

**СТРУКТУРА ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ФУНДАМЕНТА
ПОД ЮЖНОЙ КОТЛОВИНОЙ ОЗЕРА БАЙКАЛ ПО ДАННЫМ КМПВ**

В.Д. Суворов, З.Р. Мишенькина

Институт геофизики СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Коптюга, 3, Россия

По профилю длины около 100 км уточнено строение осадков и фундамента под Южной котловиной оз. Байкал до глубины 14 км. Применена технология сейсмического лучевого моделирования, в результате величину невязок наблюдаемых и рассчитанных в двумерной среде времен пробега волн удалось уменьшить до 0,05—0,1 с. Надежность построения разреза дополнительно подтверждается качественным соответствием синтетических и наблюдаемых сейсмограмм. В покрывающей толще выделены четыре слоя пород с индивидуальными характеристиками, разделенные сейсмическими границами с резкими перепадами скорости. Подобие изменения скорости с глубиной по данному профилю в сравнении с результатами скважинных и наземных сейсмических наблюдений в Селенгинской депрессии, в осадках Западно-Сибирской плиты и Вилуйской синеклизы позволяет предполагать присутствие в разрезе осадочных отложений с общей мощностью 10—12 км не только кайнозойских и мезозойских, но и палеозойских отложений. Это свидетельствует о, вероятно, более древнем возрасте Южной котловины оз. Байкал, чем мезокайнозойский.

Сейсмическая структура, скорость, осадочные отложения, оз. Байкал.

**STRUCTURE OF SEDIMENTARY COVER AND BASEMENT BENEATH
THE SOUTHERN BASIN OF LAKE BAIKAL FROM SEISMIC PROFILING**

V.D. Suvorov and Z.R. Mishen'kina

The structure of the sediment and the basement beneath the Southern basin of Lake Baikal down to a depth of 14 km was investigated along a profile about 100 km long. The modeled ray tracing of refracted and reflected waves was used. The difference between the observed and calculated wave traveltimes does not exceed 0.05–0.1 s. The reliability of the sediment structure is additionally confirmed by a qualitative similarity of the synthesized and observed record sections. Four layers with individual characteristics are distinguished, which are divided by seismic boundaries with distinct differences in velocity. The velocity changes with depth to follow the seismic behavior in the Selenga depression and in deposits of the West Siberian Plate, Siberian craton, and Vilyui basin. This suggests that the sedimentary cover up to 10–12 km thick contains not only Cenozoic and Mesozoic but also Paleozoic rocks. Therefore, the Southern basin of Baikal can be older than of Cenozoic-Mesozoic age.

Seismic structure, velocity, sediment, Lake Baikal

ВВЕДЕНИЕ

Проблема изучения строения осадочных отложений в Байкальской рифтовой впадине остается в значительной степени дискуссионной. В принципе, данные о кайнозойском этапе развития рифта, полученные по суходольным рифтовым впадинам (Тункинской, Баргузинской, Верхнеангарской, Муйской) и в дельте р. Селенга, можно считать вполне исчерпывающими [1—3 и др.]. Имеются также многочисленные данные сейсмического профилирования акватории оз. Байкал, которые освещают строение осадочной толщи на глубину до 1—3 км [4—12]. Важно подчеркнуть, что такие оценки глубины являются приближенными, поскольку надежные сведения о скорости распространения волн для этих глубокозалегающих отложений отсутствуют.

Значительно меньше сведений можно найти для более ранних этапов эволюции Байкальского рифта. Имеющиеся геологические и геофизические данные свидетельствуют о том, что в мел-палеогеновое время территория оз. Байкал представляла собой приподнятую зону, в которой формировалась кора выветривания [8]. В неогене началось формирование рифта и, по данным многоканального сейсмического профилирования, мощность кайнозойских отложений в Южной котловине оз. Байкал оценивается примерно в 7 км [9]. Приближенность оценки здесь также связана с отсутствием надежных данных о величине и характере изменения скорости с глубиной.

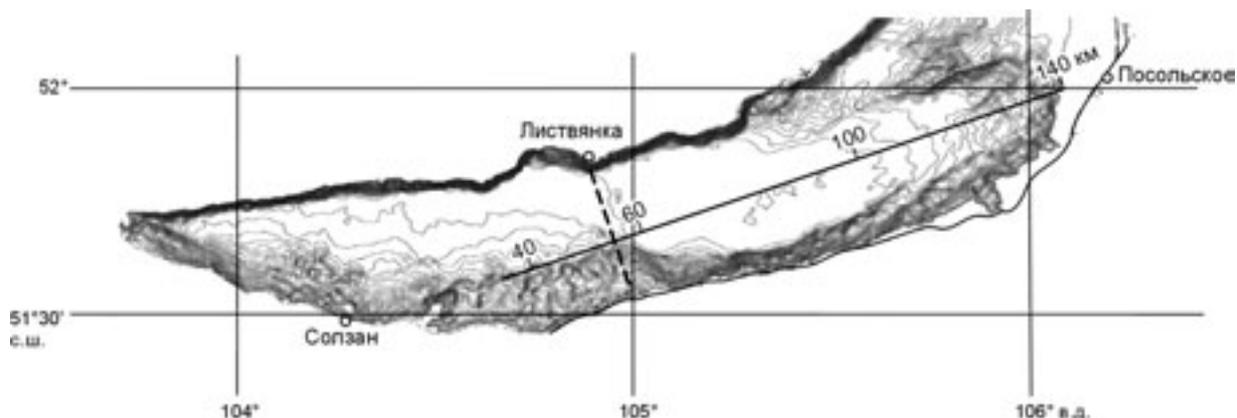


Рис. 1. Схема расположения профиля КМПВ Солзан—Посольское в Южной котловине оз. Байкал (сплошная линия).

Штриховой линией показано положение профиля ОГТ [11].

Неожиданные результаты были получены по данным КМПВ вдоль профиля Солзан—Посольское длиной около 100 км, обработанного донными станциями с передвижным пневмоисточником [5] (рис. 1). Полевые наблюдения выполнялись научными организациями СО РАН (Институтом геофизики, Институтом земной коры и Новосибирской опытно-методической вибросейсмической экспедицией) в период 1989—1992 гг. Были обнаружены две преломляющие сейсмические границы на глубинах 5—6 и 8—14 км с граничной скоростью 4,8—5,1 и 5,9—6,2 км/с соответственно. Это первые сведения о возможном существовании в Байкальской впадине мощных докайнозойских осадочных отложений [5].

Ввиду особого интереса к глубинному строению Байкальского рифта нами переобработаны данные КМПВ с целью уточнения сейсмического разреза. Использована технология лучевого моделирования (ray tracing) и подобраны параметры разреза (глубина преломляющих границ и скорости в слоях пород) минимизирующие различие модельных и наблюдаемых времен пробега волн. С учетом полученных сведений об изменении скорости с глубиной уточнена глубина залегания отражающих горизонтов, выделенных по данным отраженных волн.

ХАРАКТЕРИСТИКА НАБЛЮДЕННЫХ ДАННЫХ

Обращенные годографы (источник возбуждения отнесен к донной станции) всех волн, использованных при построении разреза, представлены на рис. 2. Наиболее уверенные данные получены по годографам первых вступлений. На части годографов кажущаяся скорость плавно возрастает от 1,7—1,9 до 6—6,5 км/с при удалении от источника, на других отчетливо видны изломы, свидетельствующие о

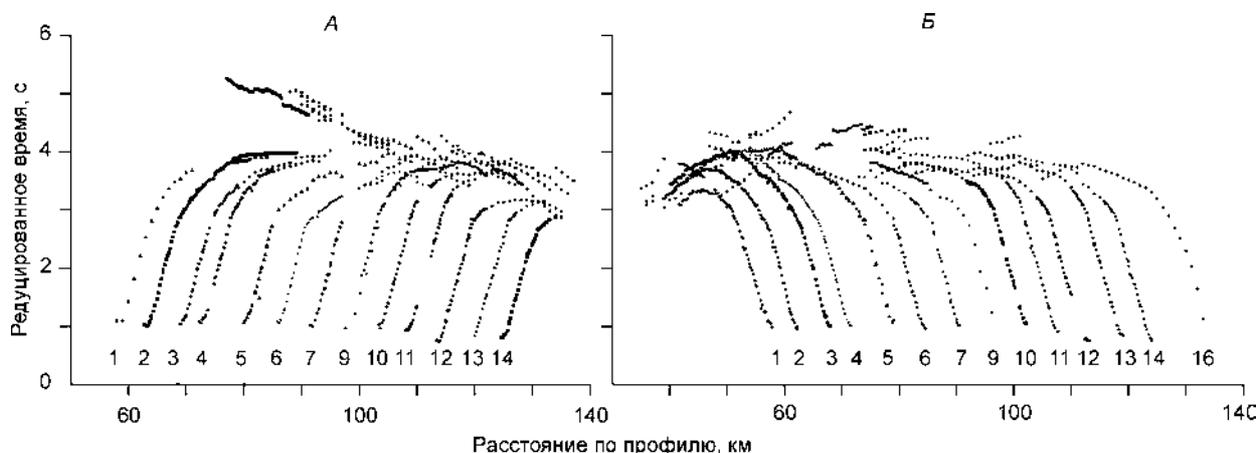


Рис. 2. Прямые (А) и встречные (Б) редуцированные годографы волн, использованных при построении разреза.

Скорость редукции 5 км/с; 1—16 — номера станций.

резком изменении скорости. В последующих вступлениях имеются непротяженные годографы отраженных волн, характеризующиеся повышенной до 6,5—6,7 км/с кажущейся скоростью. Прямые годографы этих волн являются более протяженными, чем встречные. Как видно плотность данных достаточно высока при среднем расстоянии между донными станциями 5—7 км и длине годографов до 30 км. Расстояния между точками отсчета времен пробега волн 0,3—1,0 км.

МЕТОДИКА ПЕРЕОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Уточнить сейсмический разрез, полученный комбинированием данных головных и рефрагированных волн [5, 6] (рис. 3), возможно решением прямой задачи в двумерно-неоднородной среде и подбором значений параметров, минимизирующих различие между расчетными и наблюдаемыми временами пробега волн. В модели начального приближения использованы преломляющие границы I, II, III, Ф и К (см. рис. 3). В каждом из слоев, заключенных между такими границами, значения скорости получены линейной интерполяцией по значениям, заданным на кровле и подошве с учетом величины градиентов, полученных в модели рефрагированных волн. В отдельных случаях использованы промежуточные уровни, на которых приходилось изменять только величину градиента скорости. Для разреза начального приближения наибольшее различие между расчетными и наблюдаемыми временами пробега волн достигало 0,2—0,3 с. Эту величину удалось уменьшить до 0,05—0,1 с в результате многократного уточнения параметров разреза. Расчеты выполнялись по программе Ray84PC, составленной в Геологическом институте Копенгагенского университета. Дополнительно рассчитывались и синтетические сейсмограммы для качественного сравнения с наблюдаемым волновым полем (рис. 4). Важно, чтобы динамически выразительные волны по модельным расчетам соответствовали наблюдаемым данным без „лишних“ или дополнительных осей синфазности.

Волновая картина иллюстрируется монтажами сейсмограмм по трем донным станциям 1, 4 и 13 (см. рис. 2), представленными на рис. 4, А, В, Д в сопоставлении с соответствующими синтетическими сейсмограммами (см. рис. 4, Б, Г, Е). Как видно, в первых вступлениях выделяются преломленные волны при достаточно заметных изломах годографов, а в последующих вступлениях отраженные. На минимальных расстояниях источник—приемник регистрируется отраженная волна от дна озера (P_bP). В видимых первых вступлениях она прослеживается до удалений 3—4 км и далее ее можно видеть в последующей части сейсмограмм, но на фоне волн с более высокими значениями кажущейся скорости. В первых вступлениях с удалением от источника последовательно прослеживаются волны P_1 , P_2 и P_3 , характеризующиеся кажущейся скоростью, увеличивающейся скачками от 1,7—1,9 до 5,0 км/с. По этому признаку их можно отнести к преломленным волнам. В последующих вступлениях выделено две отраженные волны. Одна из них (P_3P) с кажущейся скоростью около 4,5—5,0 км/с соответствует границе, от которой имеется и преломленная волна P_3 . Другая волна с кажущейся скоростью около 6,5 км/с отнесена к отраженной от наиболее глубокозалегающей границы (P_gP). Наиболее отчетливо она видна на прямых годографах, которые приближаются к области первых вступлений. На встречных годографах можно

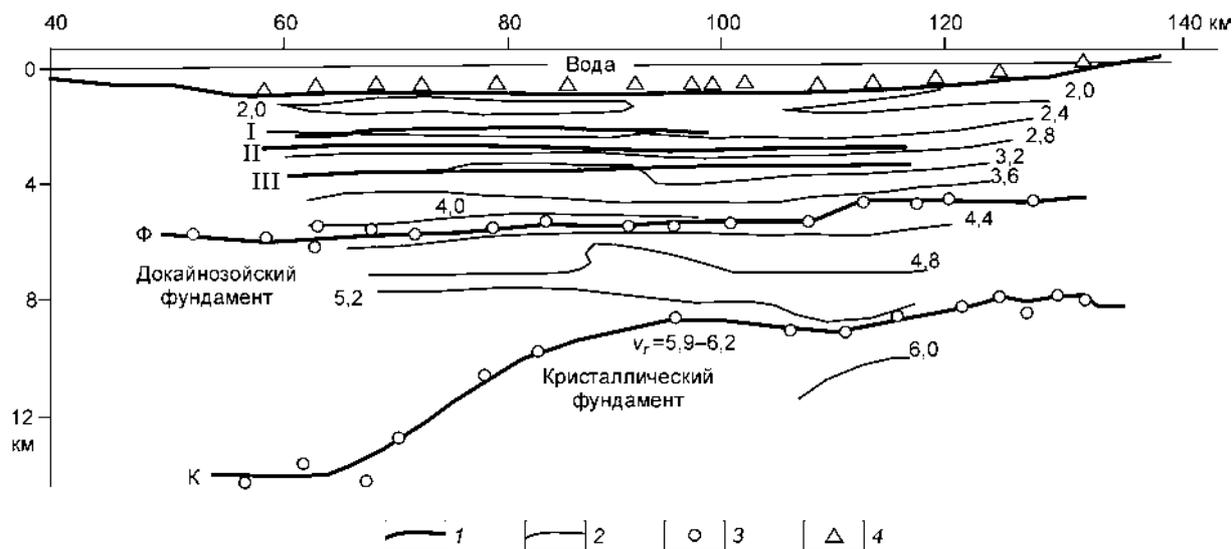
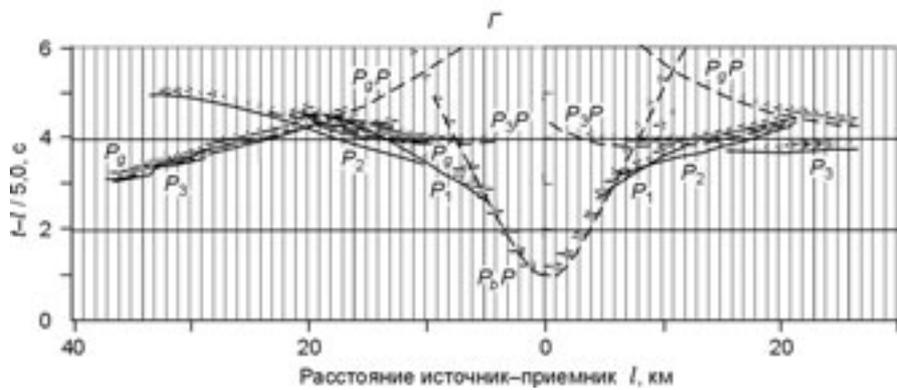
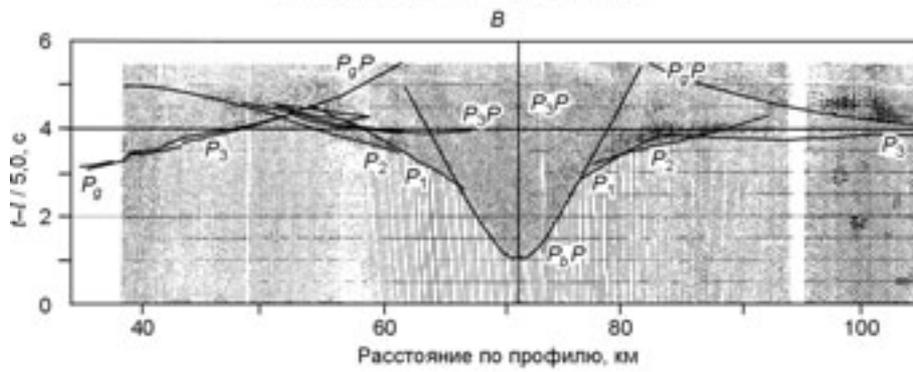
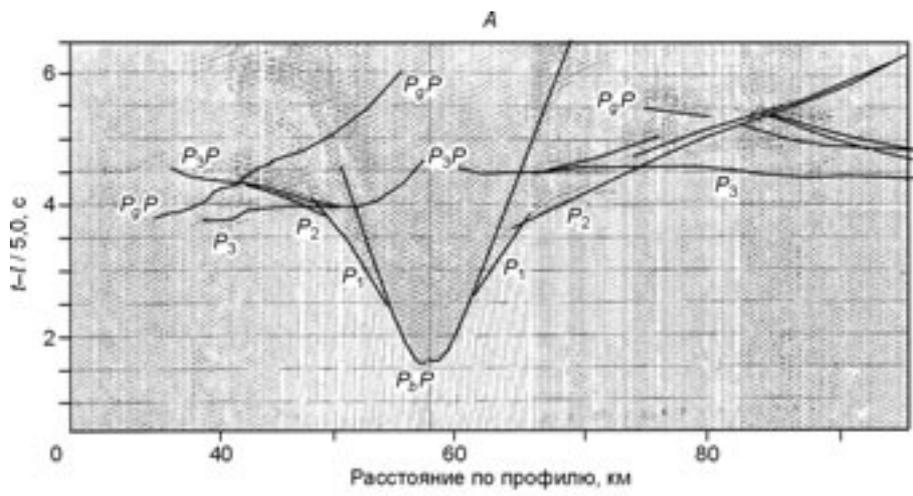


Рис. 3. Исходный сейсмический разрез, по [5].

1 — преломляющие границы, 2 — изолинии скорости, км/с, 3 — определения глубины по данным преломленных волн, 4 — донные станции.



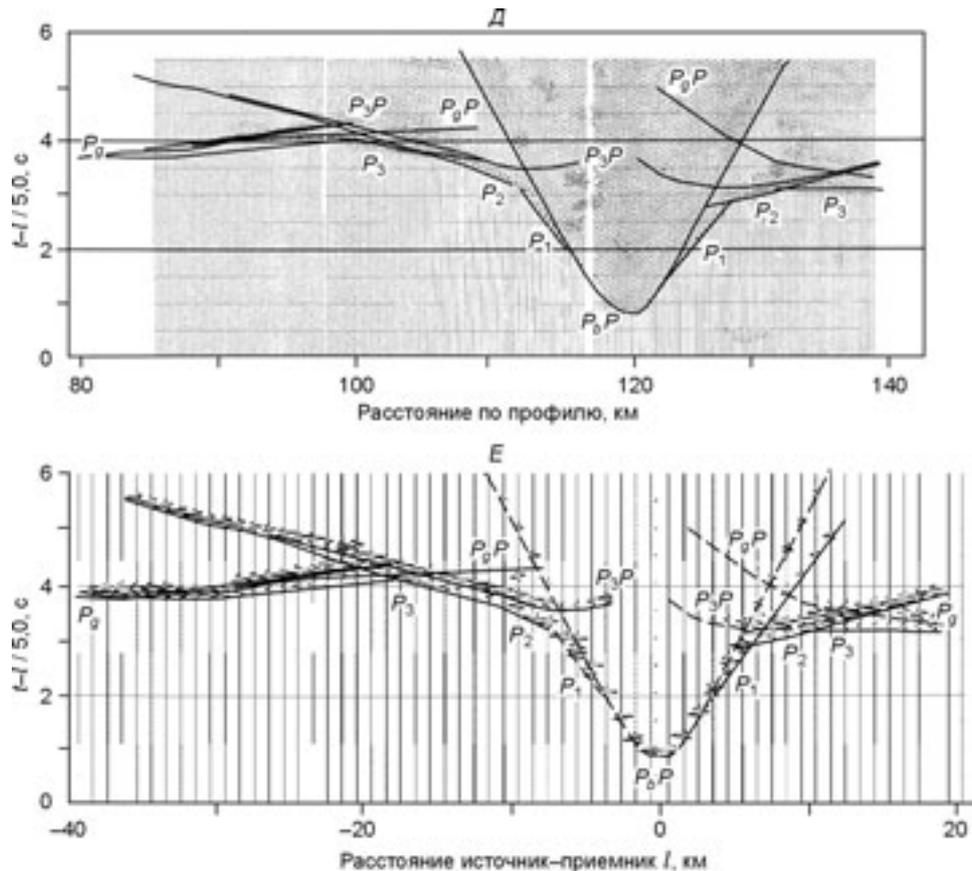


Рис. 4. Монтажи наблюдаемых (А, В, Д) и синтетических (Б, Г, Е) сейсмограмм с рассчитанными годографами преломленных (сплошные линии) и отраженных (штриховые) волн для донных станций 1, 4 и 13 в редуцированном масштабе времен.

P_1, P_2, P_3, P_g и P_bP, P_2P, P_3P, P_gP — преломленные и отраженные волны от границ в осадочной толще и от поверхности кристаллического фундамента соответственно.

предполагать прослеживание в первых вступлениях также и преломленной волны от этой границы с кажущейся скоростью около 6,5 км/с (см. P_g на рис. 4). Как и в работе [5], волна P_g отнесена к преломленной от поверхности кристаллического фундамента. Рассмотренная корреляция и определение природы выделенных волн подтверждается расчетами теоретических годографов и синтетических сейсмограмм, приведенных на этом же рис. 4. Наблюдается удовлетворительное качественное соответствие наблюдаемого и синтетического волновых полей. При этом следует иметь в виду, что на синтетических записях амплитуды нормированы на величину их максимального значения на каждой трассе. Поэтому можно проводить только сравнительный анализ интенсивностей колебаний. Дополнительно можно также отметить, что времена пробега преломленных волн P_3 и P_g на встречных годографах оказываются очень близкими и эти волны могут интерферировать (см. рис. 4, В—Е).

Следует отметить, что данные по преломленной волне P_g немногочисленны, и глубина кристаллического фундамента определена главным образом по отраженной волне, которая не всегда выделяется отчетливо, а длина наблюдаемых годографов недостаточна, чтобы уверенно регистрировать преломленную волну от фундамента P_g в первых вступлениях. Можно предполагать, что по полученным данным оценивается минимальная мощность осадков, так как при меньшей глубине кристаллического фундамента и при имеющейся длине годографов волна P_g могла бы наблюдаться в первых вступлениях. К сожалению, первичные цифровые данные утрачены и нет возможности использовать цифровую обработку данных для получения более детальных характеристик волнового поля подобно тому, как это было приведено для одного из годографов в работе [5].

Расчеты теоретических годографов и синтетических сейсмограмм показывают, что годографы отраженной волны P_3P от промежуточной границы на встречном годографе (см. рис. 4, Г) и от поверхности кристаллического фундамента P_gP на прямых годографах (см. рис. 4, Б, Е) могут образовывать петли. На

синтетических и наблюдаемых сейсмограммах областям непосредственного расположения петель годографов соответствуют разрастания амплитуд интерферирующих волн. При этом интенсивность докритических отражений за пределами петель незначительна, что не противоречит наблюдениям, где такие оси синфазности не прослеживаются (см. рис. 4, А, В, Д).

ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА

Полученный в результате согласования расчетных и наблюдаемых времен пробега сейсмический разрез представлен пятью сейсмическими границами (рис. 5). Верхняя из них разделяет воду и осадочные отложения, слагающие первый слой мощностью 0,2—1,5 км. Скорость в нем по вертикали изменяется слабо, более заметны ее вариации по горизонтали от 1,7—1,8 км/с в западной части профиля до 1,9—2,0 км/с в центральной. На локальном участке в области Посольской банки скорость по вертикали значительно нарастает от 1,7 на кровле до 3,0 км/с на глубине 3,5—3,7 км. Отсутствие резкого перепада скорости в нижней части слоя не позволяет здесь определить положение его подошвы. Восточнее, на отрезке профиля 120—140 км, этот слой выделяется опять вполне отчетливо.

Следующий слой пород характеризуется значительным нарастанием скорости с глубиной от 2,0 до 3—3,2 км/с и довольно изменчивой мощностью от 1 до 2,5 км. На его кровле скорость скачком изменяется от 1,7—1,8 до 2,0—2,2 км/с. Ступенеобразному изменению рельефа соответствуют также изломы изолиний скорости внутри слоя, свидетельствуя о вероятном присутствии разломов.

Третий слой мощностью 1—3 км является практически однородным со скоростью 3,5—3,7 км/с. Глубина залегания его подошвы значительно изменяется. На западе профиля она уступами погружается от 3 до 6 км, после чего также уступообразно ее глубина уменьшается до 4,5 км на востоке, образуя локальное погружение на участке профиля 100—120 км.

Мощность четвертого слоя в начальной части профиля достигает 4—5 км и увеличивается до 7 км в его центральной части, после чего уменьшается к северо-востоку до 3,0—3,5 км. Наблюдается практически согласное изменение рельефа кровли и подошвы этого слоя, также в некоторых случаях и изолиний скорости внутри него, которые могут соответствовать разломам. Скорость на кровле слоя изменяется скачком от 3,6—3,7 до 4,9 км/с, а на подошве от 5,4 до 5,8—6,0 км/с.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В качественном отношении исходный (см. рис. 3) и окончательный (см. рис. 5) сейсмические разрезы имеют сходные характеристики за исключением юго-западного окончания профиля, где обнаружен значительный подъем границ, коррелирующийся с рельефом дна озера (см. рис. 1, 5). Как и ранее выделены две преломляющие границы с наиболее резкими перепадами скорости и близкими уровнями глубины их залегания. Общие закономерности изменения скорости с глубиной также довольно близки. На обоих разрезах скорость нарастает от 1,9—2,0 под дном озера до 3,7—4,0 км/с на глубине 6 км и после резкого скачка от 4,9 до 5,3 км/с на глубине 8—10 км (см. рис. 3, 5).

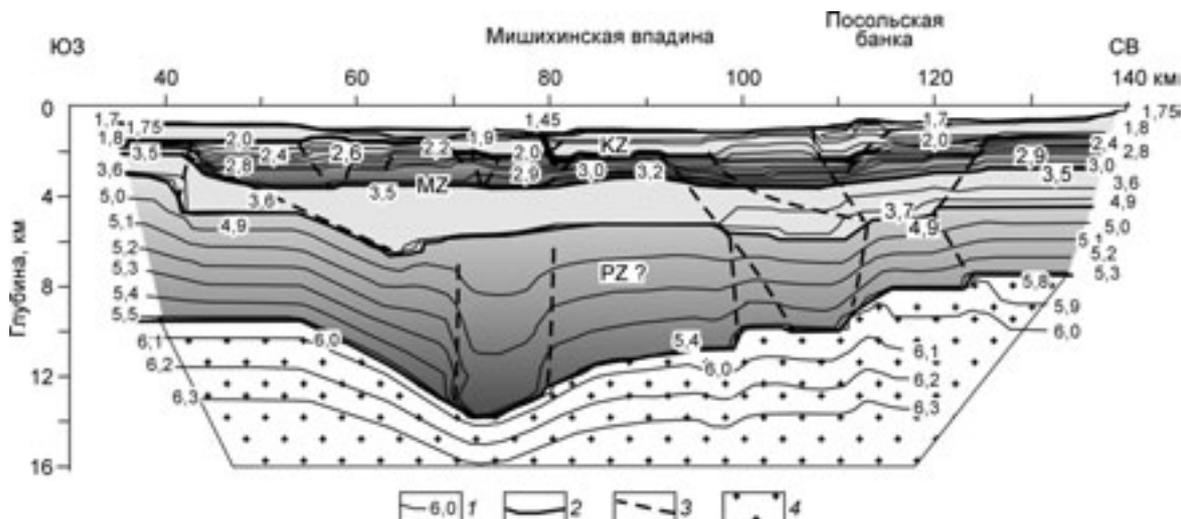
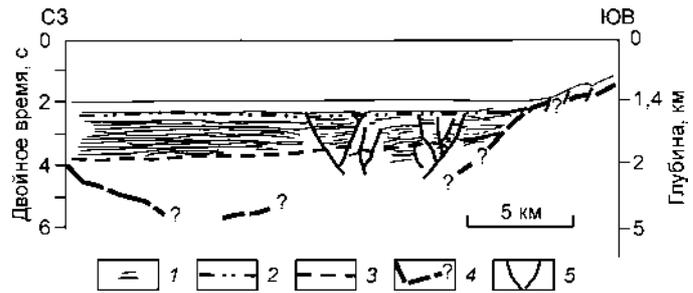


Рис. 5. Сейсмический разрез по результатам численного моделирования.

1 — изолинии скорости (км/с), 2 — сейсмические границы, 3 — предполагаемые разломы, 4 — фундамент.

Рис. 6. Сейсмический разрез по данным отраженных волн через Южную котловину оз. Байкал и его интерпретация по [12].

1 — отражающие границы, 2—4 — подошвы син-, средне- и проторифтовых отложений соответственно, 5 — предполагаемые разломы.



Для ранее построенного разреза характерно более сглаженное, пологое залегание границ и изолиний скорости, которое может быть обусловлено способами обработки, основанными на применении локальной вертикально-неоднородной среды [5, 6]. При этом для скорости на кровле преломляющих границ даны оценки интервалов их возможных изменений. Понятно, что при решении прямой задачи этот прием не подходит, так как требуется задать конкретные значения скорости. В полученном после переобработки разрезе появились особенности, подчеркивающие наряду с более детальной слоистостью и его двумерные характеристики.

Разрез осадочных пород расчленен на ряд слоев со значительными вариациями скорости по вертикали и горизонтали. Каждый из слоев характеризуется индивидуальными особенностями, что позволяет выделить в разрезе предполагаемые структурные этажи. При этом за основу можно взять данные ОГТ по пересекающему оз. Байкал профилю (см. рис. 1) и интерпретацию, представленные в работе [11]. Располагая сведениями об изменении скорости с глубиной, временной разрез можно дополнить оценками глубины залегания выделенных комплексов (рис. 6). Так, подошва синрифтовых отложений, фиксируемая на уровне 2,5 с двойного времени пробега отраженной волны, соответствует подошве первого слоя, расположенного в области пересечения профилей на глубине около 1,7—1,8 км. Подошва среднерифтовых отложений (на времени около 4 с) располагается на глубине около 2 км и попадает внутрь второго слоя. При этом следует иметь в виду, что на разрезах по отраженным волнам на временах более 4 с присутствует интенсивный фон кратных волн от поверхности воды и дна озера [13]. Это ограничивает возможность обнаружения однократных отражений на временах пробега более 4 с. Акустический фундамент на временах около 6 с [11] соответствует подошве третьего слоя на глубине около 5 км. На этой границе наблюдается перепад скорости от 3,7—3,8 до 4,9 км/с, и она может быть отнесена к поверхности первого фундамента [5].

Можно попытаться провести приближенную стратиграфическую привязку выделенных в разрезе слоев по данным о возрасте и соответствующих сведений об изменении скорости с глубиной, полученных по скважинным и сейсмическим наблюдениям. Для этого нами использованы данные по мезозойским и палеозойским отложениям на юге Западно-Сибирской плиты, в Виллюйской синеклизе [14] и по разрезу осадков в дельте р. Селенга в окрестности скв. Исток-3 [2] (рис. 7).

Данные по мезозою наиболее представительны, и для них наблюдается удовлетворительное соответствие по всем районам, хотя интервалы изменения по скорости (1,7—4,0 км/с) и по глубине их залегания (0,2—4,0 км) весьма значительны. Наиболее отчетливо отождествляются отложения юры со скоростью 3,8—4,1 км/с, залегающие на глубине 2—3,5 км и которые можно использовать в качестве маркирующего горизонта (см. рис. 7). Непосредственные сведения о скорости в кайнозойских отложениях имеются только по скважине, расположенной в дельте р. Селенга. Здесь эти осадки распространены от дневной поверхности до глубины 2 км и скорость в них возрастает от 1,9 до 3,0 км/с. Глубже в интервале

глубин 2—3,5 км залегают породы со скоростью около 4,1 км/с (данные КМПВ), которые отнесены к юрскому возрасту [2]. Измерения скорости в приповерхностных отложениях Виллюйской синеклизы невозможно использовать для сопоставления из-за мерзлоты, а на юге Западной Сибири мощность этих отложений слишком мала.



Рис. 7. Типичные графики зависимости скорости от глубины в осадочных бассейнах окрестности Сибирской платформы и под Южной котловиной оз. Байкал по данным скважинных и сейсмических наблюдений и предполагаемый возраст комплексов пород.

1—4 — отложения KZ, MZ, PZ и докембрия соответственно.

В этих регионах также практически отсутствуют представительные данные о величине скорости в отложениях палеозоя, залегающих на большой глубине. Для таких условий можно найти лишь косвенные оценки скорости по данным преломленных волн [см., например, 9, 10]. На Сибирской платформе, при небольшой глубине залегания палеозоя имеется множество непосредственных измерений скорости в скважинах. По всей совокупности сведений можно предполагать, что для палеозойских пород характерна скорость, изменяющаяся в широком интервале значений от 4,8—5,0 до 5,6—6,0 км/с.

По общему подобию графиков изменения скорости с глубиной и их стратиграфической приуроченности можно предполагать, что мощная толща осадков под Южной котловиной оз. Байкал сложена не только породами кайнозойского и мезозойского возрастов, но присутствуют также отложения и палеозоя (см. рис. 5, 7). Подошва кайнозойских (синрифтовых, по [11]) отложений залегает в центре профиля на наибольшей глубине около 2 км, отделяя практически однородный слой пород со скоростью 1,7—1,9 км/с от нижележащего градиентного. Максимальная глубина подошвы мезозойских пород оценивается в 6 км и эти отложения представляются двухслойной структурой, в которой для верхнего слоя мощностью до 1,5—2,0 км характерно нарастание скорости с глубиной от 2 до 3,0—3,2 км/с, а нижний чуть более толстый и практически однородный имеет скорость 3,5—3,8 км/с. Наибольшее утонение слоя мезозойских пород от примерно 4 до 2 км наблюдается в начальной части профиля и их подошва имеет наиболее расчлененный рельеф по сравнению с сейсмическими границами в покрывающей толще. По всей видимости, этот уровень, разделяя разновозрастные комплексы, является также и границей структурных этажей.

Кровля и подошва нижележащей толщи пород, предположительно палеозойского возраста, залегают согласно при постепенном утонении слоя от центра профиля к его краям. Наиболее заметно (от 5—6 до 3 км) такое изменение мощности проявляется в направлении на северо-восток и меньше — на юго-запад (см. рис. 5). При этом интервал изменения скорости в слое сохраняется постоянным вдоль профиля (от 4,9 до 5,3—5,6 км/с) так, что градиент ее нарастания с глубиной увеличивается при уменьшении мощности отложений. Подошва этого слоя маркируется на глубине 8—14 км сейсмической границей со скоростью 5,8—6,0 км/с, которая может быть отождествлена с кровлей кристаллических пород земной коры.

В целом можно отметить также отчетливую корреляцию между рельефом сейсмических границ и дном озера (см. рис. 5), что может указывать на значительную роль поперечных разломов в процессе эволюции Южной котловины оз. Байкал. По характеру рельефа границ и изменениям скорости в слоях можно провести ряд разломов, разделяющих блоки осадочных пород. При этом разломы, которые прослеживаются через всю толщу осадочных пород, провести довольно затруднительно. Как правило, они проявляются в пределах отдельного слоя и редко в двух, что, возможно, связано с расположением профиля вдоль котловины, и эти особенности являются следствием объемных характеристик разреза осадков.

Палеозойские отложения под оз. Байкал могли образоваться различными путями. В одном случае это могло быть длительное осадконакопление в последовательно развивавшемся бассейне, тогда возраст впадины следует значительно увеличить. Во втором — быстрое прогибание и соответствующее захоронение уже существовавших отложений. В настоящее время нет достаточного количества детальных геологических и геофизических данных о структуре глубокозалегающих комплексов пород, которые могли бы дать однозначный ответ на эти вопросы. Более предпочтительным представляется предположение о более раннем времени заложения впадины, чем кайнозойское. Иначе нужно допустить весьма глубокое и быстрое опускание дна осадочного бассейна, механизм которого, по-видимому, более проблематичен, чем образование глубоких бассейнов за счет постепенного прогибания, примеры которых хорошо известны. Впрочем, возможно и другое объяснение, что палеозойские отложения могли быть захоронены в результате коллизионных процессов [8, 15].

ВЫВОДЫ

В результате численного моделирования кинематики преломленных и отраженных волн в двумерно-неоднородной среде уточнен разрез осадочных отложений под Южной котловиной оз. Байкал. В слоисто-блоковой структуре мощностью до 10—12 км выделены сейсмические границы комплексов отложений (структурных этажей) с различающимися характеристиками по вертикали и горизонтали.

Обоснованность детальных особенностей разреза подтверждается соответствием наблюдаемых характеристик волнового поля с теоретическими годографами соответствующих типов волн и синтетическими сейсмограммами.

По аналогии с осадочными бассейнами в окрестности и на Сибирской платформе, где имеются сведения о характере изменения скорости с глубиной и стратиграфической приуроченности комплексов пород, в сейсмическом разрезе под дном оз. Байкал можно предполагать присутствие мезозойских и палеозойских отложений значительной мощности. Это может свидетельствовать о более длительной, чем только кайнозойской, эволюции Байкальского рифта.

Работа выполнена в рамках интеграционного проекта РАН 6.5.2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зоненшайн Л.П., Гольмшток А.Ю., Хатчинсон Д. Р. Структура Байкальского рифта // Геотектоника, 1992, № 5, с. 63—72.
2. Николаев В.Г., Ванякин Л.А., Калинин В.В., Милановский В.Е. Строение осадочного чехла озера Байкал // Бюл. МОИП, Отд. геол., 1985, т. 60, вып. 2, с. 48—58.
3. Logachev N.A., Florensov Y.A. The Baikal system of rift valleys // Tectonophysics, 1978, v. 45, p. 1—13.
4. Калинин В.В., Ванякин Л.А., Сальман А.Г. Строение осадочных отложений оз. Байкал по данным непрерывного сейсмоакустического профилирования // Сейсмоструктура и сейсмичность района строительства БАМ. М., 1980, с. 128—135.
5. Крылов С.В., Селезнев В.С., Соловьев В.М. и др. Изучение Байкальской рифтовой впадины методом сейсмической томографии на преломленных волнах // Докл. РАН, 1995, т. 345, № 5, с. 674—677.
6. Мишенькина З.Р., Шелудько И.Ф., Крылов С.В. Использование линеаризованной постановки обратной кинематической задачи для двумерных полей времен $t(x,l)$ рефрагированных волн // Численные методы в сейсмических исследованиях. Новосибирск, Наука, 1983, с. 140—152.
7. Мерклин Л.Р., Милановский В.Е., Галкин В.И., Захаров М.В. Строение осадочной толщи и рельеф фундамента // Геолого-геофизические и подводные исследования оз. Байкал. М., 1979, с. 104—110.
8. Парфенов Л.М., Булгатов А.Н., Гордиенко И.В. Террейны и формирование орогенных поясов Забайкалья // Тихоокеанская геология, 1996, т. 15, № 4, с. 3—15.
9. Пузырев Н.Н., Бабаян Г.Д., Бочанов А.И. и др. Методика и аппаратура для региональных сейсмических исследований в труднодоступной местности и их применение в Сибири. Новосибирск, Наука, 1978, 205 с.
10. Суворов В.Д., Муртаев И.С., Козлов А.М. Переобработка данных КМПВ с целью изучения структуры доюрских отложений на восточном борту Колтогорско-Уренгойского прогиба // Геофизика, Спец. выпуск, 2001, с. 105—107.
11. Хатчинсон Д.Р., Гольмшток А.Ю., Зоненшайн Л.П. и др. Особенности строения осадочной толщи оз. Байкал по результатам многоканальной сейсмической съемки (1989 г.) // Геология и геофизика, 1993, т. 34, № 10—11, с. 25—36.
12. Levi K.G., Miroshnichenko A.I., San'kov V.A. et al. Active faults of the Baikal depression // Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., 1997, v. 21, № 2, p. 399—434.
13. ten Brink U.S. and Taylor M.H. Crustal structure of central Lake Baikal: Insights into intracontinental rifting // J. Geophys. Res., 2002, v. 107, № B7, p. 2-1—2-15.
14. Дорман М.И. Изучение скоростных характеристик мезозойского чехла Вилюйской синеклизы // Разведочная геофизика, 1977, вып. 79, с. 70—78.
15. Беличенко В.Г., Складов Е.В., Добрецов Н.Л., Томуртоого О. Геодинамическая карта Палеоазиатского океана. Восточный сегмент // Геология и геофизика, 1994, т. 35, № 7—8, с. 29—41.

Рекомендована к печати 27 декабря 2004 г.
С.В. Гольдиным

Поступила в редакцию
17 сентября 2004 г.