№ 2(26) ◆ 2016

УДК (550.834+550.3):551.243(571.56)

ВРЕМЕННЫЕ РАЗРЕЗЫ ГОЛОВНЫХ ВОЛН ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА ОПОРНОМ ПРОФИЛЕ 3-ДВ (СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ УЧАСТОК)

П. О. Полянский, А. С. Сальников, А. Ф. Еманов, В. В. Жабин

С помощью алгоритма динамического пересчета головных волн произведена обработка данных по Северо-Восточному участку опорного профиля 3-ДВ. Диапазон глубин, на которых расположены построенные преломляющие границы, составляет 0,6–1,7 км. Граничная скорость продольных головных волн изменяется по профилю в пределах 5,1–7,1 км/с, граничная скорость поперечных головных волн – 2,7–4,0 км/с. Оценено латеральное распределение коэффициента Пуассона. Область Иньяли-Дебинского мегасинклинория характеризуется повышенными значениями коэффициента Пуассона (0,28–0,37) сравнительно с областями Аян-Юряхского антиклинория (0,19–0,29) и Оротукано-Балыгычанского поднятия (0,22–0,28).

***Ключевые слова**: опорный геофизический профиль 3-ДВ, сейсморазведка ОГТ, головные волны, фильтр Винера.*

HEAD WAVE TIME SECTIONS OF THE UPPER EARTH'S CRUST ALONG THE SURVEY BASE LINE 3-DV (NORTHEASTERN BLOCK)

P. O. Polyansky, A. S. Salnikov, A. F. Emanov, V. V. Zhabin

The data on the northeastern block of the survey base line 3-DV were processed applying head wave conversion algorithm. The depth range with refractors therein is 0.6-1.7 km. The boundary velocity of head P-waves varies within 5.1 km/s and 7.1 km/s along the line. The boundary velocity of head S-waves is 2.7 km/s to 4 km/s. The paper contains analysis of lateral distribution of the Poisson ratio. The Inyali-Debin megasynclinorium area is characterized by increased Poisson ratios (0.28-0.37) compared to the Ayan-Yuryakh anticlinorium (0.19–0.29) and Orotukan-Balygychan uplift (0.22–0.28) areas.

***Keywords**: geophysical survey base line 3-DV, CDP seismic survey, head waves, Wiener filter.*

DOI 10.20403/2078-0575-2016-2-86-95

Разработка алгоритмов динамического пересчета головных волн при системах наблюдений с многократными перекрытиями [4, 6, 8] предоставила возможность получать из данных сейсморазведки ОГТ информацию о преломляющих границах вдоль профилей. Глубина изучения преломляющих границ зависит от длины годографа. Поэтому для изучения строения верхней части земной коры наиболее целесообразны системы наблюдений с длиной расстановки 10–30 км.

Неоднократно выполнялись исследования с использованием динамического пересчета головных волн на участках протяженностью в десятки километров [1, 3, 5, 6]. Исследования П. О. Полянского [7] показали возможности динамического пересчета при обработке данных, полученных на Северо-Западном участке опорного профиля 3-ДВ в зоне разнородных тектонических структур: Алданской антеклизы, Сетте-Дабанской складчатой системы и западной части Яно-Колымской складчатой области.

Предлагаемая статья посвящена автоматизированной обработке данных головных волн [3] на Северо-Восточном участке профиля 3-ДВ длиной около 600 км.

Учитывая многообразие геологических структур на профиле такой длины и соответствующих им волновых полей головных волн, можно утверждать, что результат анализа временных разрезов головных волн будет интересен и в практическом, и в научном плане.

Работы методом ОГТ на Северо-Восточном участке профиля 3-ДВ (рис. 1), выполнялись филиалом ОАО «ВНИИГеофизика» – «Спецгеофизика» АО «Росгеология».

Геологическая характеристика исследуемого района

Результаты, описанные в статье, получены при обработке волновых полей, зарегистрированных на Северо-Восточном участке опорного геофизического профиля 3-ДВ, являющегося продолжением Северо-Западного участка. Изучаемый участок расположен в пределах Яно-Колымской складчатой системы. На всем протяжении он поочередно пересекает несколько крупных геологических структур (рис. 2): *Аян-Юряхский антиклинорий (АЮА)*, *Иньяли-Дебинский мегасинклинорий (ИДС)* и *Оротукано-Балыгычанское поднятие (ОБП)*. На рис. 3 приведен геологический разрез верхней части земной коры на указанном участке профиля.

Аян-Юряхский антиклинорий пересекается профилем в интервале от 2100 до 2250–2300 км. Он представлен пермскими и триасовыми отложениями. Пермские породы имеют значительные мощности и в центральной и северо-восточной частях анликлинория выходят на поверхность. Триасовые образования сложены под-

Рис. 1. Географическое расположение опорного профиля 3-ДВ (красным контуром обозначен Северо-Восточный участок профиля 3-ДВ)

разделениями ярусов нижнего, среднего и верхнего отделов и распространены в основном в западной части антиклинория. Складчатая структура АЮА характеризуется преобладанием линейных форм складок. Интрузивные образования здесь – это позднеюрско-раннемеловые массивы гранитоидов и многочисленные триасовые дайки.

Северо-восточная граница антиклинория с ИДС представлена крупным линейным Чай-Юринским разломом, простирающимся в юго-восточном направлении.

Иньяли-Дебинский мегасинклинорий пересекается профилем 3-ДВ в интервале от ПК 2250–2300 до 2550 км. В его строении участвуют триасовые и юрские тонкообломочные и глинистые пелагические комплексы. ИДС вытянут в северо-западном и юго-восточном направлениях.

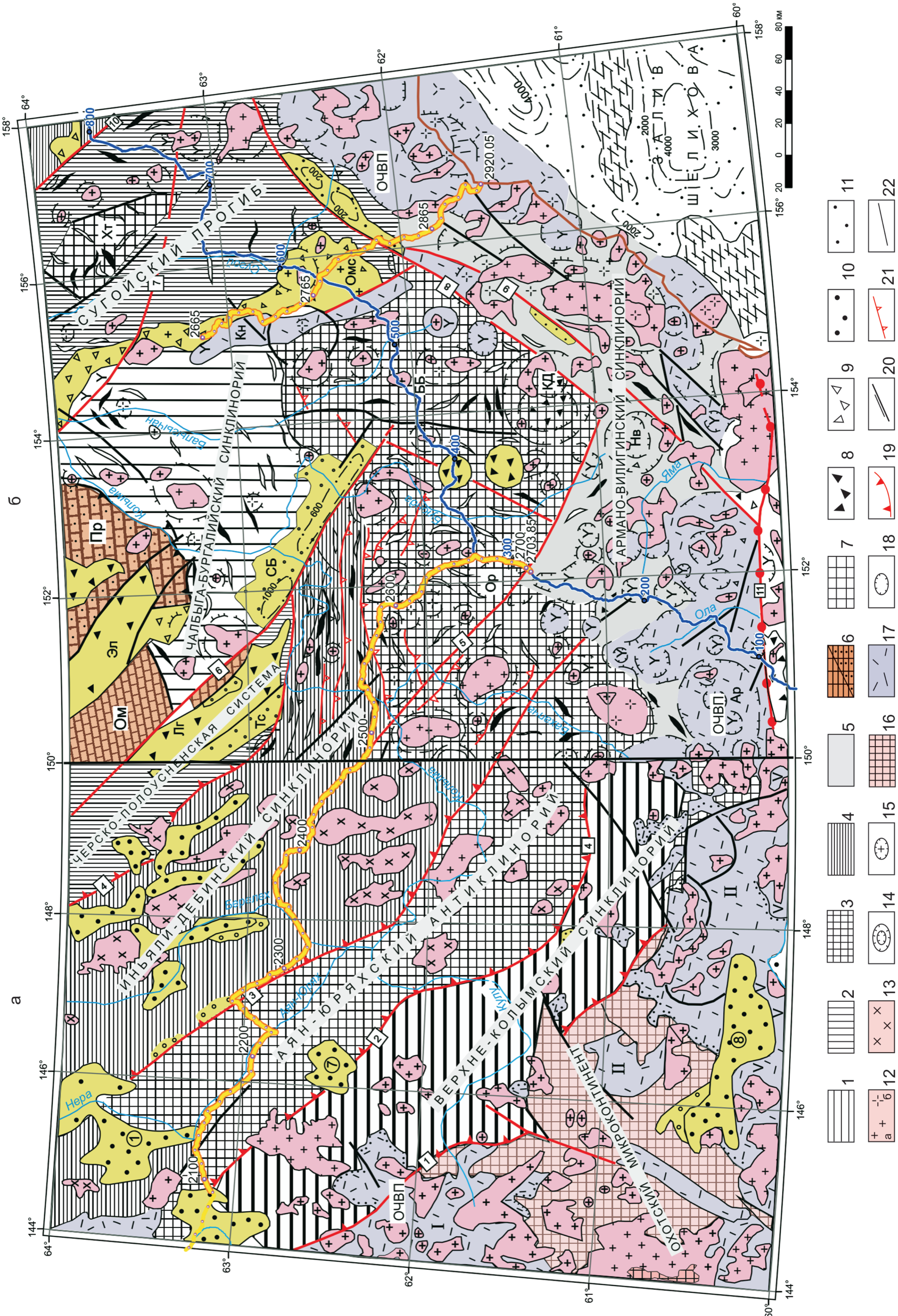
Для мегасинклинория характерны крутые взбросы (до 60°), надвиги и сбросы с амплитудами перемещения от десятков метров до 1–2 км. К разломам приурочены дайки гранит- и диорит-порфиров, а также интрузивные массивы позднеюрского возраста.

Оротукано-Балыгычанское поднятие пересекается профилем в интервале 2550–2665 км и разбито на ряд пластин и чешуй, надвинутых друг на друга. С южной стороны триасовые и юрские породы залегают почти горизонтально или смяты в пологие брахиформные складки. Вблизи надвигов и взбросов наблюдаются крутые складки и сильно наклоненные блоки-моноклинали. ОБП отделено от юго-восточной части ИДС системой надвигов.

Методика обработки и анализ волновых полей

Для обработки полученных данных был использован алгоритм динамического пересчета головных волн, основы которого были заложены в статье [6] и развиты в работах [4, 8].

С помощью динамического пересчета из первичного волнового поля производятся выделение головных волн, характеризующихся параллельными нагоняющими годографами, и подавление других



а
б
СУГОЙСКИЙ ПРОГИБ
ЧАЛБЫГА-БУРГАЛИЙСКИЙ СИНКЛИНОРИЙ
АРМАНО-ВИЛИГИНСКИЙ СИНКЛИНОРИЙ
ЧЕРСКО-ПОЛОУСНЕНСКАЯ СИСТЕМА
ИНЬЯЛИ-ДЕБИНСКИЙ СИНКЛИНОРИЙ
АЯН-ЮРЯХСКИЙ АНТИКЛИНОРИЙ
ВЕРХНЕ-КОЛЫМСКИЙ СИНКЛИНОРИЙ
ОХОТСКИЙ МИКРОКОНТИНЕНТ
ЗАЛИВ ШЕЛИХОВА
ОЧВП
80 км

Рис. 2. Тектонические схемы районирования в полосе профиля 3-ДВ (выделен желтым). Сост.: а – Е. П. Сурмилова, 1999 г., б – В. Г. Корольков, 1992 г., ВСЕГЕИ

1 – Вехнеколымский синклинорий, 2 – Черско-Полоусненская система; 3–15 – Яно-Колымская складчатая система: 3–7 – комплексы складок первого порядка: 3 – Аян-Юряхский антиклинорий, 4 – Иньяли-Дебинский мегасинклинорий, 5 – Армано-Вилигинский синклинорий, 6 – краевые поднятия и антиклинории (Ом – Омулевское, Пр – Приколымское), 7 – внутренние поднятия и антиклинории (ББ – Буюндино-Балыгычанское, Ор – Оротуканское, Хт – Хетагчанское поднятие, Сг – Сугойский прогиб, ЧБ – Чалбыга-Бургалийский синклинорий); 8–9 – структуры орогенного комплекса: 8 – вулканические грабены, 9 – молассовые прогибы; 10 – кайнозойские наложенные структуры (1 – Верхненерская, 2 – Оймяконская, 3 – Хиникенская, 4 – Челомджинская); 11 – неотектонические впадины (СБ – Сеймчано-Буюндинская, Тс – Тасканская); 12–15 – интрузивные образования: 12 – гранитоидные мезозойские, 13 – гранитоидные и сиенитовые палеозойские, 14 – отрицательные вулканоструктуры, 15 – интрузивно-купольные структуры со вскрытыми предполагаемыми гранитными ядрами; 16 – Охотский микроконтинент; 17–18 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс: 17 – вулканические покровы, 18 – вулканотектонические депрессии; 19–22 – разрывные нарушения: 19 – зоны взбросово-надвиговых дислокаций (1 – Хейджанская, 2 – Колымо-Индигирская, 3 – Чай-Юринская, 4 – Дарпирская), 20 – сдвиги, 21 – взбросы, взбросо-надвиги, надвиги, 22 – прочие разломы

типов волн, нагоняющие годографы которых непараллельны, а также случайных помех.

Для возбуждения волновых полей на профиле использовались вибрационные источники. Отработано 5600 пунктов возбуждения. Наблюдения проводились непрерывным профилированием по системе встречных и нагоняющих годографов. В зависимости от кривизны автотрассы М-56, вдоль которой был расположен профиль, расстояние между сейсмоприемниками составляло 40–50 м, между источниками – 90–100 м, максимальное удаление источник – приемник – 9–10 км.

Волновое поле головных волн на всем протяжении профиля претерпевает значительные изменения. Рассмотрим его основные особенности в пределах тектонических структур, пересекаемых линией профиля.

Аян-Юряхский антиклинорий. На рис. 4 приведен пример результатов динамического пересчета волнового поля в сейсмограмму общего пункта взрыва (ОПВ) для головных волн, зарегистрированных в зоне сочленения Аян-Юряхского и Иньяли-Дебинского тектонических блоков. На удалениях от источника 0,3–3 км регистрируется первая продольная преломленная волна с кажущейся скоростью 3,6–4,0 км/с. На удалениях от источника 3–10 км в первых вступлениях ее сменяет вторая продольная головная волна с кажущейся скоростью 4,8–5,2 км/с. На некоторых отрезках профиля в последующих вступлениях отчетливо фиксируются поперечные головные волны с кажущейся скоростью 2,6–3,0 км/с.

Интересная особенность этого участка, выявленная с помощью динамического пересчета, – наличие еще одной продольной головной волны в последующих вступлениях (на рис. 4 область прослеживания выделена красной стрелкой). Кажущаяся скорость указанной головной волны 4,5 км/с – меньше, чем кажущаяся скорость головной волны первых вступлений. Видимо, поэтому преломляющая граница, соответствующая этой волне, залегает на меньшей глубине, нежели преломляющая граница, соответствующая волне первых вступлений.

Иньяли-Дебинский мегасинклинорий. На удалениях от источника 400–3500 м прослеживается в первых вступлениях первая головная волна с кажущейся скоростью 4,5–4,6 км/с. На удалении 3,5 км от источника на годографе первых вступлений фиксируется излом: происходит смена головной волны первых вступлений. Вторая головная волна прослеживается в интервале 3,5–10,0 км. В северо-западной части ИДС кажущаяся скорость второй продольной головной волны колеблется от 4,9 до 5,1 км/с, в центральной части блока наблюдается локальное ее повышение до 6,0–6,5 км/с, а ближе к юго-восточной части мегасинклинория она составляет 5,0–5,3 км/с.

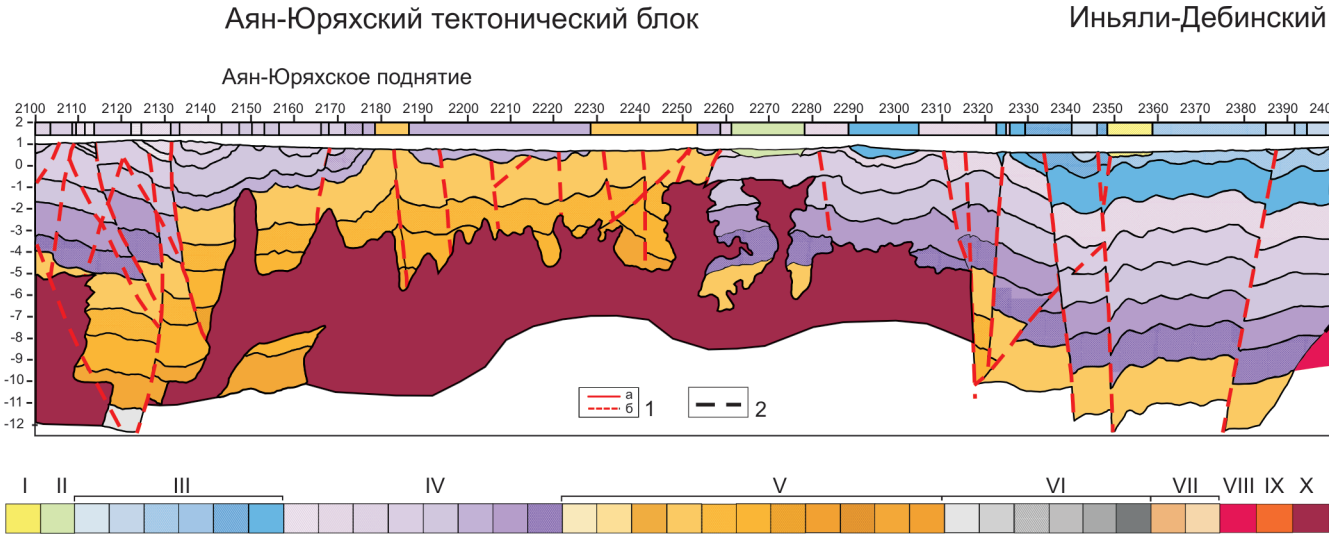
На большей части ИДС в последующих вступлениях прослеживаются поперечные головные волны. Их кажущаяся скорость изменяется от 2,8 км/с в северо-западной части профиля до 3,8 км/с в центральной. В юго-восточной области ИДС поперечные головные волны характеризуются кажущейся скоростью 2,9–3,0 км/с.

На рис. 5 приведен пример результатов динамического пересчета волнового поля, зарегистрированного в центральной части Иньяли-Дебинского блока, в сейсмограмму ОПВ для головных волн. Красной стрелкой показана область прослеживания продольной головной волны в последующих вступлениях. Ее кажущаяся скорость составляет 7,5 км/с, что значительно превышает таковую головной волны первых вступлений. Это свидетельствует о том, что данная высокоскоростная волна выходит в первые вступления на удалениях более 10 км и соответствует более глубоко залегающей преломляющей границе.

Оротукано-Балыгычанское поднятие. На удалениях от 300 до 4800–5000 м в первых вступлениях фиксируется продольная головная волна с кажущейся скоростью 3,9–4,6 км/с. На удалениях более 5000 м ее сменяет головная волна с кажущимися скоростями 5,2–5,4 км/с. Волновые поля поперечных головных волн не настолько интенсивны, как в ИДС и АЮА, они регистрируются не на всем интервале профиля, пересекающем ОБП.

Анализ временных разрезов головных волн

Метод динамического пересчета позволяет выделять из первичных сейсмограмм волновые поля



головных волн и представлять результаты в виде как сейсмограмм ОПВ, так и временных разрезов. В рамках метода временным разрезом по головной волне называется набор трасс, в котором присутствуют только головные волны. Временной разрез отображает динамические формы поля головных волн и их изменение по профилю при неизменной базе источник – сейсмоприемник.

На временном разрезе по Северо-Восточному участку опорного профиля 3-ДВ непрерывно прослеживаются волновые поля продольных головных волн, а также поперечных головных волн с большими временами пробега (рис. 6).

На основе интерпретации волновых полей головных волн на временных разрезах с разными базами обобщенной плоскости (7000 м и 9000 м) были получены латеральные распределения граничных скоростей продольных и поперечных волн (рис. 7, а). Граничная скорость продольной головной волны варьирует по профилю в интервале 5,1–7,1 км/с, а поперечной – от 2,7 до 4 км/с.

С использованием значений граничных скоростей удалось оценить латеральное распределение коэффициента Пуассона (ν) для пород, образующих преломляющую поверхность (см. рис. 7, б):

$$\nu = \frac{\left(V_P^2 / V_S^2\right) - 2}{2\left(V_P^2 / V_S^2 - 1\right)}.$$

Вычисленные значения ν изменяются по профилю в пределах 0,19–0,37, что характерно для горных пород различного минерального состава, плотности и возраста.

В западной части профиля в Аян-Юряхском антиклинории (2100–2270 км) фиксируются значения ν от 0,19 до 0,29. В районе ПК 2255–2270 км на графике отмечается резкий скачок: от 0,2 до 0,37. Сопоставляя полученный результат с тектонической схемой и с геологическим разрезом (см. рис. 3), можно предположить, что подобное поведение ν связано с пересечением линией профиля крупного Чай-Юринского разлома, являющегося границей между АЮА и ИДС. Породы в северо-западной и центральной областях ИДС (2270–2450 км) характеризуются повышенными значениями коэффициента Пуассона (0,28–0,37). Это может быть обусловлено тем, что преломляющая граница в пределах ИДС представлена более молодыми осадочными породами с повышенным содержанием глинистых образований. В юго-восточной части ИДС (ПК 2450–2550 км) ν постепенно понижается от 0,28 до 0,22. Более древним осадочным породам, образующим преломляющую границу в ОБП (ПК 2550–2660 км), свойственен коэффициент Пуассона 0,22–0,27, в юго-восточной его части наблюдается локальная аномалия (ν = 0,28–0,31).

На рис. 7, в показано латеральное распределение видимых частот сигналов продольной и поперечной головных волн. АЮА (2100–2285 км) характеризуется значениями частот 15–26 Гц, в западной его части (2100–2200 км) присутствуют локальные участки с более высокочастотным сигналом продольной головной волны (до 26 Гц). Граница между АЮА и ИДС (отрезок профиля 2285–2300 км) характеризуется резким повышением частоты – с 20 до 38 Гц. В центральной части ИДС (2300–2500 км) наблюдаются достаточно высокие значения видимых частот сигнала продольной головной волны – 25–41 Гц. Видимые частоты волновых форм интервала профиля, пересекающего юго-восточный край ИДС и ОБП (2500–2660 км), варьируют в пределах 18–30 Гц, понижаясь ближе к юго-восточному краю профиля. Видимая частота сигнала поперечной головной волны изменяется по профилю от 13 до 21 Гц, максимальные значения (17–21 Гц) отмечены в юго-восточной части ИДС (2425–2550 км).

Для того чтобы отождествить восстановленные поля головных волн с геологическими образованиями, была произведена оценка диапазона глубин до соответствующих преломляющих границ. На протяжении профиля глубина до преломляющих границ колеблется в диапазоне 0,6–1,7 км.

Рассмотрим отрезок профиля, пересекающий часть Аян-Юряхского антиклинория и северо-западный край Иньяли-Дебинского мегасинклино-

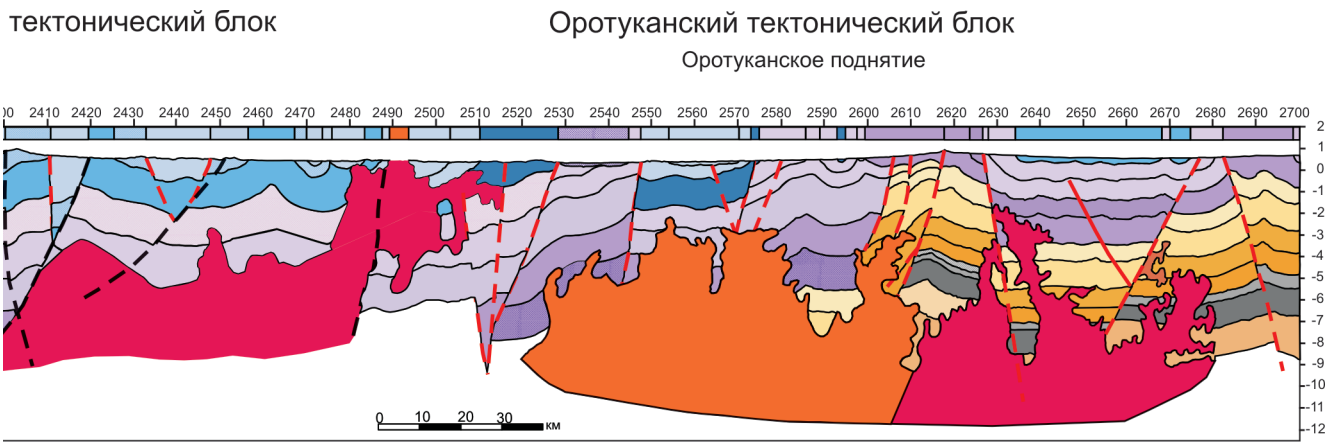


Рис. 3. Геологический разрез по Северо-Восточному участку профиля 3-ДВ (Яно-Колымская складчатая система). По оси абсцисс – расстояние по профилю, км, по оси ординат – глубина, км.

Осадочные породы: I – неогеновая система (плиоцен), II – меловая система (нижний отдел), III – юрская система (средний, нижний отделы), IV – триасовая система (верхний, средний и нижний отделы), V – пермская система (верхний, средний и нижний отделы), VI – каменноугольная система (верхний, средний и нижний отделы), VII – девонская система (верхний отдел); *интрузивные образования:* VIII – диорит-граниты и гранодиориты, IX – лейкограниты, X – гранитоиды; *разрывные нарушения:* 1 – достоверные (а) и предполагаемые разломы (б), 2 – надвиги

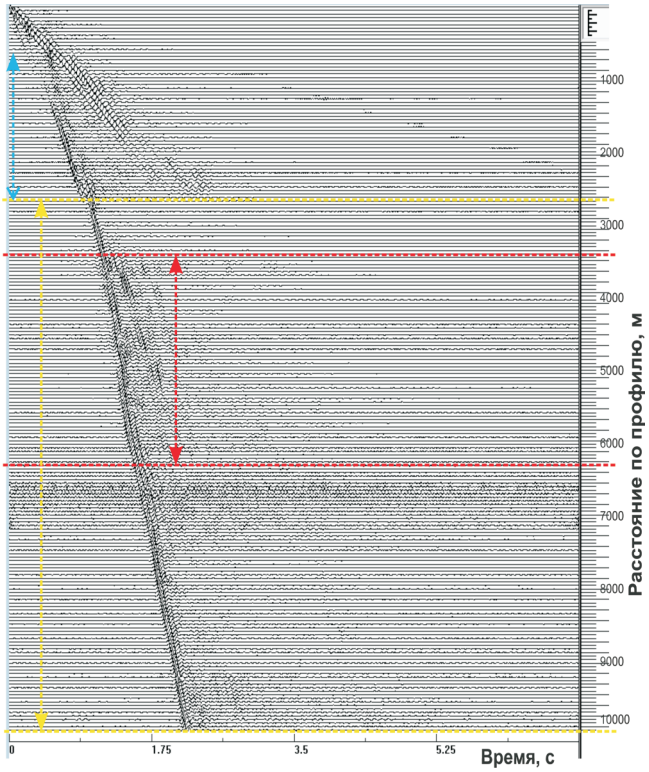


Рис. 4. Пример динамического пересчета в сейсмограмму ОПВ (зона сочленения АЮА и ИДС). Синей и желтой стрелками выделены области прослеживания соответственно первой и второй продольных головных волн в первых вступлениях, красной – в последующих вступлениях

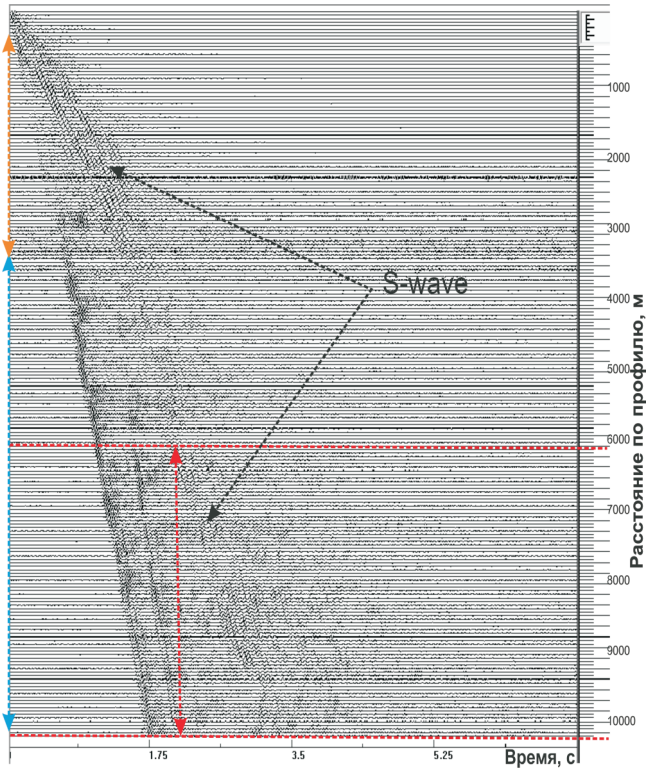


Рис. 5. Пример динамического пересчета в сейсмограмму ОПВ (Иньяли-Дебинский мегасинклинорий). Оранжевой стрелкой выделена область прослеживания первой головной волны, синей – второй, красной – область прослеживания головной волны в последующих вступлениях; черные стрелки указывают на сигналы поперечных головных волн

рия. Участок расположен в интервале профиля 2160–2270 км.

На временном разрезе (рис. 8, а) на временах 1,0–1,5 с выделяется волновое поле продольных головных волн, а на временах 2,0–3,0 с – поле поперечных головных волн. Значения граничной скорости продольных волн изменяются в пределах 5,2–7,0 км/с, поперечных головных волн – 2,7–4,0 км/с, коэффициента Пуассона – 0,2–0,36.

Оценены глубины до преломляющей границы (см. рис. 8, б), залегающей на глубине 1,5 км в западной части исследуемого интервала, 0,8–1,0 км в центральной, 1,6–1,7 км в восточной (в зоне сочленения АЮЯ и ИДС).

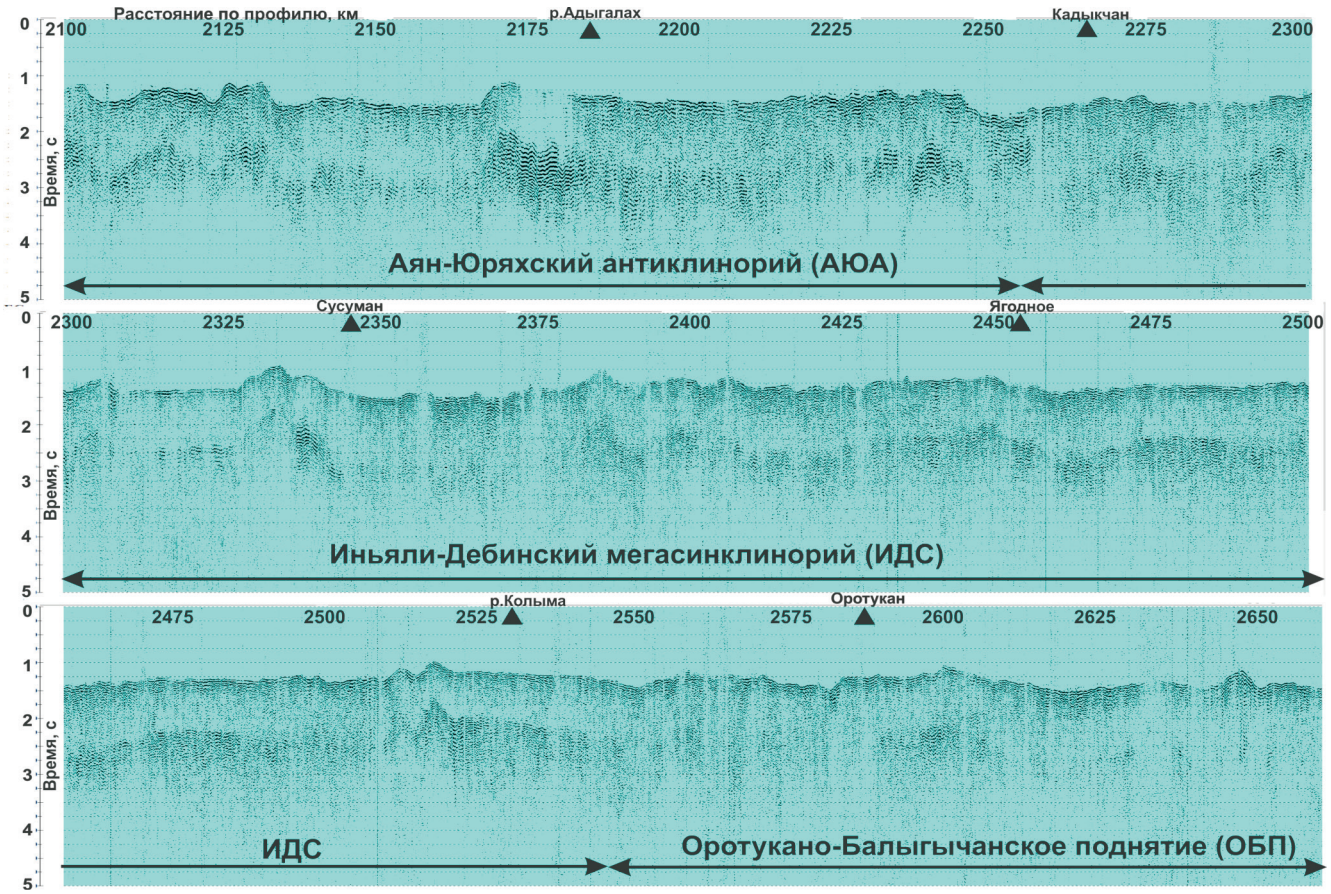


Рис. 6. Временной разрез на базе 7000 м по Северо-Восточному участку профиля 3-ДВ (ось абсцисс – расстояние по профилю, км; ось ординат – время пробега головной волны, с)

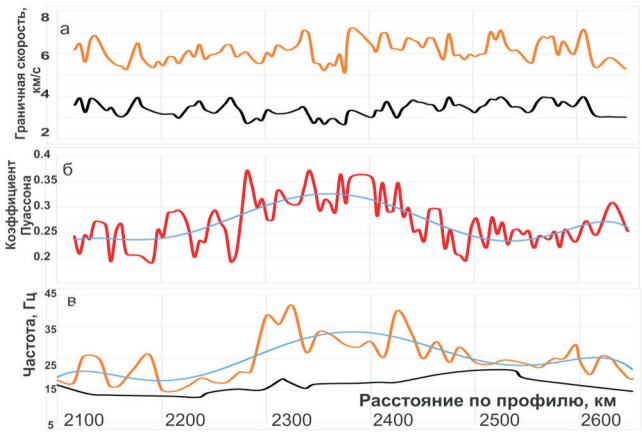


Рис. 7. Латеральное распределение: а – граничных скоростей продольной (оранжевая линия) и поперечной (черная линия) головных волн; б – коэффициента Пуассона; в – видимых частот продольной (оранжевая линия) и поперечной (черная линия) головных волн; синим показаны линии тренда

Сопоставим построенный временной разрез (база 7000 м, см. рис. 8, а), вычисленные значения глубин, тектоническую карту и геологический разрез (см. рис. 2, 3) по фрагменту Северо-Восточного участка профиля 3-ДВ в интервале 2160–2270 км, где профиль пересекает два разновозрастных тектонических блока – Аян-Юряхский и Иньяли-Дебинский. В интервале 2160–2175 км время пробега продольной головной волны составляет около 1,5 с, коэффициент Пуассона – 0,2–0,25, глубина до преломляющей границы – 1,3–1,5 км; последняя на этом участке, возможно, соответствует позднетриасовым или пермским осадочным породам.

В интервале профиля 2175–2180 км наблюдается резкое уменьшение времени пробега продольной головной волны (от 1,5 до 1,1 с), связанное с уменьшением глубины до преломляющей границы до 0,7–0,8 км. Возможно, это связано с тем, что данный отрезок профиля находится в зоне сочленения кайнозойской наложенной структуры – Верхненерской континентальной впадины и Аян-Юряхского антиклинория. Участок временного разреза 2180–2250 км характеризуется временами пробега продольной головной волны 1,1–1,3 с, глубинами до преломляющей границы 0,7–1,0 км и значениями коэффициента Пуассона 0,22–0,3. На этом отрезке преломляющая граница может быть связана с более древними осадочными породами пермского возраста.

В интервале 2250–2255 км время пробега продольной головной волны резко увеличивается – от 1,2 до 1,7–1,8 с (см. рис. 8, а). Вероятно, это объясняется значительным увеличением глубины залегания преломляющей границы от 0,85 до 1,67 км. Вероятно, такой перепад глубин связан с пересечением линией профиля крупного Чай-Юринского разлома, разделяющего Аян-Юряхский антиклинорий и Иньяли-Дебинский мегасинклинорий

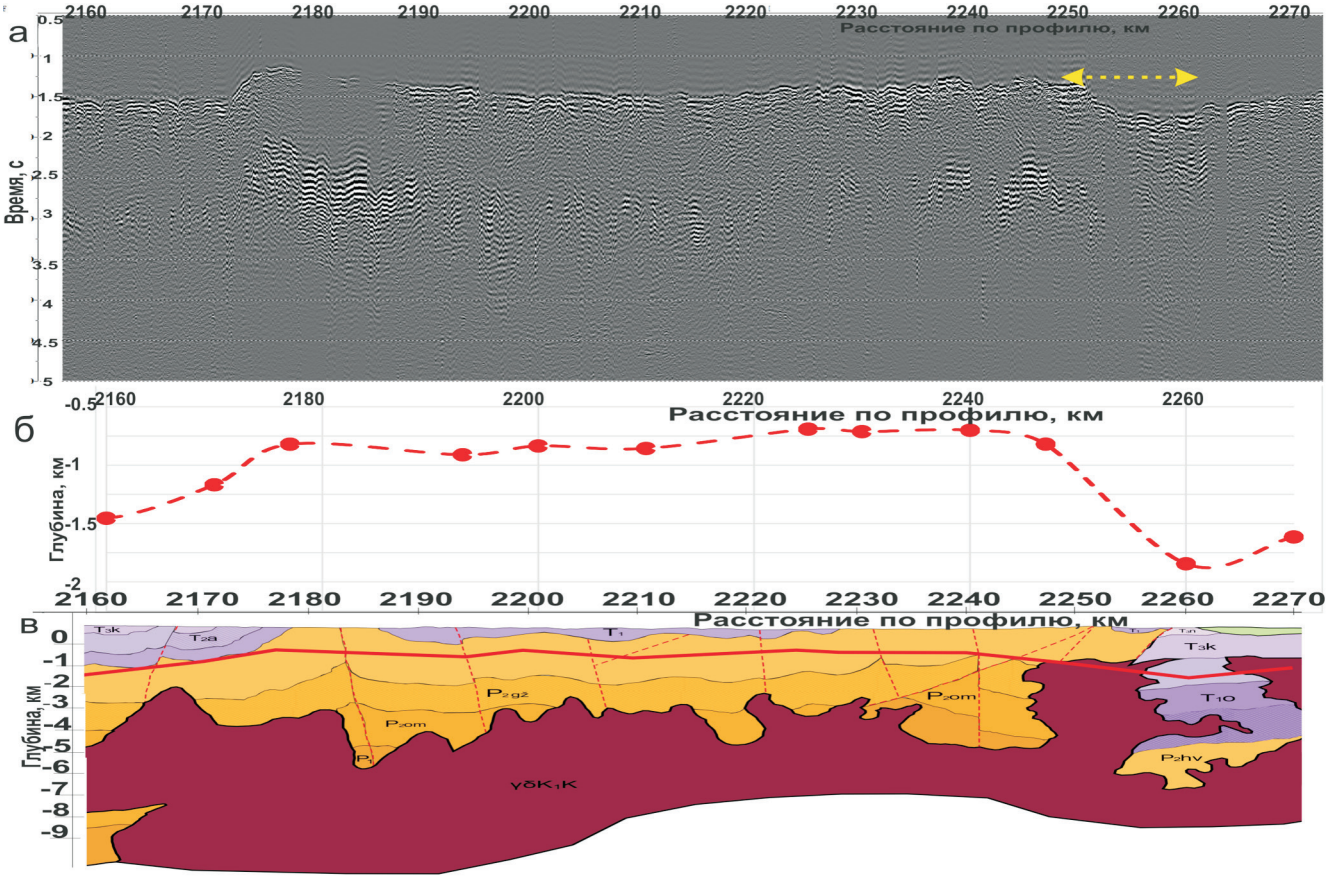


Рис. 8. Временной разрез участка восточного края Аян-Юряхского антиклинория и Иньяли-Дебинского мегасинклинория (отрезок 2160–2270 км, база 7000 м) (а), детально рассмотренная область выделена желтой стрелкой; форма рельефа преломляющей границы (б); фрагмент геологического разреза, красная линия – схематичное изображение преломляющей границы (в)

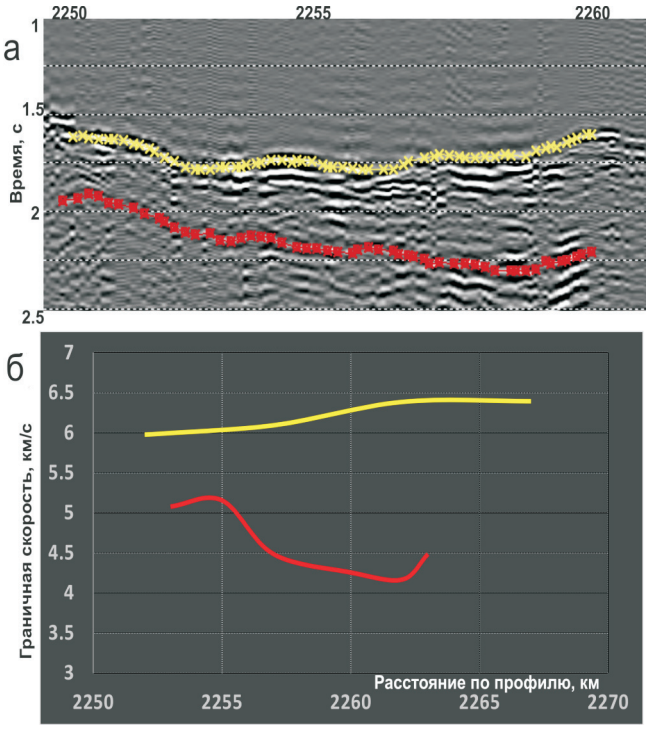


Рис. 9. Фрагмент временного разреза в зоне сочленения АЮА и ИДС (желтая и красная линии – оси синфазности продольных головных волн) (а) и граничные скорости выделенных на рис. 8, а головных волн (б)

(см. рис. 2). Наличие переходной зоны также отражено в резком изменении коэффициента Пуассона (см. рис. 6, 7) и видимых частот сигнала продольной головной волны в данном интервале профиля (см. рис. 7, в).

Рассмотрим более подробно результаты, полученные для указанной зоны сочленения (2250–2260 км). Для этого интервала, как уже было показано, произведен пересчет волнового поля в сейсмограмму ОПВ (см. рис. 4). На удалениях 3500–6200 м на сейсмограмме прослеживаются в первых и последующих вступлениях две продольные головные волны.

На временном разрезе рассматриваемого участка профиля (рис. 9, а) также прослеживаются две продольные головные волны (оси синфазности выделены желтым и красным). Граничная скорость волны первых вступлений варьирует в пределах 6,0–6,5 км/с, а последующих – 4,2–5,2 км/с (см. рис. 9, б).

Исходя из анализа граничных скоростей, приходим к выводу, что головная волна, ось синфазности которой выделена желтым, регистрируемая первой на временном разрезе на базе 7000 м, соответствует более глубоко залегающей преломляющей границе, чем волна, ось синфазности которой выделена красным. Границы, которым со-

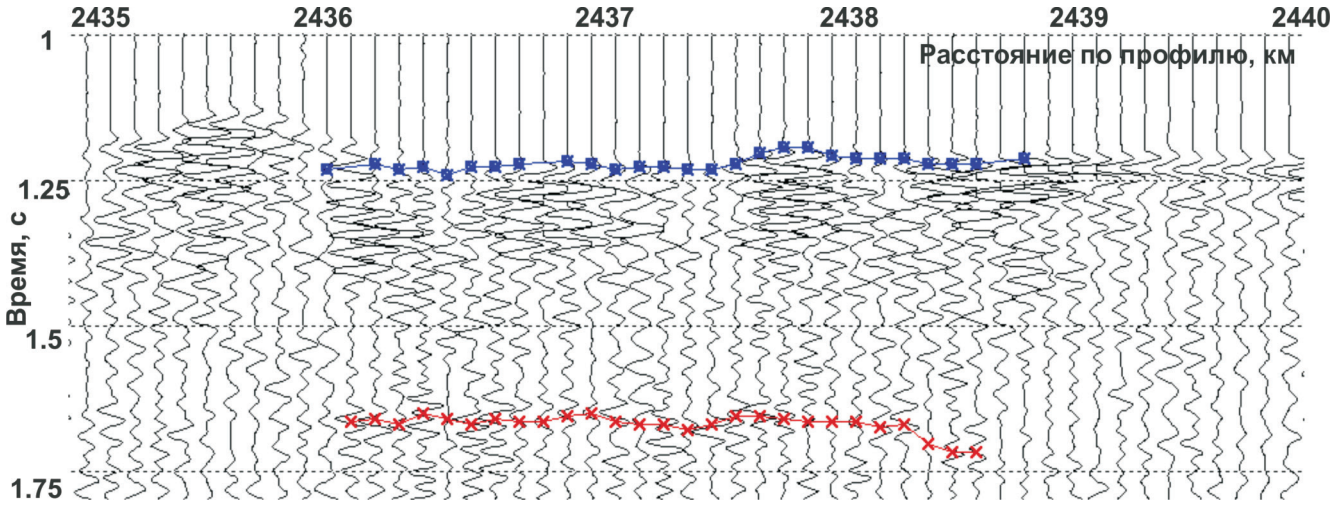


Рис. 10. Фрагмент временного разреза (база 7000 м, ИДС, интервал профиля 2435–2440 км). Цветами выделены оси синфазности продольных головных волн

ответствуют данные волны, находятся в интервале глубин 1,2–1,7 км (желтая) и 0,9–1,2 км (красная) соответственно.

Рассмотрим интервал профиля в пределах центральной части ИДС. Результат пересчета волнового поля в сейсмограмму ОПВ для головных волн приведен на рис. 5. На сейсмограмме прослеживаются продольные головные волны в первых и вторых вступлениях. На временном разрезе (рис. 10) показаны оси синфазности продольных головных волн. Граничная скорость волны первых вступлений на данном интервале составляет 6,2–6,6 км/с, последующих вступлениях она более высокая – 7,5–7,7 км/с. Глубина залегания преломляющей границы, которой соответствует волна, прослеживаемая в первых вступлениях, составляет 0,7–0,8 км, глубина залегания границы, которой соответствует более высокоскоростная волна, – 1,0–1,2 км.

Выводы

Динамический пересчет позволил выделить волновые поля не только продольных, но и поперечных головных волн в верхней части земной коры в различных частях Яно-Колымской складчатой системы: Аян-Юряхском антиклинории, Иньяли-Дебинском мегасинклинории и Оротукано-Балыгычанском поднятии.

В результате анализа временных разрезов продольных и поперечных головных волн было построено латеральное распределение коэффициента Пуассона (ν). Для АЮА значения ν колеблются от 0,2–0,29. Чай-Юринскому разлому, разделяющему АЮА и ИДС, соответствует резкое повышение ν – от 0,2 до 0,37. Породы, слагающие преломляющую границу, в ИДС характеризуются повышенными значениями ν (0,28–0,37), в ОБП – 0,22–0,3.

Для волновых полей продольных и поперечных головных волн было построено латеральное распределение видимых частот сигналов головных волн. Для АЮА значения частот продольной головной волны колеблются в интервале 15–26 Гц. В области Чай-Юринского разлома отмечено повышение частот продольной головной волны от 20 до 38 Гц. В ОБП наблюдаются частоты 18–30 Гц. Видимые частоты поперечных головных волн изменяются по профилю в пределах 13–21 Гц.

В приграничной зоне АЮА и ИДС на временных разрезах фиксируются две продольные головные волны с граничными скоростями 6,0–6,5 и 4,2–5,2 км/с. Глубины до преломляющих границ варьируют в пределах 1,2–1,7 и 0,9–1,2 км соответственно. Область Чай-Юринского разлома характеризуется резким увеличением глубины до преломляющей границы – от 0,85 до 1,67 км.

В центральной части ИДС на временных разрезах фиксируются две продольные головные волны с граничными скоростями 6,2–6,6 и 7,5–7,7 км/с. Глубины до преломляющих границ варьируют в пределах 0,7–0,8 и 1,0–1,2 км соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Автоматизированная** обработка головных волн для систем наблюдений с многократными перекрытиями [Текст] / А. Ф. Еманов, В. С. Селезнев, В. М. Соловьев [и др.] // Методы изучения, строение и мониторинг литосферы : матер. к междунар. конф. – Новосибирск, 1998. – С. 197–204.

2. **Государственная** сеть опорных геолого-геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин [Текст] / Ю. М. Эринчек, А. В. Липилин, Р. Б. Сержантов [и др.] // Геофизические методы исследования земной коры : матер. Всерос. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Н. Н. Пузырева. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2014. – С. 282–288.

3. **Еманов, А. Ф.** Восстановление когерентных составляющих волновых полей в сейсмике : автореф. дис. ... д. т. н. [Текст] / А. Ф. Еманов. – Новосибирск, 2004. – 35 с.

4. **Еманов, А. Ф.** Динамический пересчет головных волн при обработке данных сейсморазведки [Текст] / А. Ф. Еманов, В. С. Селезнев, Н. А. Коршик //

Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49, № 10. – С. 1031–1045.

5. **Коршик, Н. А.** Построение временных разрезов головных волн по материалам сверхглубинных ОГТ на опорных профилях [Текст] / Н. А. Коршик, А. Ф. Еманов, В. С. Селезнев // Проблемы сейсмологии III тысячелетия : матер. междунар. геофиз. конф. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2003. – С. 350–354.

6. **Крылов, С. В.** Свойства головных волн и новые возможности автоматизации их обработки [Текст] / С. В. Крылов, В. Н. Сергеев // Геология и геофизика. – 1985. – № 4. – С. 92–102.

7. **Полянский, П. О.** Применение алгоритма динамического пересчета головных волн к обработке данных ОГТ (Северо-Западный участок опорного профиля 3-ДВ) [Текст] / П. О. Полянский, А. С. Сальников, А. Ф. Еманов // Геофизические методы исследования земной коры : матер. Всерос. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Н. Н. Пузырева. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2014. – С. 238–243.

8. **Селезнев, В. С.** Пересчет волновых полей головных волн фильтрами Винера [Текст] / В. С. Селезнев, А. Ф. Еманов // Геология и геофизика. – 1998. – № 4. – С. 536–546.

REFERENCES

1. Emanov A.F., Seleznev V.S., Solovyov V.M., et al. *Avtomatizirovannaya obrabotka golovnykh voln dlya sistem nablyudeniy s mnogokratnymi perekrytiyami* [Automatic processing of head waves for multifold coverage surveying system]. *Methods to study of lithosphere, its structure and monitoring. Proc. of international conferences*, Novosibirsk, September 6–13, 1998, pp. 197–204. (In Russ.).

2. Erinchek Yu.M., Lipilin A.V., Serzhantov R.B., et al. *Gosudarstvennaya set' opornykh geologo-geofizicheskikh profiley, parametricheskikh i sverkhglubokikh skvazhin* [National network of geological-geophysical survey base lines of parametric and super-deep wells]. *Geophysical methods for the Earth's crust survey. Proceedings of the all-Russia Conference dedicated to the 100th anniversary of N.N. Puzyrev* (December 8–13, 2014). Novosibirsk, IPGG SB RAS Publ., 2014, pp. 282–288. (In Russ.).

3. Emanov A.F. *Vosstanovlenie kogerentnykh sostavlyayushchikh volnovykh poley v seysmike* [Reconstruction of coherent components of wavefields in seismics]. Autoabstract of the doctoral thesis. Novosibirsk, 2004. 35 p. (In Russ.).

4. Emanov A.F, Seleznev V.C, Korshik N.A. [Dynamic head wave re-calculation in seismic data interpretation]. *Geologiya i geofizika – Geology and Geophysics*, 2008, vol. 49, no. 10, pp. 1031–1045. (In Russ.).

5. Korshik N.A., Emanov A.F., Seleznev V.S. [Construction of head wave time sections from super-deep CDP data on key profiles]. *Problems of seismology in the third millennium: Proc. of International Geophysical Conference*, *Novosibirsk, September 15–19, 2003*. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2003, pp. 350–354. (In Russ.).

6. Krylov S.V., Sergeev V.N. [Head wave attributes and new possibilities of their automatic processing]. *Geologiya i geofizika – Geology and Geophysics*, 1985, no. 4, pp. 92–102. (In Russ.).

7. Polyanskiy P.O., Salnikov A.S., Emanov A.F. [Dynamic head wave re-calculation algorithm for processing of CDP data (northwestern block of the survey base line 3-DV]. *Geophysical methods for the Earth's crust survey. Proceedings of the all-Russia Conference dedicated to the 100th anniversary of N.N.Puzyrev (December 8–13, 2014)*. Novosibirsk, IPGG SB RAS Publ., 2014, pp. 238–243. (In Russ.).

8. Seleznev V.S., Emanov A.F. [Head wave field re-calculation applying Wiener filters]. *Geologiya i geofizika – Geology and Geophysics*, 1998, no. 4, pp. 536–546. (In Russ.).

© П. О. Полянский, А. С. Сальников,
А. Ф. Еманов, В. В. Жабин, 2016

ПОЛЯНСКИЙ Павел Олегович, Алтае-Саянский филиал Федерального исследовательского центра Единой геофизической службы РАН, Новосибирск, мл. науч. сотр.; Институт нефтегазовой геологии и геофизики (ИНГГ) СО РАН, Новосибирск, аспирант. *E-mail: PPavel6.10@gmail.com*

САЛЬНИКОВ Александр Сергеевич, Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Новосибирск, завотделом, д.г.-м.н. *E-mail: seispv@sniiggims.ru*

ЕМАНОВ Александр Федорович, Алтае-Саянский филиал Федерального исследовательского центра Единой геофизической службы РАН, Новосибирск, директор; Институт нефтегазовой геологии и геофизики (ИНГГ) СО РАН, Новосибирск, ст. науч. сотр., д. т. н. *E-mail: emanov@gs.nsc.ru*

ЖАБИН Владимир Васильевич, Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Новосибирск, вед. науч. сотр., к.г.-м.н. *E-mail journal@sniiggims.ru*

POLYANSKY Pavel, Altay-Sayan Branch of the Federal Research center "Unites Geophysical Service" of RAS, Novosibirsk, Russia; PhD student in the Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia. *E-mail: PPavel6.10@gmail.com*

SALNIKOV Alexander, DSc, Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Novosibirsk, Russia. *E-mail: seispv@sniiggims.ru*

EMANOV Alexander, DSc, Altay-Sayan Branch of the Federal Research center "Unites Geophysical Service" of RAS, Novosibirsk, Russia; Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia. E-*mail: emanov@gs.nsc.ru*

ZHABIN Vladimir, PhD, Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Novosibirsk, Russia. *E-mail: journal@sniiggims.ru*