarenko

A long-standing practice of seismic exploration for oil and gas in the Siberian Platform by using different methods is analyzed and generalized. It is shown that seismic exploration by the common-depth-point (CDP) method as the generally recognized method of exploration for oil is troublesome because of rather complex geology of the Siberian Platform. High performance of prospecting for local structures in sedimentary cover horizons under extremely difficult seismic conditions of the Tunguska syncline by refraction or refraction correlation (RC) methods, differential seismic sounding (DSS) and three-dimensional areal seismic exploration (TDASE) is justified. This gives grounds to recommend the refraction method in its various modifications and necessary volumes should be included in exploration for oil and gas over the Siberian Platform. The relation between oil-and-gas fields and high-velocity blocks of the earth's crust revealed by seismic tomography processing of deep seismic soundings (DSS) has been taken to be a criterion for forecasting zones of oil-and-gas accumulation on regional profiles Batolit and Rift-5 within seven blocks where exploration for oil and gas is primarily advisable.

Keywords: Siberian Platform, refracted method, deep seismic sounding method, forecast of oil-and-gas-bearing zones, seismic tomography.

В мировой практике основным нефтегазопроисковым является метод общей глубинной точки (ОГТ). Он разработан для горизонтальной или слабо наклонной среды и практически неинформативен в гетерогенных средах. Довольно выразительно это проявилось, например, при проведении опорных геофизических профилей на северо-востоке страны при изучении верхней части земной коры, а также сложно построенных высокоскоростных сред Сибирской платформы, особенно в зонах интенсивного заражения осадочных отложений траппами. Возникают следующие трудности:

1. Весьма низкая прослеживаемость опорных горизонтов, которые связаны в основном с нижнекембрийскими отложениями: не более 70 % на территории 1-й категории (в Вилуйской гемисинеклизе, Непско-Ботубобинской и Байкитской

антеклизах и Присяяно-Енисейской синеклизе) (рис. 1). Вся остальная территория Сибирской платформы относится ко 2-й и 3-й категориям, где информативность всего 30 % и менее, а в некоторых районах лишь 5–10 % [4].

2. Трудность интерпретации данных ОГТ из-за крайне сложного строения верхней части разреза (ВЧР), которую практически невозможно изучить и учесть с необходимой точностью. Насыщенная сложно построенными высокоскоростными телами траппов, она представляет собой экран, расщепляющий и рассеивающий волны, приходящие от опорных горизонтов, и существенно искажающий их кинематику и динамику.

3. Чрезвычайно изменчивый характер скоростей распространения волн по вертикали и горизонтали, достигающих 1000 м/с на сравнительно небольших расстояниях. Метод ОГТ не обладает способностью определять скоростную характеристику среды и не улавливает этих изменений, что

ФГУП «СНИИГГИМС» (Новосибирск)

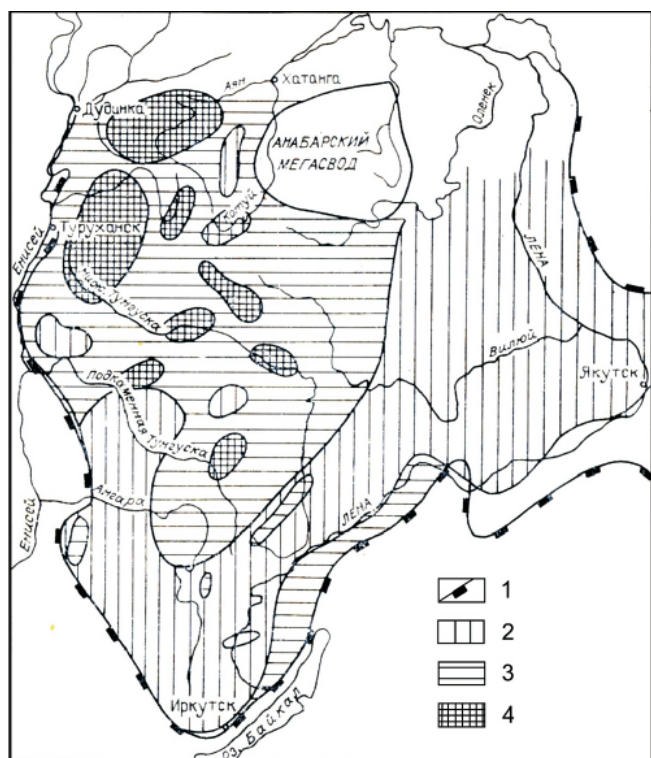
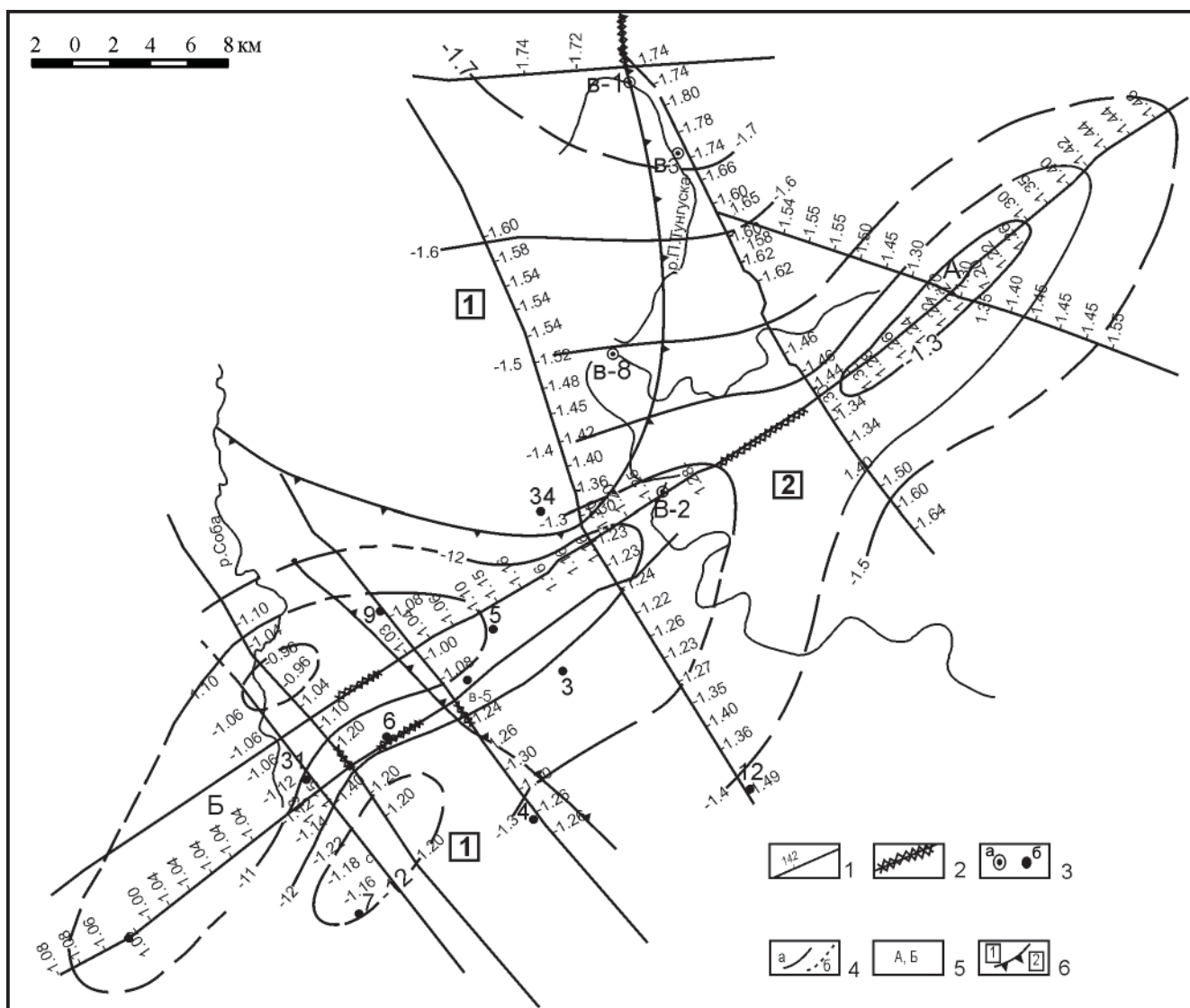


Рис. 1. Схема районирования территории Сибирской платформы по информативности сейсморазведки МОВ и МОГТ

1 – граница Сибирской платформы; зоны категорий трудности (в скобках – информативность): 2 – первой (70–80 %), 3 – второй (30–60%), 4 – третьей (10–30 %)

Рис. 2. Структурная схема по преломляющему горизонту II (Ванаварская площадь). Сост. В. Ф. Никишина

1 – профили КМПВ с отметками глубин в км; 2 – участки сложно построенных сред; 3 – скважины глубокого (а) и колонкового (б) бурения; 4 – поведение изолиний: а – уверенное, б – предполагаемое; 5 – локальные поднятия (А, Б); 6 – граница, разделяющая области различных значений граничных скоростей: 1 – $6,0 \pm 0,2$ км/с, 2 – $6,5 \pm 0,2$ км/с





естественно даже при достаточной прослеживаемости горизонтов. Это приводит к существенным искажениям их геометрии. Исправление геометрии горизонтов в этих условиях возможно только с опорой на данные сейсмического каротажа в ряде глубоких скважин.

Конечно, не стоит вопрос, быть или не быть этому методу на Сибирской платформе. Он и впредь будет занимать лидирующее положение среди сейсмических методов, обладая высокой разрешающей способностью, возможностью повышения точности структурных построений и определения физических параметров среды, а также высокой степенью технологичности полевых наблюдений и компьютеризацией обработки и интерпретации данных. Однако чтобы реализовать эти возможности на Сибирской платформе, необходимо реанимировать углубленные опытно-методические исследования, которые с началом перестройки были практически прекращены. В связи с этим необходимо вновь мобилизовать ведущие научно-исследовательские институты, в том числе и академические, для составления программ опытно-методических работ, их реализации и выработки на основе полученных данных практических рекомендаций по повышению эффективности сейсморазведки методом отраженных волн на Сибирской платформе.

Но при этом не надо забывать: в сейсморазведке применяется еще метод преломленных волн (МПВ), который в последнее время используется в основном при региональном изучении земной коры и верхней мантии. Между тем он имеет ряд преимуществ по сравнению с МОВ: возможность регистрации волн при отсутствии высокого фона мешающих колебаний, надежного определения скоростей распространения волн, в том числе распространения вдоль границ раздела [8], изучения гетерогенных сред, надежного определения динамических и кинематических характеристик при единичных наблюдениях [3, 10]. Представляется необходимым использовать достоинства МПВ для повышения эффективности сейсморазведки при нефтегазопоисковых работах на Сибирской платформе, несмотря на то что

МПВ технологически более сложен и трудоемок. Имеется положительный опыт использования МПВ при решении структурных задач в осадочном чехле в условиях 3-й категории сложности на Сибирской платформе.

Приведем результаты исследований МПВ с целью обнаружения и оконтуривания локальных структур на Сибирской платформе, полученные в СНИИГГиМС еще до перестройки.

Опыт применения КМПВ с целью поиска локальных структур на Сибирской платформе (Ванаварская площадь)

На Ванаварской площади отработано более 600 пог. км профилей на площади 5400 км². Лучше всего прослежена преломляющая волна II, стратиграфически привязанная к верхам нижнебельской подсвиты. В результате интерпретации полученных материалов построена структурная карта по горизонту II (верхи нижнебельской подсвиты), по которому выделен Ванаварский вал амплитудой 500 м, вытянутый в северо-восточном направлении. В его пределах выявлены два локальных поднятия (А – Тэтэринское, Б – Собинское) амплитудой более 100 м и площадью 40 и 200 км² соответственно (рис. 2).

Результаты интерпретации сопоставлены с данными глубокого бурения восьми скважин, четыре из которых были пробурены во время сейсмических построений, другие – после получения результатов интерпретации. Сравнение показывает, что структурный план отображен в среднем с погрешностью 9,5 %. Это весьма хороший результат в условиях 3-й категории сложности, обеспечивающий обнаружение и оконтуривание структур амплитудой более 100 м (табл. 1).

Сопоставление данных МПВ и МОВ показывает, что информативность МПВ более чем в 2 раза выше сравнительно с ОГТ, и составляет более 75 %, в то время как МОВ – 34 % (табл. 2). В лаборатории сейсморазведки СНИИГГиМС разработана методика площадной (трехмерной) сейсморазведки преломленными волнами (ПСПВ). Она

Таблица 1

Сопоставление данных глубокого бурения и КМПВ (Ванаварская площадь)

Профиль	Номер скважины	Глубины (м) по данным		Погрешность		Примечание
		бурения до кровли ϵ_{bls_1}	КМПВ до границы II	абсолютная, м	относительная, %	
01–050679	B–1	–1735	–1800	–65	3,6	Скважины, пробуренные до и во время работ КМПВ
01–050679	B–3	–1625	–1760	–135	7,5	
070579	B–2	–1160	–1240	–80	6,4	
111980	B–5	–990	–1140	–150	13,1	
030679	B–14	–1075	–1230	–155	14,4	
04–070679	B–11	–1069	–1080	–11	1,0	Скважины, пробуренные после сейсмических работ
111980	B–10	–1072	–1260	–190	15,1	
071980	B–6	–977	–1120	–143	12,7	
Среднее				–116	9,5	



Таблица 2

Информативность по данным МОВ и КМПВ

Профиль	Протяженность, км	Информативность			
		МОВ, км	%	КМПВ, км	%
451979	55	22	40	38	69
051980	27	14	52	22	81
071980	30	9	30	24	80
111980	30	8	27	22	73
362577	13	3	23	8,0	62

включает площадные системы наблюдения преломленных волн (головных и квазиголовных) автономными сейсмическими станциями, внешние источники возбуждения, пакет программ автоматической интерпретации наблюдений. Методика защищена авторским свидетельством [11].

Опыт применения площадной сейсморазведки преломленными волнами

Трехмерная сейсморазведка преломленными волнами снижает стоимость разведки в 5–8 раз в сравнении с профильными наблюдениями, повышает экологическую чистоту разведки, углубляет и ускоряет процесс интерпретации волн, повышает геологическую эффективность исследований за счет представления качественно новой трехмерной информации.

Применение ПСПВ с целью выявления локальных структур по горизонтам в осадочном чехле осуществлено на Ирбуклинской площади на территории 3-й категории сложности (в северной части Сурингдаконского свода). На площади около 3000 км² проведены сейсмические зондирования преломленными волнами по площадной системе наблюдений, состоящей из 22 самостоятельных подсистем. На каждой из них на площади 120–140 км² располагалось по 16 станций «Тайга-2», регистрирующих колебания из четырех пунктов возбуждения, которые размещались с четырех сторон на удалении 20 км от ближайших станций [9]. Получен сейсмический материал хорошего качества. На всех сейсмограммах достаточно четко в первых вступлениях зарегистрирована волна, связанная с костинской свитой.

В результате интерпретации полученных материалов построена структурная карта по преломляющему горизонту, приуроченному к верхам костинской свиты нижнего кембрия (рис. 3). В региональном плане выявлено погружение кровли костинской свиты в северном и северо-восточном направлениях. В южной части площади выделена приподнятая зона – северная периклинали Сурингдаконского свода, на региональном фоне – оконтурена Ирбуклинская антиклинальная структура размерами 25×20 км, площадью около 500 км² и амплитудой около 300 м. В западной части площади намечена периклинали Верхненимдинского поднятия амплитудой около 300 м. Ирбуклинское локальное поднятие представляет интерес в отношении нефтегазопроисхождения работ.

Площадные исследования поверхностей фундамента и рифейских отложений в пределах Камовского свода

Учитывая, что локальные структуры осадочного чехла в подавляющем большинстве случаев наследуют рельеф поверхности фундамента, структуры которого более выразительные (высокоамплитудные), то их выявление может также способствовать нефтегазопроисхождения работ. С этой целью в пределах Камовского свода (Юрубчено-Тохомская зона) были проведены площадные зондирования преломленными волнами для изучения рельефа фундамента, поверхности рифейских отложений и распределения по ним граничных скоростей с повышенной детальностью. Среднее расстояние между регистрирующими станциями «Тайга-2», а значит, и между точками определения глубины до преломляющих границ, составляло 2–4 км.

В результате построена структурная карта рельефа поверхности фундамента в м-бе 1:200 000 (рис. 4), на которой на региональном фоне выделен ряд локальных поднятий амплитудой 200–500 м и более: Юрубченское, Курумбинское, Нижнетохомское, Вэдрэшевское, Дулиминское, Мадринское, Токурское.

Построена схема рельефа поверхности рифейских отложений¹; на ней выделена региональная зона их выклинивания. В ее пределах возможны ловушки литологического типа, с которыми могут быть связаны скопления углеводородов. По поверхности рифейских отложений выделен ряд локальных поднятий, в плане расположенных в зоне повышенных и высоких значений граничной скорости. При анализе характера распределения граничных скоростей и их связи с данными бурения установлено, что все скважины, вскрывшие нефтяную залежь, попадают в зону повышенных значений граничной скорости. В связи с этим выявленные поднятия заслуживают внимания с позиции поиска нефти и газа.

Указанные результаты позволили построить схему распределения мощностей рифейских отложений (рис. 5). Сопоставление этой схемы с данными бурения показало, что проявление нефтегазоносности в основном связано с зоной малых мощностей рифейских отложений. В связи с этим центральный и юго-восточные районы заслуживают наибольшего внимания с позиции нефтегазоносности.

Таким образом, приведенные материалы однозначно свидетельствуют об эффективности и целесообразности использования МПВ в различных его модификациях при решении структурных задач на Сибирской платформе. На наш взгляд, это неизбежно приведет к повышению эф-

¹Чтобы избежать перенасыщения статьи графическими приложениями, эта схема, так же как схема распределения граничных скоростей, не приводится.

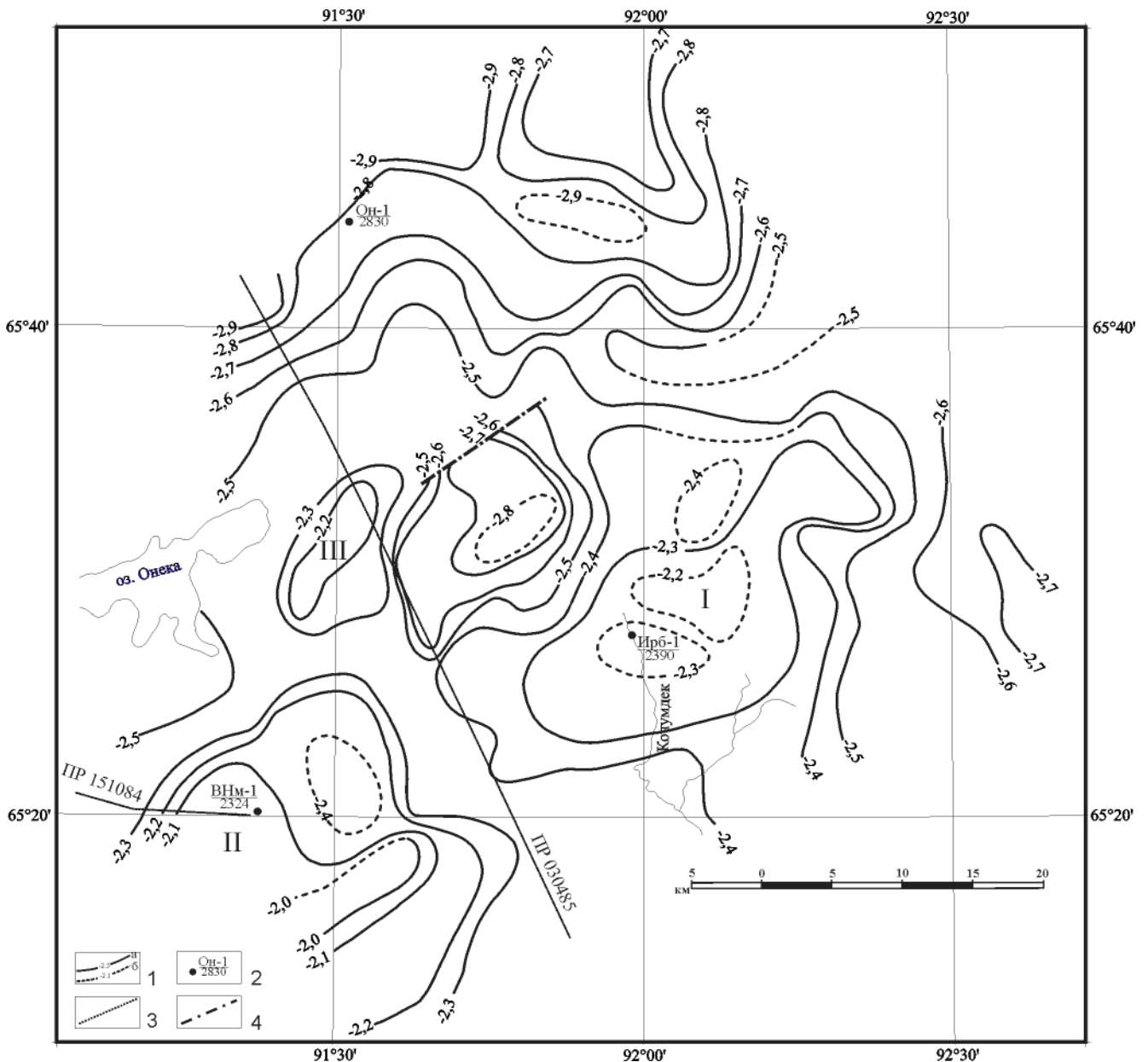


Рис. 3. Структурная схема по преломляющему горизонту II ($\epsilon_1 kst$). Иркутская и Онежская площадь (северная часть Сурингдаконского свода). Составили: В. Л. Кузнецов, В. В. Титаренко, А. С. Сальников и др.

1 – изолинии по поверхности преломляющего горизонта II: а – основные, б – предполагаемые; 2 – глубокие скважины и отметки глубин до кровли $\epsilon_1 kst$; 3 – профили КМПВ и глубины до преломляющего горизонта II; 4 – предполагаемый разлом. Локальные поднятия по горизонту II: I – Иркутское; II – Верхненимдинское; III – Неконгдаконское

фективности геофизических методов в нефтегазопроисловых исследованиях.

Возможности использования данных ГСЗ с целью поиска и обнаружения зон нефтегазонакопления

На Сибирской платформе для изучения глубоких зон земной коры выполнено около 40000 пог. км региональных сейсмических профилей методами ГСЗ и ДСЗ. В результате традиционной и сейсмотомографической обработки и интерпретации [10] сейсмических материалов, в основном преломленных волн, по всем профилям построены геолого-геофизические разрезы, показывающие строение земной коры на полную мощ-

ность, включая поверхность Мохоровичича. На основе характера распределения в среде сейсмических скоростей, полученных в результате сейсмотомографической обработки данных ГСЗ, в консолидированной земной коре выделены базитовый, гранулитовый и гранитогнейсовый слои, освещающие структурные особенности строения земной коры [10].

Примечательной особенностью глубинного строения земной коры Сибирской платформы являются высокоскоростные блоки воздымания коро-мантийного субстрата к поверхности консолидированной коры и наличие в разрезе дискретных зон пониженных скоростей (волноводов). В связи с этим проведен анализ, направленный на вы-

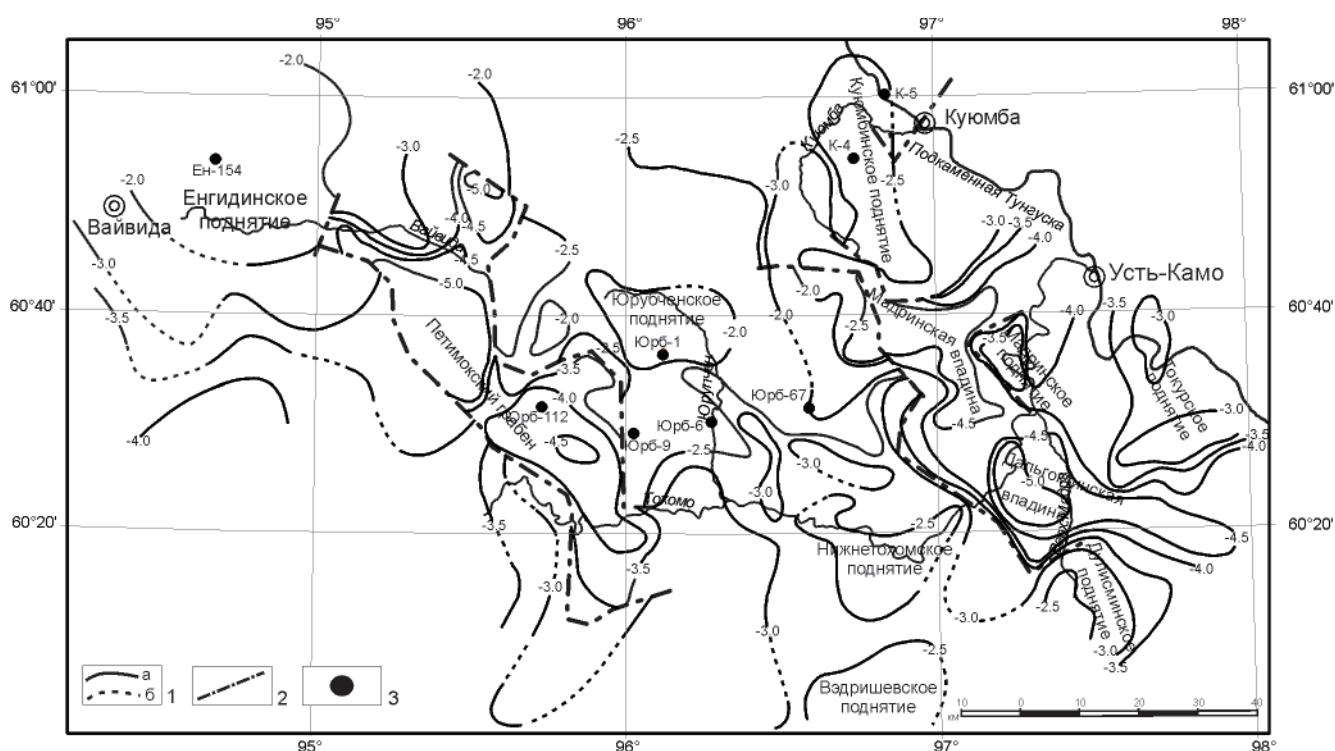


Рис. 4. Структурная схема рельефа поверхности фундамента. Юрубчено-Тохомская зона
 1 – изолинии поверхности фундамента (км): а – уверенные, б – предполагаемые; 2 – глубинные разломы; 3 – скважины глубокого бурения, вскрывшие фундамент

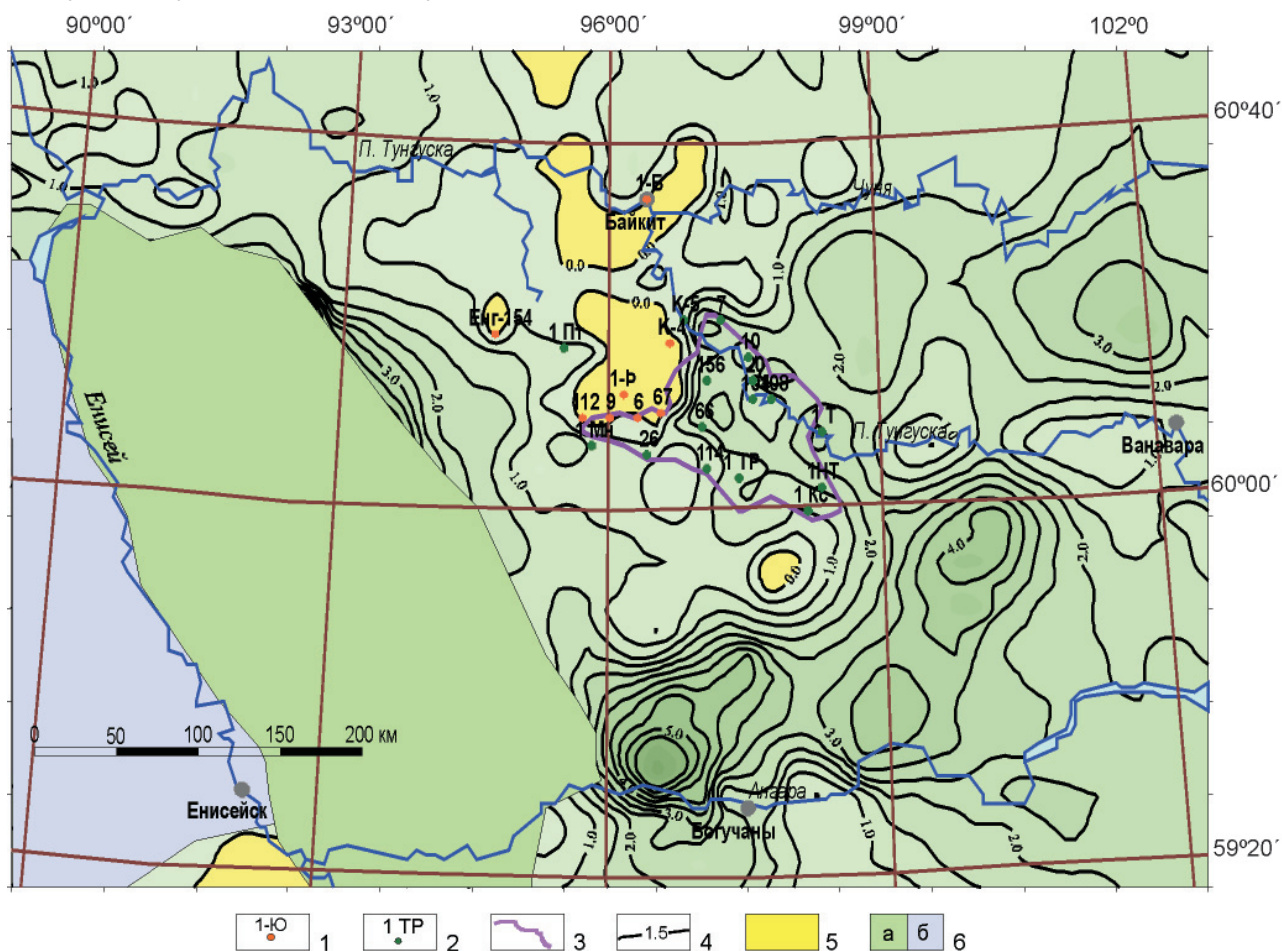


Рис. 5. Схема мощностей рифейских отложений Нижнеангарской зоны
 1 – скважины, не вскрывшие рифейские отложения; 2 – скважины, вскрывшие рифейские отложения; 3 – контур Юрубчено-Тохомской зоны; 4 – изопакиты рифейских отложений (км); 5 – зоны отсутствия рифейских отложений; 6 – сложноподисциплированные комплексы рифея: а – Енисейского края, б – Западно-Сибирской плиты



Таблица 3

Пересечения нефтегазовых месторождений профилями ГСЗ на территории Западной и Восточной Сибири

Месторождения		Профили ГСЗ, пересекающие нефтегазовые месторождения	Расстояние по профилю (км), в пределах которых расположено месторождение
Зона месторождений Западной Сибири	нефтяных	Битум Кварц Кратон Кимберлит Батолит	870–1500 480–1580 0–200; 400–500 0–500 0–100
	газовых	Горизонт Кратон Битум Рифт-1	200–900 450–1000 1500–2100 2100–2500
Атовское		Рифт-1	355–380
Братское		Рифт-1	625–655
Ковыктинское		Базальт	1805–1895
Юрубченское		Рифт-1 Рифт-5	1111–1195 1012–1068
Куюмбинское		Каменка – Камо – Тычаны Тайга – Полигус – Батолит Рифт-1	185–230 208–292; 1080–1210 1240–1260
Верхнетохомское		Бол. Пит – Куюмба – Сурингда Бол. Пит – Куюмба – Сурингда Батолит	160–190 70–80 1060–1070
Собинское		Оскоба – Тэтэрэ	50–145
Вакунайское		Батолит	1840–1875
Чаяндинское		Батолит	1940–1980
Сузунское		Рифт-1 Битум	2305–2325 2070–2100
Мессояхское+Соленинские		Рифт-1	2385–2435
Пеляткинское		Рифт-1	2445–2455
Нижнехетское		Битум	2210
Дженеодское		Битум	2460
Вилюйские		Кратон	2840–3010

яснение возможных связей между выявленными особенностями глубинного строения земной коры и распределением известных нефтегазовых месторождений.

В табл. 3 приведены названия месторождений, профилей ГСЗ, их пересечения и интервалы профилей в километрах, в пределах которых наблюдается совпадение местоположения месторождений с высокоскоростными блоками. Всего рассмотрено 17 месторождений и 22 пересекающих их геолого-геофизических разреза. В результате установлено 100 %-ное совпадение местоположения месторождений с высокоскоростными блоками в земной коре. Пример соотношения ряда месторождений и высокоскоростных блоков земной коры приведен на рис. 6. При рассмотрении их соотношения также выявилась следующая особенность: высокоскоростным блокам воздымания коро-мантийного субстрата в плане соответствует чаще всего инверсионное поведение поверхности фундамента.

Следует отметить, что аналогичная связь между высокоскоростными, а следовательно, высокоплотными геоблоками и зонами нефтегазонакопления определена в Западном Узбекистане: в Бухаро-Хивинской нефтегазоносной области

выявлено более 20 месторождений, которые тесно связаны с высокоскоростными блоками в земной коре [1].

Такая связь послужила критерием для прогнозирования зон нефтегазонакопления в зонах дислокации высокоскоростных блоков [7]. С этих позиций, например, заслуживают внимания Тасеевский, Приангарский, Чуньский и Верхнетаймуринский блоки высокоскоростных пород, выявленные сейсмотомографией по профилю ГСЗ «Рифт-5», и ряд блоков – по профилю «Батолит» (рис. 7).

Заметим, что приуроченность нефтегазовых месторождений к высокоскоростным блокам в земной коре настойчиво указывает на то, что в формировании нефтегазовых месторождений наряду с другими факторами играют важную роль процессы в глубоких зонах земной коры и верхней мантии.

На базе полученных данных построена карта распределения высокоскоростных блоков земной коры на территорию Восточной Сибири, которые выявлены на основе геолого-геофизических разрезов, составленных по фрагментам геотраверсов (рис. 8). На ней нанесено местоположение высокоскоростных блоков земной коры, которые

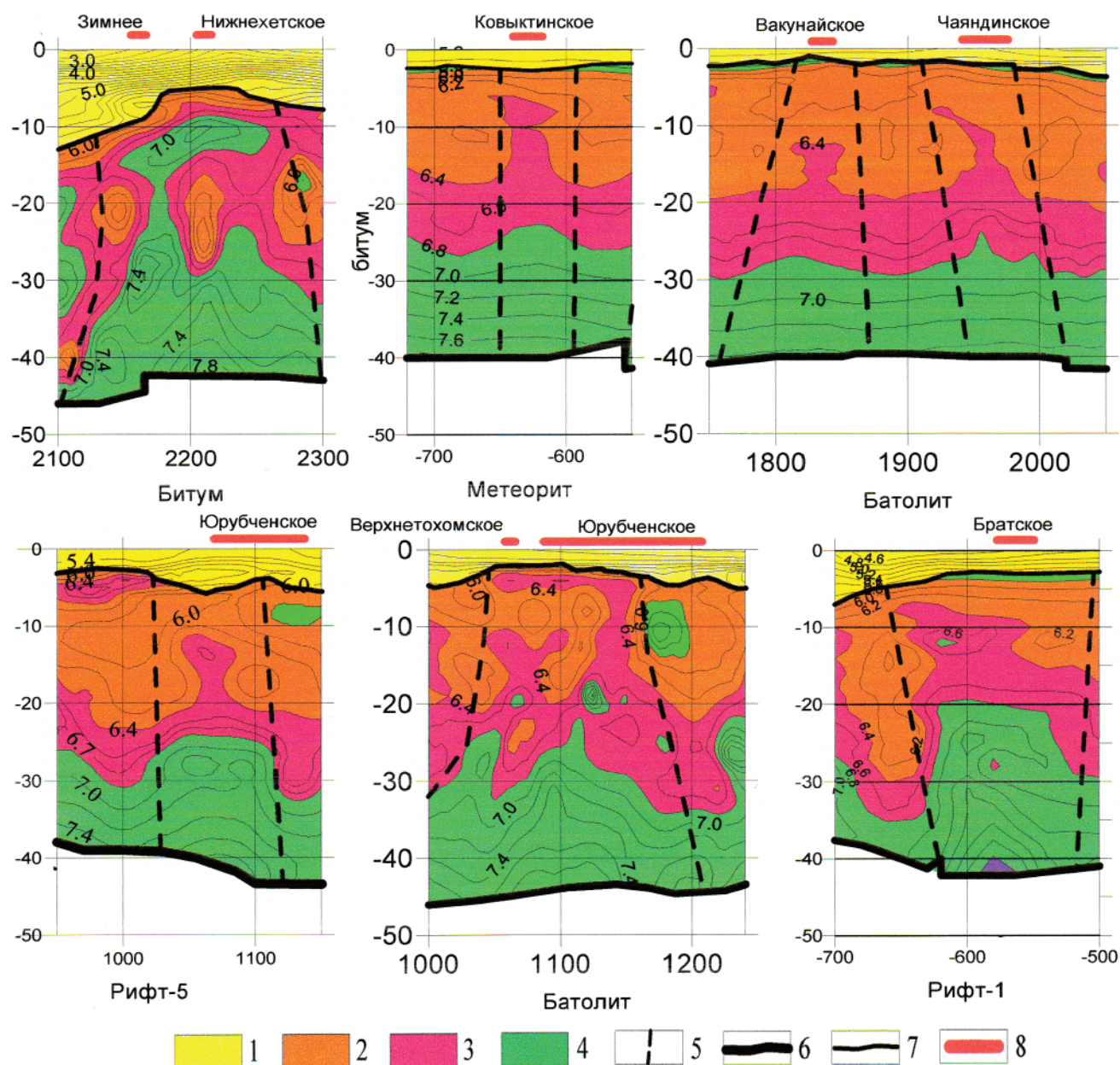


Рис. 6. Фрагменты геолого-геофизических разрезов, характеризующих соотношения месторождений углеводородов с высокоскоростными блоками в земной коре

1 – вулканогенно-осадочный комплекс; 2 – гранитогнейсовый слой; 3 – гранулитовый слой; 4 – базитовый слой; 5 – разрывные нарушения; 6 – поверхность Мохоровичича; 7 – поверхность фундамента; 8 – месторождения УВ

могут иметь практическое значение при поисках новых месторождений нефти и газа.

Геолого-геофизические разрезы, полученные по геотраверсам (профили ГСЗ), были использованы для построения схемы рельефа поверхности гранулитового слоя Сибирской платформы. На рис. 9 приведена схема с расположением на ней известных месторождений. Она составлена по весьма редкой сети региональных сейсмических профилей, определяющей значительные расстояния интерполяции, и потому носит весьма генерализованный характер. Тем не менее видно, что известные месторождения нефти и газа в плане хорошо увязываются с зонами сравнительно высокого стояния поверхности гранулитового слоя, поэтому представленную схему можно

использовать при выборе стратегии проведения поисковых работ на нефть и газ. Предполагается, что первоосновой образования месторождений нефти и газа в верхних слоях земной коры являются глубинная флюидизация и газопоступления [2] по каналам, образовавшимся в результате интрузий в земную кору мантийного и корообразующего субстрата.

Определенную роль при этом играет среда, вмещающая месторождения.

Для месторождений нефти и газа нужны резервуары и их покрышки. Осадочные образования – наиболее благоприятная среда для формирования резервуаров и покрышек, именно потому месторождения нефти и газа связаны в основном с осадочными платформенными отложениями,

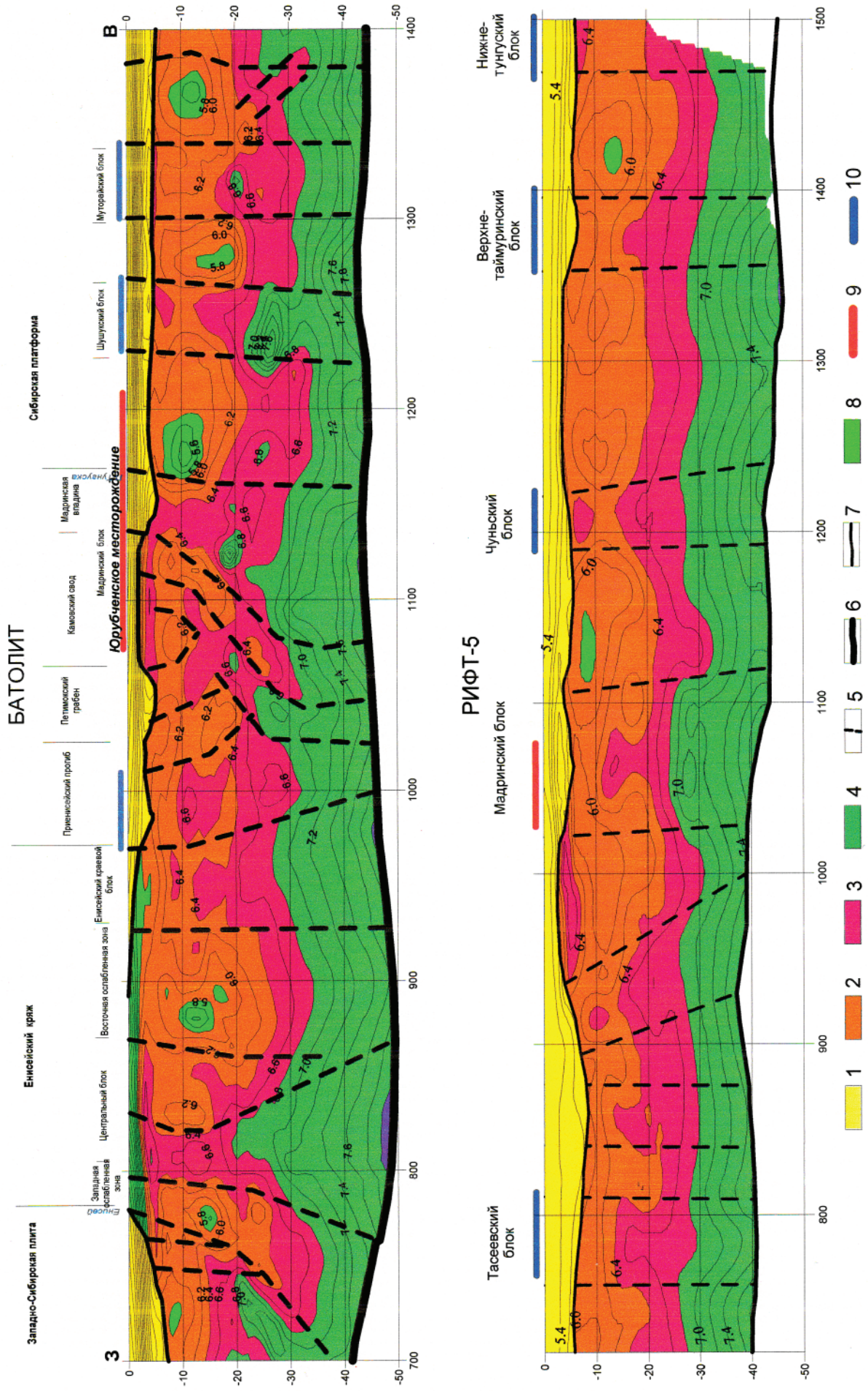


Рис. 7. Геолого-геофизические разрезы фрагментов геотраверсов «Батолит» и «Рифт-5»
 1 – вулканогенно-осадочный комплекс; 2 – гранитоидный слой; 3 – гранулитовый слой; 4 – базитовый слой; 5 – разрывные нарушения; 6 – поверхность Моховичича; 7 – поверхность фундамента; 8 – волноводы и/или зоны дезинтеграции; 9 – месторождения углеводородов; 10 – прогноз зон нефтегазонакопления углеводородов

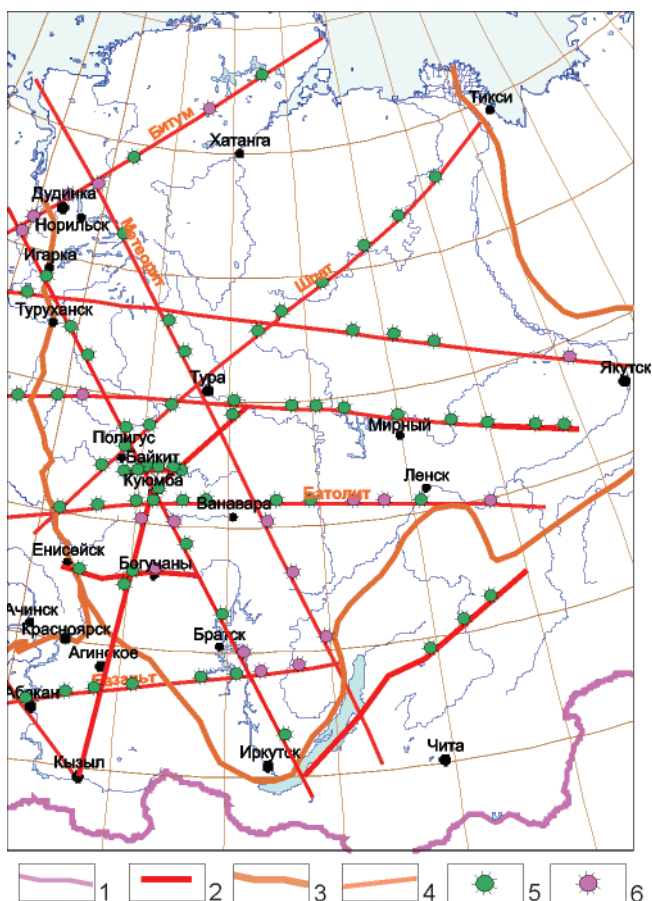


Рис. 8. Схема расположения палеомагматических очагов активизации земной коры (высокоскоростные блоки) и их связь с месторождениями полезных ископаемых

1 – граница Российской Федерации, 2 – профили наблюдений, 3 – граница Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы, 4 – геотравесы; высокоскоростные блоки в земной коре: 5 – выявленные, 6 – связанные в плане с нефтегазовыми месторождениями

значительно реже – с кристаллическими породами, отличающимися особым характером строения и структурного состояния.

Конечно, месторождения нефти и газа и зоны нефтегазонакопления следуют связывать с высокоскоростными блоками земной коры, наблюдающимися в платформенных областях, характеризующихся значительным по мощности осадочным чехлом, в котором имеются ловушки углеводородов, главным образом в виде антиклинальных структур и покрышек, надежно их перекрывающих.

Выводы

В результате анализа и обобщения многолетней практики нефтегазопроисковых работ на Сибирской платформе различными методическими приемами сейсморазведки, можно сделать следующие выводы.

1. При сейсморазведке методом ОГТ, как общепризнанный метод нефтепоисковых работ, в связи с чрезвычайной сложностью геологического строения Сибирской платформы возникают

трудности в решении главной задачи нефтепоисковых работ: поиск, оконтуривание и определение с достаточной точностью геометрических параметров локальных нефтегазоносных структур, необходимых для высокоэффективного планирования глубокого бурения.

2. На уровне опытно-методических исследований показана высокая эффективность поиска локальных структур по горизонтам осадочного чехла методом преломленных (квазиголовных) волн в модификациях КМПВ, ДСЗ и ПСПВ. Это дает основание рекомендовать включение в необходимом объеме данного метода в различных модификациях в процесс нефтегазопроисковых работ на Сибирской платформе, а в планы геофизических отраслевых и академических институтов – исследования, направленные на автоматизацию обработки и интерпретации данных преломленных волн.

3. В большинстве случаев структуры чехла наследуют структурные элементы поверхности фундамента и по этой поверхности выражены более контрастно, что облегчает их выявление и изучение. При нефтегазопроисковых работах целесообразно исследовать не только осадочный чехол, но и верхнюю часть фундамента, включая рифейский нефтематеринский комплекс, который, как было показано, успешно поддается исследованиям методом преломленных волн.

4. Установлена тесная связь нефтегазовых месторождений с высокоскоростными блоками внутренней структуры земной коры. Это дает основание полагать, что в формировании нефтегазовых месторождений важную роль играли глубинные факторы.

5. Связь нефтегазовых месторождений с высокоскоростными блоками земной коры, выявленными в результате сейсмотомографической обработки ГСЗ, послужила критерием прогноза зон нефтегазонакопления на региональных профилях «Батолит» и «Рифт-5» в пределах семи блоков (Енисейский, Шушукский, Муторайский, Тасеевский, Чунский, Верхнетаймуринский, Нижнетунгусский). Они находятся в зоне активного проведения нефтегазопроисковых работ, и в их пределах рекомендуется осуществлять эти работы в первую очередь.

Кроме того, составлены схемы расположения высокоскоростных блоков земной коры и рельефа поверхности гранулитового слоя на территории Сибирской платформы, которые могут иметь практическое значение при выборе стратегии проведения поисковых работ на нефть и газ.

6. Связь месторождений с высокоскоростными блоками земной коры и глубинными разломами предопределяет необходимость изменения тактики и методики их выявления и изучения по следующей схеме:

- приступить к региональному этапу изучения земной коры на всю мощность, включая поверх-

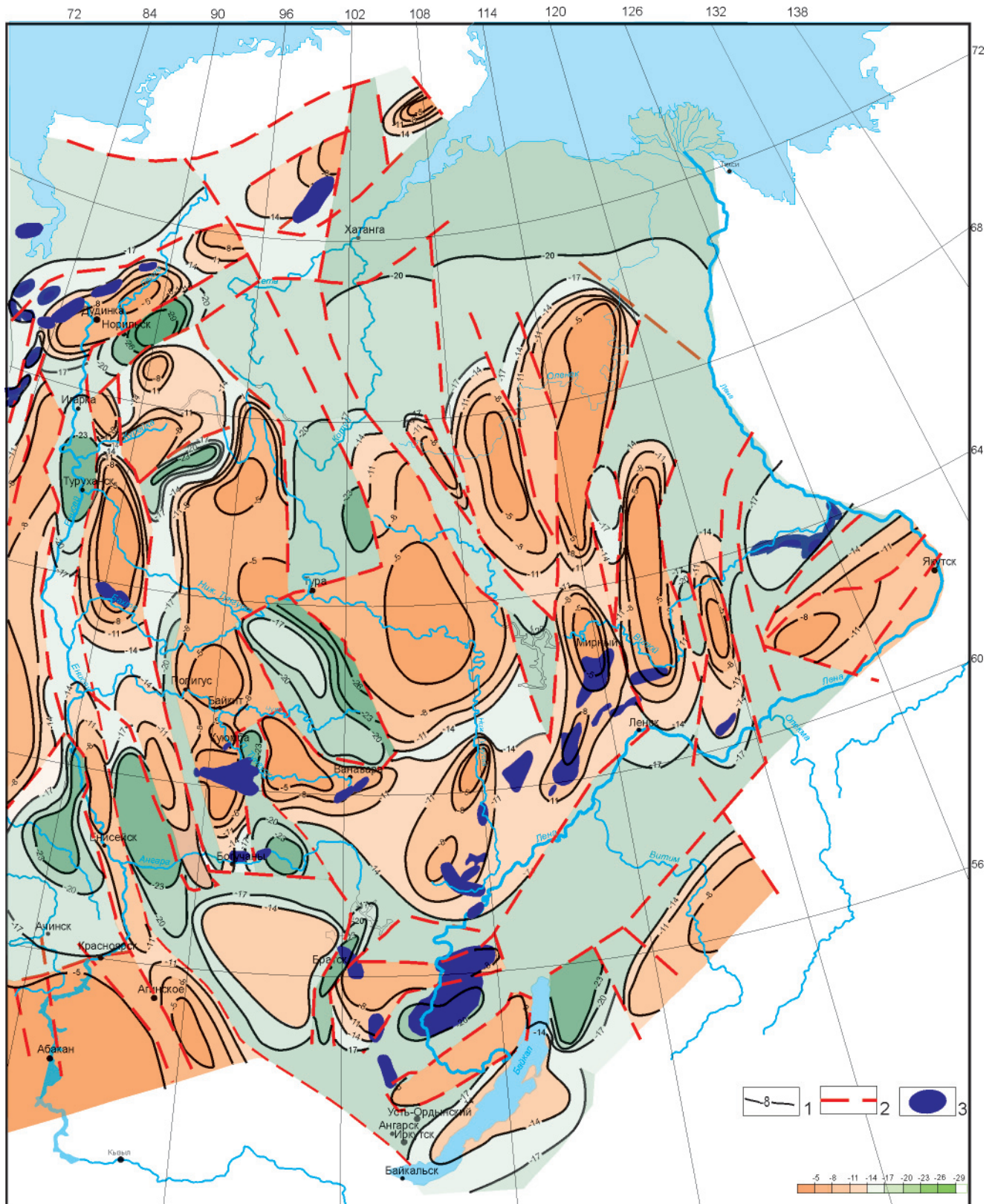


Рис. 9. Схема рельефа поверхности гранулитового слоя Сибирской платформы (по сейсмотомографическим данным)

1 – изолинии глубин до условной поверхности гранулитового слоя со скоростью 6,4 км/с; 2 – разрывные нарушения; 3 – месторождения нефти и газа

ность Мохоровичича, с плотностью сети профилей ГСЗ и параметров наблюдения, обеспечивающих обнаружение (выявление) высокоскоростных объектов в глубоких зонах земной коры заданных размеров (выполненные к настоящему времени

системы профилей ГСЗ в России соответствуют лишь рекогносцировочному этапу исследования земной коры);

- разработать этап детального изучения высокоскоростных блоков земной коры и приступить



к его реализации на территориях уже выявленных высокоскоростных блоков.

7. Реализация выявления и изучения высокоскоростных блоков земной коры сейсмическим методом определяет необходимость поиска новых методических и технологических решений, а именно:

- совершенствование и широкое внедрение вибросейсмического метода возбуждения упругих колебаний на базе уже имеющихся достижений в этой области [6];

- совершенствование и внедрение при изучении земной коры, включая поверхность Мохоровичича, площадной (трехмерной) сейсморазведки преломленными волнами, основы которой разработаны и успешно апробированы на практике [9];

- совершенствование способа сейсмографической обработки и интерпретации как двухмерных так и трехмерных наблюдений первых (преломленных) волн на базе уже имеющейся и успешно апробированной разработки [5];

- разработку высокотехнологичного способа автоматической обработки и интерпретации преломленных волн.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Высокоскоростные** и высокоплотные объекты верхней части земной коры в Западном Узбекистане и их связь с нефтегазообразованием [Текст] / Т. Л. Бабаджанов, Г. Б. Ким, О. П. Мордвинцев [и др.] // Изв. вузов. Геология и разведка. – 2004. – № 5. – С. 38–40.

2. **Иванкин, П. Ф.** Глубинная флюидизация земной коры и ее роль в петрорудогенезе, соле- и нефтеобразовании [Текст] / П. Ф. Иванкин, Н. И. Назарова. – М. : ЦНИГРИ, 2001. – 151 с.

3. **Крылов, С. В.** Детальные исследования литосферы на Р и S-волнах [Текст] / С. В. Крылов, З. Р. Мишенькина, Б. П. Мишенькин. – Новосибирск : Наука, 1993. – 99 с.

4. **Кузнецов, В. Л.** Региональные сейсмические исследования осадочного чехла Сибирской платформы [Текст] / В. Л. Кузнецов, Т. Д. Степаненко // Геология и геофизика. – 1987. – № 8. – С. 71–78.

5. **Мишенькина, З. Р.** Использование линеаризованной постановки обратной кинематической задачи для двухмерных полей времен $t(x,l)$ рефрагированных волн [Текст] / З. Р. Мишенькина, И. Ф. Шелудько, С. В. Крылов // Численные методы в сейсмических исследованиях. – Новосибирск : Наука, 1993. – С. 140–152.

6. **Новая** технология глубинных сейсмических исследований с использованием мощных передвижных виброисточников [Текст] / В. С. Сурков, А. В. Липилин, А. С. Сальников [и др.] // Докл. Междунар. геофиз. конф. и выставки «Геофизика XXI века – прорыв в будущее». – М., 2003.

7. **Прогноз** нефтегазоносности Сибирской платформы на основе данных глубинных сейсмических зондирований [Текст] / В. Л. Кузнецов, А. С. Сальников, В. М. Марков, В. В. Титаренко // Геофизика. – 2007. – № 3. – С. 71–78.

8. **Пузырев, Н. Н.** Методы сейсмических исследований [Текст] / Н. Н. Пузырев. – Новосибирск : Наука, 1992. – 236 с.

9. **Сальников, А. С.** Площадные сейсмические исследования преломленными волнами осадочного чехла и фундамента Тунгусской синеклизы : Автореф. дисс. ... к. г.-м. н. – Новосибирск, 1988.

10. **Сейсмическая** томография при изучении верхней части земной коры [Текст] / В. Л. Кузнецов, А. С. Сальников, В. М. Марков, В. В. Титаренко // Структура и строение земной коры Магаданского сектора России по геолого-геофизическим данным. – Новосибирск : Наука, 2007. – С. 27–34.

11. **Способ** сейсмической разведки преломленными волнами : Авторское свидетельство № 1449958 [Текст] / В. Л. Кузнецов, В. М. Марков, А. С. Сальников, В. В. Титаренко. – М., 1988.

© В. Л. Кузнецов, А. С. Сальников, В. В. Титаренко, 2012