

**ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И СЕЙСМОТЕКТОНИКА ЮЖНОЙ ЧАСТИ
ОХОТОМОРСКОГО РЕГИОНА (ПО ПРОФИЛЮ ЮЖНЫЙ САХАЛИН–ЮЖНЫЕ
КУРИЛЫ)***

Т.К. Злобин^{1,2}, Л.Н. Поплавская¹, А.Ю. Полец^{1,2}

¹Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, ул. Науки 1Б, г. Южно-Сахалинск, 693022,
e-mail: T.Zlobin@mail.ru

²Сахалинский Государственный университет, ул. Ленина 290, г. Южно-Сахалинск, 693008

Поступила в редакцию 18 февраля 2009 г.

Построен глубинный сейсмический разрез земной коры, проходящий через Южный Сахалин, юг Охотского моря и Южные Курилы, выделены тектонические разломные зоны, рассмотрено положение гипоцентров, особенности напряженного состояния и типы сейсмодислокаций в очагах землетрясений. Под южной частью Татарского пролива и о-вом Сахалин установлены взбросы восточного крыла относительно западного, которые в результате многократных взбросовых подвижек по разлому за геологическое время привели к поднятию и наблюдаемому смещению сейсмических границ на 5–8 км. По механизмам очагов землетрясений установлен реальный подъем блока Большой Курильской гряды. В результате детального совместного анализа положения структурных границ на сейсмическом разрезе и сейсмотектонических подвижек по механизмам очагов землетрясений оценена сейсмотектоника и реальная динамика блоков земной коры.

Ключевые слова: строение земной коры, сейсмотектоника, землетрясения, Сахалин, Курилы, Охотское море.

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы исследований глубинного строения и геодинамики Земли, а также современных движений и напряженного состояния земной коры являются в последние годы составными частями основных научных направлений фундаментальных исследований. Большое значение имеют исследования строения и динамики структур зоны перехода от Евразийского континента к Тихому океану. Особый интерес для изучения динамики литосферы представляют исследования реального напряженного состояния недр, основанные непосредственно на наблюдаемых данных и интерпретации механизмов очагов землетрясений.

Изучение глубинного строения и динамики региона связано также с тем, что рассматриваемый в работе профиль пересекает уникальные и важные с точки зрения тектоники литосферных плит глубинные структуры зоны сочленения Тихоокеанской и Охотской плит, в том числе – сейсмофокальную зону

(СФЗ), которая свидетельствует о субдукции Тихоокеанской литосферной плиты.

Целью исследований является изучение глубинного строения земной коры и сейсмотектоники в полосе профиля Южный Сахалин–Южные Курилы, тектонических движений (сейсмодислокаций) блоков земной коры в структурах Сахалина и прилегающих акваторий, Курильской островной дуги и дна Охотского моря. Это стало возможным благодаря выполнению здесь ранее глубинных сейсмических исследований [4–10, 12, 26, 27] и наличию большого числа сильных землетрясений.

Работа представляет интерес как для Сахалина, где в последние годы ведутся активные работы по освоению нефтегазовых месторождений на шельфе острова, так и для южного фланга Курильской дуги, в области которого в настоящее время прогнозируется сильное землетрясение [31].

Разрез земной коры по профилю (рис. 1) построен на основе глубинных сейсмических исследований методами ГСЗ, МОВЗ, МОВ ОГТ. Изучение

*Публикуется в дискуссионном порядке.

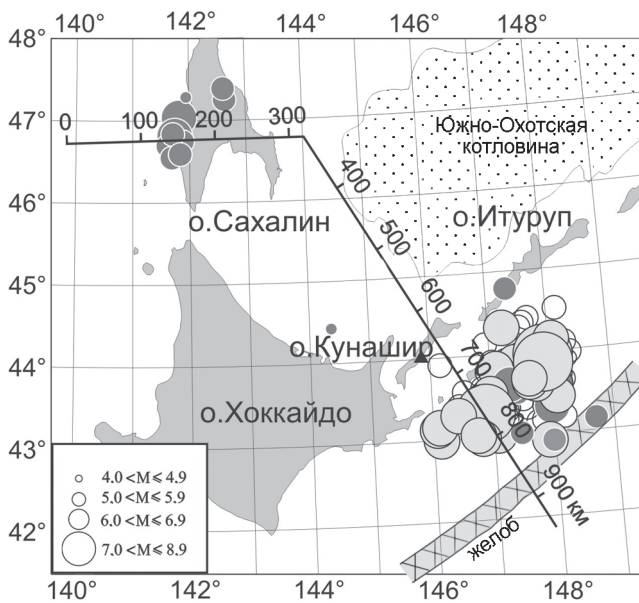


Рис. 1. Карта эпицентров в районе профиля Южный Сахалин–Южные Курилы и его положение.

Кружками показано положение гипоцентров землетрясений, темные кружки – очаги землетрясений с определенными механизмами в земной коре, серые кружки – то же в верхней мантии и светлые кружки – землетрясения с неопределенными механизмами. На врезке – значения магнитуд землетрясений.

динамики недр, выразившейся в сейсмодислокациях, осуществлено на базах данных об очагах землетрясений и их механизмов (табл.).

Профиль пересекает важнейшие структурные элементы юга Охотоморского региона от Сахалина до глубоководного желоба [19, 28] (рис. 2, 3), показанные на фрагменте тектонической схемы [19] (рис. 2).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ, ГЛУБИННАЯ СТРУКТУРА И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ВЫДЕЛЕННЫХ СЛОЕВ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Сейсмические исследования были выполнены методами глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ), отраженных волн (МОВ) в модификации общей глубинной точки (ОГТ) и методом обменных волн землетрясений (МОВЗ), описанных в работах [5, 6, 26, 28 и др.]. Метод ГСЗ позволил установить: основные черты глубинной структуры на всю мощность земной коры, установить основные глубинные сейсмические границы в земной коре; сейсмические скорости в слоях и вдоль сейсмических поверхностей; глубинные разломы. Метод обменных волн землетрясений (МОВЗ) на основе использования мощных источников упругих колебаний, которыми явля-

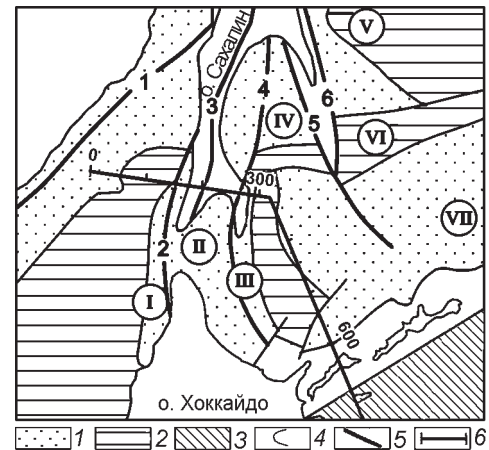


Рис. 2. Схема структурных элементов юго-западной части Охотоморского региона (фрагмент) из работы [32] с добавлениями и изменениями.

1 – прогибы, 2 – системы присдвиговых горстов и грабенов, 3 – Тихоокеанская плита, 4 – границы структурных элементов, 5 – крупные разломы, 6 – положение профиля Южный Сахалин – Южные Курилы.

Арабские цифры – разломы: 1 – Восточно-Сихотэалинский; 2 – Западно-Сахалинский; 3 – Центрально-Сахалинский; 4 – Хоккайдо-Сахалинский; 5 – Вальзинский; 6 – Пограничный. Римские цифры в кружках – структурные элементы: I – прогиб Исикари; II – Анивский прогиб; III – Тонино-Анивское поднятие; IV – поднятие залива Терпения; V – поднятие Полевого; VI – литрические впадины континентального склона; VII – Южно-Охотская котловина.

ются землетрясения, позволил получить детальную информацию о глубинном строении, выделить 5–8 границ в земной коре и верхней мантии, установить морфологию границ. Дать более детальное расчленение верхнего осадочного слоя земной коры (0–10 км), установить сейсмические скорости и свойства горизонтов в чехле, более мелкие разломы и тектонические нарушения в осадочных слоях, локальные структуры, в том числе нефтегазоносные позволил метод МОВ ОГТ.

В исследованиях ГСЗ и МОВЗ [5–7, 10] расстояния между станциями составляло от 2–5 до 15 км (в среднем, 7–10 км). При этом для ГСЗ была применена методика обращенного годографа. Взрывной интервал при этих наблюдениях на островной суше при отработке прямой системы наблюдений составлял 30–70 км, на акватории по системе обращенного годографа он был равен 4–5 км. Длина годографов – до 150 км, что позволяло проследивать упругие волны и построить границы в земной коре на всю ее мощность. При исследованиях МОВЗ наблюдения осуществлялись как наземными передвижными станциями “Черепаша”, так и морскими (донными станциями и буями).

Таблица. Каталог механизмов очагов землетрясений по данным NEIC [34]. (Нижняя полусфера).

№	Дата	T ₀ час, мин, сек	H, км	M _w	Оси главных напряжений						Нодальные плоскости						Тип подвижки
					T		N		P		NP1			NP2			
					PL	AZM	PL	AZM	PL	AZM	STK	DP	SLIP	STK	DP	SLIP	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	14.08. 2007	04 13 34.4	5.0	5.5	78	249	7	14	10	105	203	36	102	9	55	82	взброс
2	01.09. 2001	13 08 11.6	8.0	5.2	72	342	17	187	7	94	166	41	64	19	54	111	взброс
3	14.08. 2007	04 13 37.2	12.0	5.4	87	15	3	192	0	282	15	45	94	189	45	86	взброс
4	02.08. 2007	02 37 51.1	12.0	6.2	87	104	1	4	3	274	3	42	89	184	48	91	взброс
5	02.08. 2007	02 37 42.3	3.0	6.2	68	277	0	186	22	96	185	23	89	6	67	91	взброс
6	02.08. 2007	10 37 31.5	4.0	5.5	53	221	28	355	23	98	229	33	148	346	73	61	взброс
7	02.08. 2007	10 37 35.5	12.0	5.5	76	115	2	17	13	287	14	32	86	198	58	92	взброс
8	30.05. 2004	02 52 16.8	19.2	4.9	85	80	1	341	4	251	340	41	89	162	49	91	взброс
9	02.08. 2007	08 06 28.7	18.2	5.3	82	21	7	176	3	266	4	42	101	169	49	80	взброс
10	02.08. 2007	05 22 21.2	13.4	5.8	81	148	7	10	6	280	2	39	80	196	51	98	взброс
11	17.08. 2006	15 20 38.5	18.1	5.7	80	59	3	164	10	254	347	35	95	162	55	87	взброс
12	17.08. 2006	15 20 35.0	13.0	5.5	84	1	6	162	2	252	348	43	98	157	47	82	взброс
13	01.09. 2001	13 08 18.2	15.0	5.2	81	82	0	175	9	265	355	36	91	174	54	89	взброс
14	08.01. 2007	20 12 2.80	12.0	4.8	75	273	7	30	13	122	221	33	103	26	58	82	взброс
15	05.10. 1994	20 39 52.7	25.6	6.1	39	37	4	130	50	225	94	7	-126	311	84	-86	поддвиг
16	09.11. 1988	23 30 0.9	15.0	5.2	40	4	20	256	43	146	162	20	-4	256	89	-110	поддвиг
17	09.03. 1996	16 15 36.2	18	6	55	290	6	28	35	122	238	12	120	27	80	84	пологий надвиг
18	15.05. 1989	19 24 31.5	15.0	5.2	57	292	8	34	32	129	243	15	120	32	77	82	пологий надвиг
19	23.02. 1980	22 38 55.6	21.1	6.1	67	281	9	34	21	127	234	26	112	30	66	80	взброс
20	24.08. 2002	18 40 58.7	33	6.1	69	289	6	36	20	128	228	26	104	33	65	83	взброс
21	09.03. 1996	16 15 39.0	20	6.1	58	296	5	34	32	127	236	14	112	33	77	85	пологий надвиг
22	05.10. 1994	20 37 29.3	8.0	5.9	6	182	20	274	69	78	251	43	-121	110	54	-64	сброс
23	05.10. 1994	20 37 34.1	15	6	21	192	16	288	63	52	255	28	-127	115	68	-73	сброс
24	18.12. 1994	11 40 47.5	15.0	5.1	59	234	25	16	16	114	236	36	136	4	66	62	взброс
25	07.05. 1988	00 54 18.6	15.0	5.5	67	293	4	32	22	124	222	23	101	31	68	86	взброс
26	03.03. 1980	17 19 28.8	16.1	5.3	65	301	2	35	25	126	220	20	95	35	70	88	пологий надвиг
27	07.05. 1988	00 57 13.1	15.0	5.4	68	220	21	21	7	113	226	43	122	5	55	64	взброс

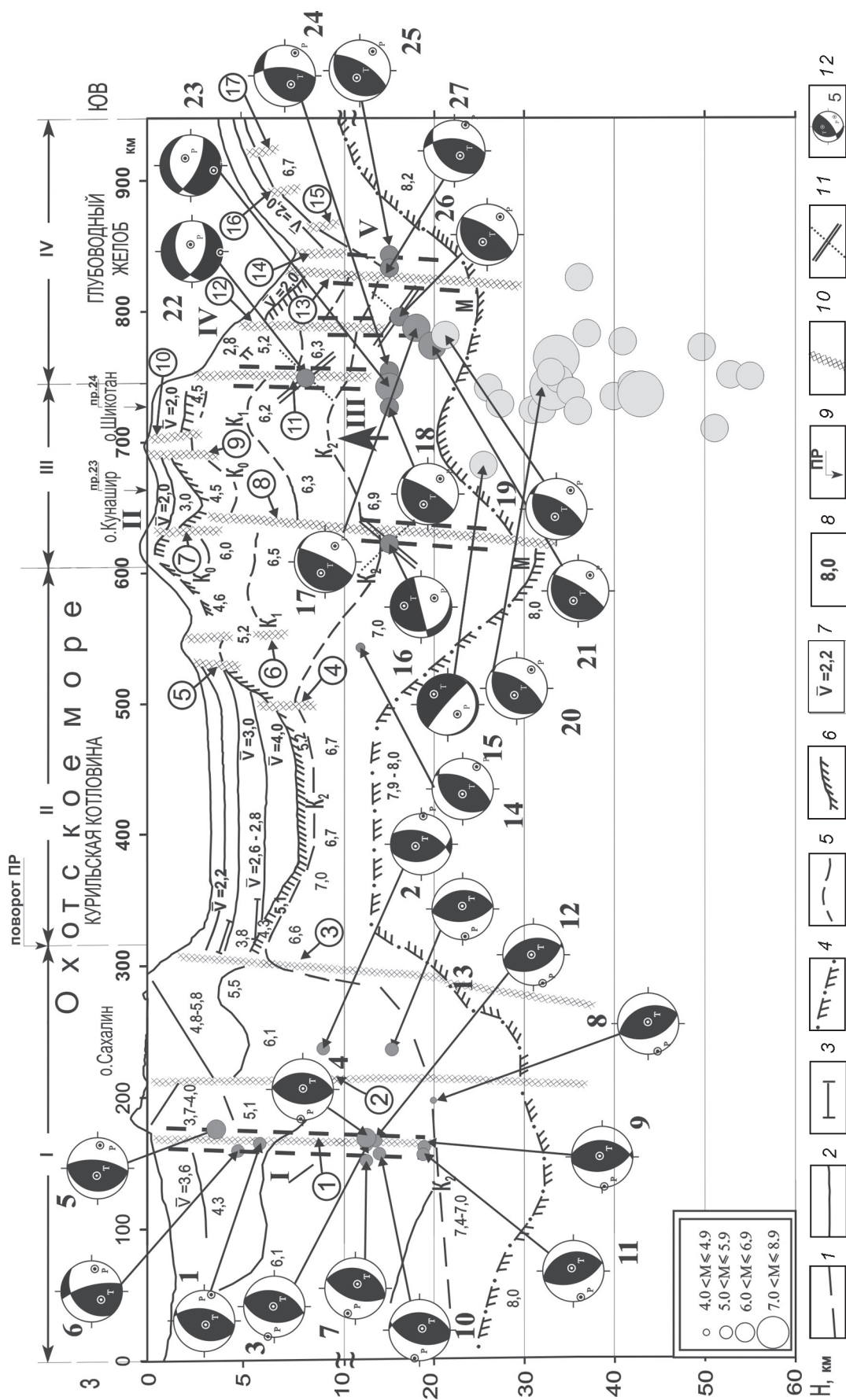


Рис. 3. Глубинный разрез земной коры по профилю Южный Сахалин–Южные Курилы по сейсмическим данным, гипоцентрам землетрясений и их механизмы.

1–3 – сейсмические границы, построенные по данным ГСЗ (1), МОВ ОГТ (2) и КМПВ (3); 4 – подошва земной коры (граница М); 5 – сейсмические границы по данным МОВЗ под Курильской островной дугой; 6 – поверхность земной коры по данным [3, 6]; 7, 8 – средние (7) и граничные (8) скорости, км/с; 9 – поворот геотраверса и положение секущих профилей ГСЗ и их номер; 10 – разломы; 11 – плоскости, ориентированные по простиранию nodальных плоскостей (STK), двойные сплошные линии – плоскость NP1, пунктиром – NP2; 12 – механизмы очагов землетрясений и их номер. I–V на разрезе – сейсмогенные зоны. Арабские цифры в кружках – номера разломов.

Была использована методика наблюдений, разработанная И.В. Померанцевой [20], Н.К. Булиным [2] и Т.К. Злобиным [5] для сложно построенной Курильской островной дуги.

Работы МОВ ОГТ были выполнены по методике 24- и 48-кратного непрерывного профилирования с фланговой системой наблюдений. Длина базы приема составляла 2400 м. Расстояния между каналами было равно 50 м. Длина полученной сейсмической записи – 10–12 с, дискретность – 4 мс, глубинность исследований – 7–8 км. Источник колебаний – пневматический, мощностью 30–36 л [10].

СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ И СЕЙСМИЧНОСТЬ

Результаты исследований строения земной коры и верхней мантии (рис. 3) описаны в работах [5–7, 26, 28]. Они позволили выявить глубинную структуру земной коры, ее расслоенность, зоны глубинных разломов, установить от 3 до 8 границ, разделяющих ее на слои. Основные сейсмические границы и их скоростные характеристики рассмотрены ниже непосредственно для каждого блока.

Блок I (от 0 до 330 км профиля) на глубинном сейсмическом разрезе представляет собой сечение южного Сахалина по широте около $46^{\circ}45'$ в районе 19 профиля ГСЗ. В этом блоке выделено 3 границы. По данным ГСЗ блок разделен тремя крупными региональными глубинными разломами на три зоны: западную, центральную и восточную. Эти разломы отождествляются [3, 19, 24, 32] с Западно-Сахалинским разломом (1), Центрально-Сахалинским (2) и Хоккайдо-Сахалинским (3) (рис.3). Соответственно в западной зоне блока установлены поверхности с граничной сейсмической скоростью (V_T), равной 4.3; 6.1 и 7.4–7.0 км/с, в центральной – 3.7–4.0; 5.1 и 7.4–7.0 км/с; в восточной – 4.8–5.8; 5.5–6.1 и 7.4–7.0 км/с.

Первая граница с $V_T = 3.7$ –4.3 км/с, а также $V_T=5.1$ км/с может ассоциироваться с разделом между палеоген-неогеновыми отложениями и верхнемеловыми [11, 24]. В некоторых случаях при интерпретации МОВ ОГТ этот раздел принимается за кровлю фундамента осадочных отложений. Вопрос определения границы, принимаемой за акустический фундамент в МОВ ОГТ, сложен. Поскольку за подошву осадочных отложений принимаются породы со скоростями от 6.2 до 5.5 км/с, а иногда и менее, то определение границы, принимаемой за кровлю фундамента, неоднозначно [11].

Раздел с $V_T=5.5$ –6.1 км/с связан с кровлей так называемого “гранитного” (“гранито-метаморфического”) слоя. Он представляет собой кристаллический фундамент (поверхность консолидированной коры).

Третьей границей является раздел со скоростью $V_T=7.0$ –7.4 км/с в блоке I, с $V_T=6.7$ –7.0 км/с в блоке II и с $V_T=6.7$ –6.9–7.0 км/с в блоках III, IV. Раздел с такими сейсмическими скоростями отождествляется с поверхностью нижнего, гранулито-базитового слоя земной коры [1, 5], ранее называемого “базальтовым” слоем.

Последний раздел (рис. 3) характеризуется скоростью 7.9–8.2 км/с. Он отождествляется с поверхностью Мохоровичича (подошвой земной коры).

Блок II (от 330 до 610 км профиля) включает в основном земную кору под Курильской котловиной Охотского моря и внутренним склоном Курильской островной дуги. Здесь, прежде всего, нами даны основные слои в осадочном чехле. Средняя скорость (\bar{V}) в них составила от 2.2 до 4.0 км/с. Отдельные значения граничной скорости, определенные по данным КМПВ на площадках (310–380 км профиля на рис. 3), составили 3.8–4.3 км/с.

В осадочном чехле Курильской котловины выделяют 4 региональных сейсмостратиграфических комплекса (РССК) [7, 30]. При этом РССК I – верхний мел–нижний палеоген, II – олигоцен–нижнемиоценовый, III – нижне-среднемиоценовый и IV – верхний миоцен–плиоценовый [3, 5–7, 30 и др.].

Под осадочным чехлом на разрезе установлен фундамент осадочных отложений, вдоль кровли которого скорость составила 5.1–5.2 м/с. Ниже акустического фундамента осадочных отложений в Курильской глубоководной котловине, согласно нашему разрезу, залегает тонкий (около 1 км) слой верхней коры. Фундамент представлен, как пишет А.Я. Ильев, “комплексом магматитов существенно основного состава (MZ-KZ), а в прикурильской части акватории – вулканогенно-осадочными породами и вулканитами существенно базальтового состава олигоцен-четвертичного возраста и местами – мезозойскими гранитоидами (P_3 –Q, MZ)” [30, с.73].

Вышеназванные образования покрывают нижний “базальтовый” слой земной коры. Вдоль его поверхности установлена типичная для этого слоя скорость (6.6–7.0 км/с) на всем остальном протяжении профиля, вплоть до приокеанского склона глубоководного желоба.

Рассматривая глубинный разрез далее на восток, отметим, что от 610 до 740 км профиля выделен блок III, пересекающий островодужные поднятия Большой и Малой Курильских гряд, а блок IV (от 740 до 950 км профиля) проходит через Курильский глубоководный желоб, включая оба его склона (приостроводужный и притихоокеанский). В этих блоках присутствуют, в основном, те же, что и в выше-названных блоках основные слои земной коры.

Таким образом, в результате сейсмических исследований установлено: положение поверхности земной коры, представленной под акваториями фундаментом осадочного чехла; подошва земной коры (поверхность М); до 6 слоев в земной коре. При этом определены параметры слоев: мощность, скоростные значения, морфология сейсмических границ, ограничивающих слои, что позволяет дать им геологическую интерпретацию.

Глубинная структура земной коры сопоставлена с положением гипоцентров землетрясений и особенностями механизмов их очагов. Для этого были использованы данные каталога NEIC [34] о землетрясениях с магнитудой от 4 до 8 и более с 1973 г. по настоящее время в полосе профиля по 100 км по обе стороны от него.

На рис. 1 видно, что основная сейсмичность проявилась в южной части профиля под Сахалином, в районе Курильских о-вов и глубоководного желоба. Конкретное положение гипоцентров землетрясений в земной коре и верхней мантии отражено на глубинном разрезе (рис. 3). Совместное рассмотрение сейсмических структурных данных, тектоники и информации о землетрясениях позволяет изучить сейсмотектонику региона. Для сейсмотектонических исследований важнейшее значение имеет дизъюнктивная тектоника, поэтому рассмотрим детально разломы на полученном разрезе и землетрясения в его полосе.

РАЗЛОМЫ И СОПОСТАВЛЕНИЕ ИХ С ГИПОЦЕНТРАМИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

На сейсмическом разрезе (рис. 3) выделено 17 разломов. Они установлены ранее по сейсмическим и геологическим данным. Первоначально охарактеризуем разломы, а затем сопоставим их с положением гипоцентров землетрясений.

В блоке I установлен Западно-Сахалинский разлом (рис. 1–3). Очень четко видна в этом блоке приуроченность к нему почти всех землетрясений (5, 6, 1, 4, 7, 10, 9, 11) с магнитудой $M \geq 4$. Они произошли на глубинах от 4 до 18 км и расположены в зоне шириной до 20 км, что соответствует 160–180 км профиля.

Второй разлом выражен на разрезе в сейсмических границах и смене значений скоростей. С ним могут быть связаны землетрясения 2 и 13, расположенные в полосе профиля севернее (рис. 1), проекция которых соответствует 240 км профиля.

Тектоническое нарушение 3 (рис. 3), приведено также в работах [3, 24, 25 и др.], основанных на данных ГСЗ [26]. Разлом проявляется в структурах верхней части коры в осадочных слоях и поверхности их

фундамента на глубинах до 5 км. Отсутствие здесь в осадочном слое очагов землетрясений естественно. Но и глубже, где разлом может быть связан с резкими изменениями глубин залегания границ в коре (K_2) и раздела М (подошвы коры), этот разлом в землетрясениях за рассматриваемый период регистрации (с 1973 г.) не проявился. Но ранее редкие землетрясения невысокого энергетического класса на шельфе восточного Сахалина были зарегистрированы [14, 22].

В блоке II большая часть поверхности фундамента субгоризонтальна и залегает на глубине около 7.5 км. В этом блоке крупных тектонических нарушений не отмечено, и все границы в земной коре залегают, как правило, полого. Лишь в юго-восточном борту Курильской котловины в этом блоке примерно с 570 км профиля отмечены деформации. В блоке II практически нет ни одного землетрясения с $M \geq 4$ с известными механизмами.

В блоке III в интервале 610–750 км профиля установлен ряд нарушений (7–10). Для настоящих исследований представляет интерес разлом 8. Он ограничивает поднятие Больших Курил (о-в Кунашир) с восточной, приокеанической стороны и соответствует 640 км профиля. Этот мощнейший разлом прослежен через всю земную кору вплоть до ее подошвы (границы М). Как и граница М, по разлому 8 смещены все коровые границы (K_0 – K_2). Этот разлом ограничивает островное поднятие Больших Курильских о-вов от междугового (Малокурильского) прогиба. Непосредственно в зоне этого разлома за анализируемый период сейсмических наблюдений было установлено два землетрясения рассматриваемой магнитуды, одно из которых (16) с известным механизмом. В восточной части блока III установлены разломы 9 и 10, которые ограничивают Малокурильское поднятие.

На границе блоков III и IV в районе 750 км профиля установлен явно проявившийся коровый разлом (11). По нему очень резко сброшен фундамент осадочных отложений, имеющий здесь скорости $V_T = 4.6$ – 5.2 км/с, а также нижележащая граница со скоростью $V_T = 6.2$ и 6.3 км/с. Эти смещения в рельефе дна соответствуют резкому погружению приостровного склона желоба. К этому разлому приурочен ряд землетрясений (22, 23, 18, 24) с магнитудой $M_w = 5.1$ – 8.1 .

В блоке IV выделено еще 6 нарушений (12–17). Они неглубокие, в основном, коровые, и лишь разлом 13 – сквозькоровый. Разлом 12 расположен в приостровном склоне желоба и проявлен не явно, прежде всего, в разрыве коровых границ и смещении некоторых из них. Два следующих нарушения (13 и 14) расположены в приосевой части глубоководного

желоба. Ширина зоны, ограниченной этими разломами, – 15–20 км. Здесь в земной коре зафиксировано два землетрясения – 26 и 27 (табл., рис. 3). Видимо, эти разломы ограничивают единую зону дезинтегрированных пород с чередующимися сколами и подвижками сбросо-взбросового типа. Об этом говорит интерпретация механизмов очагов названных землетрясений. Детально тектоника Курило-Камчатском желоба и структуры осадочного чехла в нем рассмотрены в работах [17, 30].

Таким образом, выше проанализировано соответствие гипоцентров землетрясений зонам разломов, установленным по сейсмическим и геологическим данным. Полученные по сейсмическим материалам данные о структуре земной коры были сопоставлены с информацией о 33 землетрясениях в полосе около 100 км по обе стороны от профиля (рис. 1).

АНАЛИЗ СЕЙМОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ И ПОДВИЖЕК ПО МЕХАНИЗМАМ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Построение глубинного сейсмического разреза по профилю, проходящему через Южный Сахалин и Южные Курилы, выявление на нем структур, нанесение на него положения гипоцентров землетрясений и привлечение результатов определения механизмов очагов, а также исследования особенностей напряженного состояния в очаге и типов сейсмодислокаций позволило на основе совместного рассмотрения всего вышесказанного изучить сеймотектонику Южного Сахалина и Южных Курил.

Положение разломов на разрезе показывает, что большинство из них приурочено к сейсмогенным зонам. Таких сейсмогенных зон пять (I–V, на рис. 3). Они связаны с глубинными разломами 1, 8, 11, 12 и 13.

В первом блоке в его западной части, в пересечении профилем южной части Татарского пролива и о-ва Сахалин, в сейсмогенной зоне I установлен ряд вышеназванных землетрясений. Типы сейсмодислокаций в этом блоке при землетрясениях 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, согласно каталогу NEIC, были квалифицированы как взброс.

Значительная часть дислокаций в данной сейсмогенной зоне связана с Невельским землетрясением 2 августа 2007 года и Горнозаводским 2006 г., подвижки в которых были взбросового типа. Согласно Л.Н. Поплавской и др. [21], западное крыло сместителя при этом было поднято вверх на северо-восток. Взброс был с компонентой правостороннего сдвига в субмеридианальном направлении. Анализ осредненного поля упругих напряжений и сейсмодислокаций для этих очагов позволяет говорить, что они “находи-

лись в условиях близгоризонтального сжатия, ориентированного субширотно, и более крутого субмеридионального растяжения. Всяческие крыло разлома в очаге поднялись и сдвинулись либо к юго-западу (NP1), либо к юго-востоку (NP2), сейсмодислокация – взброс” [21, с. 21]. Землетрясение проявилось даже в поднятии дна Татарского пролива и бенча к югу от г. Невельска на 0.5–1.5 м. При этом в исследованный период с 1980 г. по 2007 г. имели место взбросовые подвижки восточного крыла разлома I (рис. 3).

Представляется, что при проявлении вышеназванных подвижек в течение длительного времени результат их суммарного воздействия мог привести к видимому сегодня глубинному разрезу земной коры.

Наблюдаемые в настоящее время сеймотектонические подвижки в целом согласуются с результатами динамики и суммарных движений, выраженными в сейсмическом разрезе и геологических данных. Так кровля образований (сейсмическая граница с $V_f=4.3$, а затем 3.7–4.0 км/с) в восточной зоне блока I (170–220 км профиля) поднята на несколько км относительно западного крыла. В целом так же ведет себя нижележащая граница с $V_f = 6.1$ км/с, которая отождествляется с фундаментом осадочных отложений. В западной части блока (190 км профиля) она залегает на глубине до 6–8 км, а восточнее, на 220–300 км, она поднята до глубин 5 км и менее.

Еще яснее это видно для нижележащей границы, где восточный блок относительно западного поднят на 10 км. К такому результату могли привести многократные взбросовые подвижки (смещения) по этому разлому за геологическое время.

Блок II (330–610 км профиля) в основном представлен Курильской котловиной и нижележащими под ней структурами земной коры. Здесь в верхних 5–7 км образования в борту котловины осложнены выявленными незначительными нарушениями. Большая, верхняя часть разреза характеризуется: субгоризонтальными осадочными отложениями; относительно пологим залеганием фундамента на глубине около 7 км; отсутствием второго гранито-метаморфического слоя; сокращением до 7 км гранулитобазитового слоя и поднятием его подошвы – границы M. Как отмечалось, этот блок можно считать почти асейсмичным. Единственное зафиксированное за анализируемый период землетрясение, механизм которого был определен – событие 14 (табл., рис. 2), происшедшее в нижнем слое коры и являющееся взбросом. В восточной части блока профиль пересекает поднятие Сиретоко, которое отражено в воздымании фундамента, ось которого соответствует 540 км профиля.

Блок III (610–740 км профиля) отвечает антиклинальному поднятию Большой Курильской гряды, пересеченному профилем в северной части о-ва Кунашир, и поднятию Малой Курильской гряды в районе о-ва Шикотан. Последнее сопряжено с Кунаширским прогибом, ось которого находится на 650 км профиля. С этими структурами связаны выявленные сейсмическими работами дизъюнктивные нарушения небольшой (до 5 км) глубины и различия в расслоенности земной коры.

В западной части этого блока расположен глубинный разлом 8, проникающий на всю мощность земной коры. Он связан с сейсмогенной зоной II. В зоне этого разлома на глубине 15 км установлен гипоцентр землетрясения 16 (табл., рис. 3).

Изучение механизма его очага показало, что, в отличие от подвижек в северо-западной (присахалинской) части профиля, где сейсмодислокации были взбросового типа, здесь имела место дислокация типа поддвиг (табл., рис. 4А).

Согласно построенной нами стереограмме (рис. 4А), пологая плоскость NP1 (табл.) имеет падение на запад. Движение вдоль плоскости: западное крыло поднялось и сдвинулось на юго-восток. Крутая плоскость NP2 имеет падение на восток. Движение вдоль плоскости: восточное крыло опустилось и сдвинулось к югу.

Именно это падение и движение по плоскости NP1 мы и видим на сейсмическом разрезе (рис. 3), где в области очага землетрясения 16 граница K_2 , являющаяся поверхностью нижнего гранулитобазитового слоя коры, смещена по разлому, установленному по сейсмическим данным. При этом юго-восточное крыло поднято относительно северо-западного и направление смещения по разлому было: северо-запад – юго-восток при вертикальной амплитуде перемещений по разлому около 2 км.

Заметим, что названное землетрясение 16, а значит и подвижка (поддвиг) по нему произошли 09.11.1988 г. (табл.). Таким образом, можно полагать, что в это время в очаговой зоне нижний слой коры западного большекурильского блока в междугорном проливе испытал поддвиг под юго-восточный малокурильский блок. Следовательно, можно говорить о движении здесь с запада на восток, что согласуется с ранее предложенной нами [5] и другими [15] моделями о задуговом спрединге под Курильской котловиной, и констатировать, что такие движения в глубинных слоях земной коры имеют место и в наше время.

Таким образом, примененная методика сравнительного анализа структур и сейсмотектонических

дислокаций позволила оценить реальный процесс и движения в земной коре на юге Курильской островной дуги, наблюдаемые в недрах в настоящее время.

На границе блоков III и IV (750 км профиля), отвечающей подножию приокеанского склона Малой Курильской гряды, выделен разлом 11 сейсмогенной зоны III (рис. 3). В этой зоне в земной коре установлено 4 землетрясения (18, 22, 23, 24). Кроме того, ряд землетрясений, механизмы которых не были определены, имели место ниже по разрезу в зоне перехода от коры к мантии на продолжении разломной зоны.

Очаг 22 самого верхнего из этих землетрясений (табл., рис.3) располагался в средней части земной коры, в гранулитогнейсовом слое. По поверхности этого слоя граничная скорость сейсмических волн составляла 6.2–6.3 км/с. В соответствии с полученным сейсмическим разрезом (рис. 3), гипоцентр этого землетрясения находился под этой границей, в зоне разлома 11, по которому юго-восточная часть сброшена относительно северо-западной на 2 км и более.

Согласно интерпретации механизма очага сейсмодислокация этого землетрясения 22 (табл., рис. 4Б) – сброс. Плоскость NP1 имеет падение на восток. Движение вдоль плоскости: восточное крыло опустилось и сдвинулось к югу. Плоскость NP2 имеет падение на запад. Движение вдоль

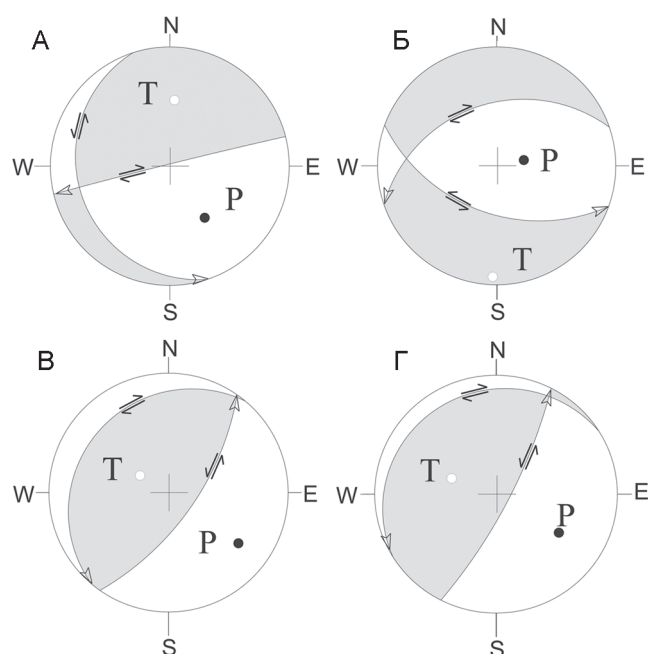


Рис. 4. Стереограмма механизма землетрясений 16 (А), 22(Б), 26 (В) и 17 (Г), (табл.) (нижняя полусфера).

Вертикальной стрелкой в блоке III (рис. 3) показано направление движений.

плоскости: западное крыло опустилось и сдвинулось на юго-восток.

Таким образом, аналогично, как при предыдущем землетрясении 16 (рис. 4А), падение плоскости NP1 и движение по ней полностью соответствует структуре вышележащей границы K_1 (рис. 3).

Такой же вид подвижек наблюдался и ниже по этому разлому, на глубинах 15 км в нижележащем гранулитобазитовом (“базальтовом”) слое, поверхностью которого является раздел K_2 . Согласно определению механизма очага землетрясения 23 и нашей интерпретации, тип сейсмодислокаций в очаге здесь такой же, как у предыдущего – сброс (табл. 1, рис. 3).

Восточнее гипоцентра землетрясения 22 на той же глубине в зоне разлома находится гипоцентр землетрясения № (табл. 1, рис. 3). Тип подвижки в соответствии с Гарвардским каталогом и нашей интерпретацией определяется как взброс. Он произошел через два месяца после предыдущего сброса. Следовательно, можно говорить, что сейсмодислокации (подвижки) по этому разлому носили дифференцированный во времени характер и в целом – сбросовозбросовый. В результате общих сбросовозбросовых смещений, как видно на глубинном сейсмическом разрезе (рис. 3), породы в слое и поверхность K_2 вернулись практически в исходное положение.

Западнее этих землетрясений в 10–20 км от них на той же глубине на 5 лет раньше в очаге землетрясения 18 (рис. 3) имела место подвижка, определенная как пологий надвиг (табл.). Всевыше сказанное говорит о том, что здесь была динамичная, нестабильная зона, блоки пород в которой испытывали разнонаправленные движения под разными углами сместителя.

Сравнительный анализ механизмов очагов землетрясений и глубинных структур, установленных по сейсмическим данным на глубинном разрезе (рис. 3), позволяют сделать следующие выводы. Блок III, соответствующий антиклинальному поднятию Малой Курильской гряды, ограниченный разломами 8 и 10 в районе 630 и 740 км профиля, представляет собой горстообразную структуру. В пределах ее слои земной коры смещены и подняты относительно западного борта разлома 8 и восточного разлома 10. Это поднятие конформно границе М. Поднятия в малокурильском блоке и смещение пород наблюдается и в настоящее время.

В сейсмогенной зоне IV расположен разлом 12 (рис. 3). Он выделен ранее по сейсмическим данным. В зоне этого разлома были зафиксированы землетрясения 26, 17, 21 и 19. Гипоцентры их определены на глубинах от 16 до 22 км (табл.).

Первым в этой серии было землетрясение 19, которое произошло 23.02.1980 в низах коры. Это было значительное землетрясение с магнитудой $M=6.1$. Сейсмодислокация в очаге была взбросом.

Вторым через 8 суток произошло землетрясение 26 (табл., рис. 4В) в самой верхней части этой области на глубине около 16 км в нижнем (гранулитобазитовом) слое земной коры. Тип сейсмодислокации в очаге определен как пологий надвиг. Анализ всех параметров механизма по стереограмме (рис. 4В) показал следующее. Одна из нодальных плоскостей имеет падение на юго-восток. Движение вдоль нее: восточное крыло поднялось и сдвинулось на северо-запад. Вторая имеет пологое падение на северо-запад. Движение вдоль плоскости: западное крыло поднялось и сдвинулось к юго-западу.

Третье землетрясение 17 (табл., рис. 3) в этой области произошло лишь спустя 16 лет. Здесь плоскость NP1 имела падение на запад (рис. 4Г). Движение вдоль плоскости: западное крыло поднялось и сдвинулось на северо-восток. Плоскость NP2 имела падение на восток. Движение вдоль плоскости: восточное крыло поднялось и сдвинулось на север. Таким образом, при землетрясении 17 по плоскости NP1 движение поднявшегося западного крыла было почти такое же (на северо-восток), как по одной из нодальных плоскостей при землетрясении № 26 (движение поднявшегося западного крыла на север).

Далее, через 3 секунды после землетрясения 17 в этой же очаговой области произошло четвертое событие 21 (табл., рис. 3) еще большей силы ($M_w=6.1$).

Из вышесказанного следует важный момент. После землетрясения 32, которое было первым надвигом в этой очаговой зоне, через 16 лет было зафиксировано событие 17 в виде пологого надвига. Это говорит о том, что движения, которые возникли 03.03.1980 в этом очаге при землетрясении № 26, продолжались (на север, а затем на северо-восток) в течение всего изученного времени и именно они вызвали следующее событие, приведшее к разрыву сплошности и в результате – к сбросу напряжений.

Наличие надвиговых дислокаций подтверждает модель, согласно которой в районе желоба имели место структуры сжатия [16, 23]. В соответствии с работой [18], коэффициент Лодэ-Надаи (μ) в этом районе на глубинах 0–40 км, рассчитанный по приливному методу, за 1962–1993 гг. составил величину от 0.7 до 0.3. Наши детальные расчеты, выполненные по методике Ю.Л. Ребецкого [22] на основе данных NEIC за 1973–2008 гг., показали, что значения μ в этой сейсмофокальной зоне могут иметь значения от

-0.6 до 0.2 на глубинах 30 км, а в основном лежат в диапазоне -0.2 до 0.2.

Заметим, что на основе результатов интерпретации материала морских сейсмических исследований методом отраженных волн по данным глубоководного бурения “Гломар Челленжера” в 56-м и 57-м рейсах, тонкой сейсмологии (микрорезультатов) и сейсмической интерпретации временных разрезов МОВ установлено, что региональное боковое сжатие в Курильской и Японской триаде дуга–желоб–океан направлено в сторону Тихого океана и, видимо, “...связано не с субдукцией океанической плиты, а надвиганием континентальной плиты (наклонная коромантийная пластина) вдоль сейсмофокальной зоны” [17, с.124].

Все рассмотренные землетрясения в течение 16 лет произошли в зоне размером около 5 км. Заметим, что согласно значениям магнитуд и формулы Н.В. Шебалина [33, с.187] $Lg l_{max(км)} \approx 0.55M - 2.0$, а для малых очагов с $M \leq 5 \div 5.25$ наибольший диаметр очага $l_{max} \leq 5 \div 8$ км. Таким образом, полученные нами величины хорошо соответствуют общеизвестным расчетным данным.

Анализ развития сейсмотектонических дислокаций по глубинам показывает, что сначала произошел толчок глубине около 21 км, затем на глубине 16 км. В дальнейшем, глубины последующих толчков имели значения, лежащие между глубинами вышеназванных событий. Следовательно, первоначальный импульс произошел в нижней части области, а затем, как и было ранее установлено [9] и подтверждалось неоднократно в других работах, возмущения передавались в верхние горизонты коры.

Сейсмодислокации в этой разломной зоне могут быть рассмотрены в динамике. Анализ их типов во времени показал, что сначала на глубине 21 км произошел взброс 19. Взброшенное крыло поднялось. Затем в верхней части оно было смещено по пологому надвигу. Медленные движения в этом направлении видимо продолжались. Соответствующие напряжения росли и, спустя 16 лет, в этой зоне опять произошли подвижки того же типа – пологого надвига, реализовавшиеся в результате землетрясения 17 и последующего за ним еще более мощного толчка (21), приведшего также к пологому надвиганию.

Сейсмоактивная тектоническая зона V ограничена разломами 13 и 14. Они соответствуют непосредственно осевой части желоба. Именно здесь, на глубине 15 км в районе поверхности, отвечающей кровле фундамента (подошве осадочных отложений) и второго океанического слоя зафиксировано два землетрясения – 25 ($M_w = 5.5$) и 27 ($M_w = 5.4$). Первое

из них (25) произошло 07.05.1988 в $00^h 54^m 18.6^c$, а второе (27) – через несколько минут в $00^h 57^m 13.1^c$ и являлось его афтершоком. Тип сейсмодислокаций в них, согласно Гарвардскому каталогу, определен как взброс (табл.). Это говорит о том, что притихоокеанский блок, состоящий, в основном, из нижнего базальтового слоя коры и соответствующий внешнему склону желоба, был при этом взброшен. Как показывает результат анализа сейсмодислокаций в сейсмоактивной зоне IV, такие сейсмогенные подвижки могут быть следствием многолетних движений и отражать суммарное общее направление движений и ориентацию напряжений.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Гипоцентры землетрясений, построенные по сейсмологическим данным (NEIC), приурочены в основном к крупным разломным зонам, установленным по сейсморазведочным данным и являющимся сейсмогенными.

2. Детальный анализ механизмов очагов землетрясений позволяет узнать, какие подвижки имели место в блоках земной коры. По данным табл., в изучаемом районе отмечены следующие типы сейсмотектонических дислокаций: взброс, поддвиг, пологий надвиг и сброс. При специальном и детальном анализе сейсмодислокаций, предшествующих одному из сильнейших (катастрофическому) землетрясениям в данном районе – Шикотанскому 4 октября 1994 г., нами были установлены определенные закономерности [13]. В характере напряженного состояния литосферы и соответствующих ему сейсмодислокациям была установлена цикличность. При этом цикл начинался и заканчивался равновесием главных действующих напряжений ($P=T$). В нем выделялось две фазы длительностью 1.5 и 1.9 года. В первую фазу цикла отмечалось чередование условий сжатия и растяжения, а во второй фазе ситуация стабилизировалась, устанавливались условия сжатия. Перед наступлением равновесного состояния поля напряжений происходил толчок на существенно большей глубине, что свидетельствовало о возможности передачи упругой деформации с больших глубин в верхние слои литосферы, после чего произошел главный толчок катастрофического землетрясения 4.10.1994 г.

3. Совместные исследования структуры земной коры сейсмическими методами (ГСЗ, МОВЗ, МОВ ОГТ) и изучение механизмов очагов землетрясений, произошедших в районе, позволяет на основе изучения строения земной коры, геологической интерпретации ее слоев и анализа сейсмодислокаций предста-

вить особенности динамики литосферы, т.е. движения блоков во времени.

В западной, сахалинской части профиля динамика литосферы проявлялась в попеременных сейсмодислокациях типа взброс и сброс. Они произошли в условиях субширотного сжатия при субмеридиональном растяжении в средней части коры на глубинах около 5–20 км, где находились названные очаги землетрясений. Подвижки такого типа могли происходить в течение предшествующего времени, например с мезозоя, к которому относятся породы средней коры (где произошли рассматриваемые сейсмодислокации). В результате их суммарного и длительного воздействия они могли привести к тектоническим движениям в этом блоке и смещениям по разломам, которые и обусловили наблюдаемый в настоящее время глубинный разрез земной коры (рис. 3).

В восточной, прикурильской части профиля анализ сейсмодислокаций в блоках III и IV показывает, что в Курильском поднятии произошли взбросовые подвижки и надвиги, т.е. блок испытывал положительные движения и воздымание слоев земной коры. Таким образом, предлагаемая методика проведенных исследований позволяет судить о динамике блоков литосферы.

4. Установлено, что структуры в блоке земной коры, включающие Малые Курилы, испытывали поднятия (взбросы) и надвиги, то есть в районе желоба имело место сжатие, которое подтверждается в ряде работ [16, 18, 22 и др.], а также сейсмическими данными МОВ [17]. Таким образом, проведенные нами исследования указывают, что структуры нижнего базальтового слоя коры под Малыми Курилами во внешнем склоне желоба были взброшены и надвинуты. Это могло быть связано с субдукцией.

5. Сейсмотектонические исследования, подобные выполненным нами, особенно важны для изучения сейсмических процессов, имеющих большое значение для физики и прогноза землетрясений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов В.В., Павленкова Н.И. Типы земной коры // Геотектоника. 1985. № 1. С. 3–14.
2. Булин Н.К. Применение метода обменных волн от землетрясений для изучения верхней части литосферы территории СССР. Л., 1984. Т. 1. 181 с.; Т. 2. 194 с.
3. Геология, геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Татарского пролива / А.Э. Жаров, Г.Л. Кириллова, Л.С. Маргулис и др.; отв.ред. Г.Л. Кириллова. Владивосток: ДВО РАН, 2004. 220 с. (Серия “Осадочные бассейны Востока России” / Гл. ред. А.И. Ханчук; т. 2).
4. Землетрясения в СССР в 1990 году: Сб. статей / Отв ред. О.Е. Старовойт. М., 1996. С.79–87.
5. Злобин Т.К. Строение земной коры и верхней мантии Курильской островной дуги (по сейсмическим данным). Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. 150 с.
6. Злобин Т.К., Злобина Л.М. Строение земной коры Курильской островной системы // Тихоокеан. геология. 1991. № 6. С.24–35.
7. Злобин Т.К. Строение земной коры Охотского моря и нефтегазоносность ее в северо-восточной части (по сейсмическим данным). Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2002. 98 с.
8. Злобин Т.К., Бобков А.О. Современная сейсмичность и разломная тектоника юга Сахалина. Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2003. 124 с.
9. Злобин Т.К. Динамика сейсмического процесса и строение очаговых зон сильных землетрясений Сахалина и Курил. Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2005. 141 с.
10. Злобин Т.К. Охотская литосферная плита и модель эволюции системы “окаинное море–островная дуга–глубоководный желоб” // Вестн. ДВО. 2006. № 1. С. 26–32.
11. Злобин Т.К., Ильев А.Я., Злобина Л.М. Природа и положение фундамента осадочного чехла Охотского моря по данным ГСЗ и МОВ ОГТ // Тихоокеан. геология. 2006. Т. 23, № 4. С. 3–17.
12. Злобин Т.К., Сафонов Д.А., Гуреев Р.Г. Модель глубинного строения и детальные исследования современной сейсмичности Южного Сахалина // Геофизика XXI столетия: 2005 год: Сб. трудов Седьмых геофизических чтений имени В.В.Федьинского (3–5 марта 2005 г., г. Москва). М.: Новый Мир, 2006. С. 129–134.
13. Злобин Т.К., Поплавская Л.Н., Левин Б.В. и др. Вариации поля упругих напряжений и основные сейсмодислокации в очаговой зоне Шикотанского землетрясения 4(5) октября 1994 года // Докл. РАН. 2008. Т. 419, № 6. С. 820–823.
14. Иващенко А.И., Ким Ч.У., Бондаренко Г.А. Сейсмичность поверхностных землетрясений Охотского моря // Сейсмическое районирование шельфа. Владивосток: ДВО РАН, 1990. С. 22–37.
15. Кариг Д. Происхождение и развитие окраинных бассейнов западной части Тихого океана // Новая глобальная тектоника. М.: Мир, 1974. С. 266 – 288.
16. Карта современной геодинамики Азии. 1:10000000 // Сост. К.Л. Леви, С.И. Шерман, В.А. Саньков и др. Иркутск: Ин-т земной коры СО РАН, 2007.
17. Ломтев В.Л., Патрикеев В.Н. Структуры сжатия в Курильском и Японских желобах. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. 141 с.
18. Николаев В.А. Исследование напряженного состояния литосферы на основе анализа связи земных приливов и сейсмичности. М.: ОИФЗ РАН, 2003. 236 с.
19. Объяснительная записка к тектонической карте Охотоморского региона 1:2 500 000. М.: ИЛОВМ РАН, 2000. 193 с.
20. Померанцева И.В., Мозженко А.Н. Сейсмические исследования с аппаратурой “Земля”. М.: Недра, 1977. 256 с.
21. Поплавская Л.Н., Рудик М.И., Сафонов Д.А., Нагорных Т.В. Поле упругих напряжений и сейсмодислокации западного побережья южного Сахалина // Проблемы сейсмотебезопасности Дальнего Востока и Восточной Сибири: Междунар. науч. симпоз., 27–30 сентября 2007 г. Южно-Сахалинск, Россия: Тез. докл. / Отв. ред. И.Н. Тихонов,

- А.В. Коновалов. Южно-Сахалинск: Ин-т морской геологии и геофизики ДВО РАН, 2007. 21 с.
22. Ребецкий Ю.Л. Тектонические напряжения и прочность природных горных массивов: М.: ИКЦ Академкнига, 2007. 406 с.
23. Региональный каталог землетрясений острова Сахалин, 1905–2005 / Л.Н. Поплавская, А.И. Иващенко, Л.С. Оскорбин и др. Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2006. 104 с.
24. Родников А.Г., Родникова Р.Д. Японо-Сахалинская островная дуга. М.: Наука, 1974. 75 с.
25. Сергеев К.Ф. Тектоника Курильской островной системы. М.: Наука, 1976. 239 с.
26. Строение и развитие земной коры на Советском Дальнем Востоке. М.: Наука, 1969. 162 с.
27. Структура и динамика литосферы и астеносферы Охотоморского региона / В.В. Харахинов, И.К. Туезов, В.А. Бабошина и др., М.: Нац. геофиз. ком. РАН, 1996. 337 с.
28. Суворов А.А. Глубинное строение земной коры Южно-Охотского сектора по сейсмическим данным. Новосибирск: Наука, 1975. 102 с.
29. Тектоника и углеводородный потенциал Охотского моря / О.В. Веселов., А.Я. Ильев, В.Э. Кононов и др. Владивосток: ДВО РАН, 2004. 160 с.
30. Тектоника Курило-Камчатского глубоководного желоба / Г.С. Гнибиденко, Т.Г. Быкова, О.В. Веселов, В.М. Воробьев, Ким Чун Ун, Р.З. Тараканов. М.: Наука, 1980. 179 с.
31. Тихонов И.Н. Методология прогноза сильных землетрясений по потоку сейсмичности на примере северо-западной части Тихоокеанского пояса: Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. Южно-Сахалинск: ИМГГ, 2009. 41 с.
32. Харахинов В.В., Гальцев-Безюк С.Д., Терещенко А.А. Разломы Сахалина // Тихоокеан. геология. 1984. № 2. С. 77–86.
33. Шебалин Н.В. Сильные землетрясения: Избр. труды. М.: Изд-во Акад. горн. наук, 1997. 542 с.
34. <http://neic.usgs.gov>

Рекомендована к печати Р.Г. Кулиничем

T.K. Zlobin, L.N. Poplavskaya, A.Yu. Polets

**Deep structure and seismotectonics of the southern part of the Sea of Okhotsk region
(on the Southern Sakhalin–Southern Kurils profile)**

A deep seismic section of the earth's crust, passing through the Southern Sakhalin, south of the Sea of Okhotsk and the Southern Kurils was constructed, tectonic fault zones were distinguished, location of hypocenters, features of the stress state and types of seismic deformations in the earthquake foci were considered. Uplift faults of the eastern side relative to the western side were established under the southern part of the Tatar Strait and Sakhalin Island, which during repeated uplift fault movements along the fault during geologic time resulted in the rise and observable displacement of seismic boundaries for 5–8 km. The real rise of the Greater Kuril ridge was established based on the earthquake foci mechanisms. Seismotectonics and the real dynamics of the earth's crust blocks were estimated based on the detailed joint analysis of location of structural boundaries on the seismic section.

***Key words:* earth's crust structure, seismotectonics, earthquakes, Sakhalin, Kurils, the Sea of Okhotsk.**