

11. Zemtsov V., Bragin V., Didenko A., Kazansky A. Rotations of the Eurasia's Lithospheric Structures // Proceedings of the 6th Intern. Conf. «Problems of Geocosmos». St.-Petersburg, 2006. P. 348-353.
12. Земцов В.А. Скорости вращения континентов // Материалы 1-й Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия: Геология и геодинамика архея. С.Петербург.: Центр информ. культуры, 2005. С. 134-138.
13. Уткин В.И. О наследовании движения Евро-Азиатской плиты//Глубинное строение и геодинамика Фенноскандии, окраинных и внутриплатформенных транзитных зон. Тез. докл., Петрозаводск: Кар НЦ РАН, 2002. С. 243-245.
14. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М.: Наука, 1964. 608 с.
15. Goldin S.V., Timofeev V.Yu., Ardyukov D.G. Fields of the Earth's Surface Displacement in the Chuya Earthquake Zone in Gornyi Altai. // Docl. Earth Sci., 2005. N 9. P. 1408-1413.
16. Timofeev V.Yu., Ardukov D.G., Calais E. et al. Displacement fields and models of ground motion in Gorny Altai // J. Geol. Geophys., 2006, N8. P. 917-925.
17. Mocanu V. Geodynamics, the high seismicity zone from the Romanian Carpathians by GPS and seismic attenuation studies // Agenda and abstracts of the 3rd International Conference «The Geology of the Tethys», Cairo: Cairo University, 2008. P. 48.
18. Zemtsov V.A. Continent drift pattern. Materials of the 32nd International Geol. Congress, Florence, 2004. P. 544.
19. Filippova I.B., Bush V.A., Didenko A.N. Middle Palaeozoic subduction belts: The leading factor in the formation of the Central Asian fold-and-thrust belt // Russian electronic J. Earth Sci., 2001, 6. P. 405-426.
20. Диденко А.Н., Руженцев С.В. Геодинамическая модель формирования Полярного Урала // Тектоническая история полярного Урала. М.: Наука, (Тр. ГИН РАН, вып. 531), 2001. С. 137-169.
21. Лубнина Н.В., Иосифиди А.Г., Храмов А.Н. и др. Палеомагнетизм силурийских и девонских осадочных формаций Подолы // Палеомагнетизм осадочных бассейнов Северной Евразии, С.-Петербург: ВНИГРИ, 2007. С. 105-125.
22. Родионов В.П., Некрасов А.И., Иосифиди А.Г. и др. Палеомагнитное положение Восточно-Сибирской плиты и Тас-Хаятасского террейна в течение раннего и среднего палеозоя. // Палеомагнетизм осадочных бассейнов Северной Евразии, С.-Петербург: ВНИГРИ, 2007. С. 89-104.
23. McElhinny M.W., Lock J. IAGA palaeomagnetic databases with Access. // Surv. Geophys., 1996, 17. P. 575-591.
24. Storetvedt K. M. Polar wander and global tectonics // Boll. Soc. Geol. It., 2005, N5. P. 177-187.
25. Storetvedt K. Global Wrench Tectonics and the Precambrian Earth // Precambrian continental growth & tectonism. New Delhi: Selective & Scientific Books, 2005. P. 119-121.
26. Калинин М.М., Арзамасцев А.А., Полинов И.В. Кимберлиты и родственные породы Кольского региона // Петрология, 1993, Т. 1, №2. С. 205-214.
27. Arzamastsev A.A. Unique Paleozoic intrusions of the Kola Peninsula. Apatity, 1994. 79 p.
28. Gaherty J., Jordan T.H. Lehmann discontinuity as the base of an anisotropic layer beneath continents // Science, 1995, N 268. P. 1468-1471.
29. Павленкова Н.И. Глубинные сейсмические исследования и глобальная геодинамика // Исследования в области геофизики, М.: ОИФЗ РАН, 2004. С. 286-295.
30. Arora B.R., Campbell W.H., Schiffmacher E.R. Upper mantle electrical conductivity in the Himalayan region // J. Geomagn. Geoelectr., 1995, N47. P. 653-665.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ СТРУКТУР И ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ О-ВА СИМУШИР ПО ДАННЫМ ГСЗ И МОВЗ

Злобин Т.К.^{1,2}

¹Институт морской геофизики (ИМГиГ) ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск,

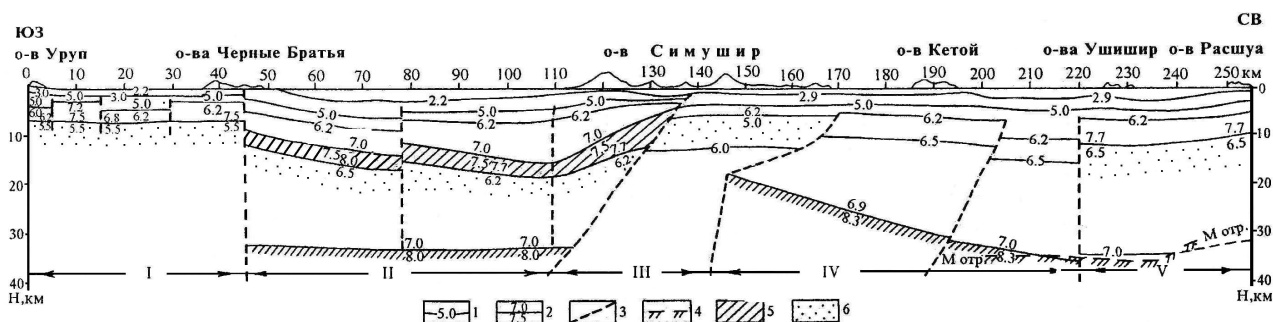
²Сахалинский государственный университет (СахГУ), г. Южно-Сахалинск, t.zlobin@mail.ru

Одно из наиболее ярких сопоставлений глубинных структур земной коры и их видимых проявлений на поверхности выполнено нами на Курильских островах. Исследования, приведенные в данной работе, посвящены сопоставлению глубинных структур с такими явными, видимыми и доступными для прямых наблюдений геологами и вулканологами структурами, как вулканические аппараты. При этом, образование, развитие и состояние (действующий, не действующий) вулканов прямо связано с глубинным строением недр и отражается в структуре и физических свойствах глубинных слоев земной коры и верхней мантии, неоднородностях в них и особенностях. Геолого-геофизические работы были выполнены вдоль о-ва Симушир, который является самым крупным в цепи островов среднего звена Курильской островной дуги. Остров протянулся в длину на 59 км при ширине от 4 до 15 км.

Глубинные сейсмические исследования земной коры на Средних Курилах, выполнены нами методами МОВЗ, ГСЗ, КМПВ и МОВ-НСП. [1,2]. При этом исследования МОВЗ были выполнены с помощью автономных переносных станций «Черепаша», установленных на островах Уруп, Черные Братья, Симушир, Кетой и Расшуа. Наблюдения КМПВ выполнялись по методике, обеспечивающей получение обращенных встречных и нагоняющих годографов. Регистрация сейсмических волн осуществлялась донными и радиобуйковыми станциями, которые расставлялись вдоль линии профиля в 10-20 км одна от другой. В качестве источника сейсмической энергии применялся пневмоизлучатель с объемом рабочей камеры 30 л. Работы ГСЗ были вы-

полнены в наземно-морском варианте по обращенной системе. При этом упругие колебания возбуждались взрывами зарядов массой 130 кг на глубине 90 м от поверхности моря. Заряды производились через 3-4 км. В качестве приемной аппаратуры на островах применялись автономные станции АСС-3 («Черепаха»), которые являлись основными и при исследованиях МОВЗ. Расстояние между станциями составляло 30-50 км.

Наиболее детально названными методами был изучен о-в Симушир. Исследования позволили установить особенности строения земной коры центральной части Курильской островной дуги от о-ва Уруп до Расшуа, включая более детальные наблюдения на о-ве Симушир [3,4]. При этом был расчленен разрез, установлены в коре основные слои, значения в них сейсмических скоростей, выявлены глубинные разломы и глубинные неоднородности земной коры (рис.).



Скоростной разрез земной коры по профилю Уруп-Расшуа.

1 – изолинии скорости; 2 – сейсмические границы и значения скорости над границей и под ней, км/с; 3 – границы скоростных блоков, отождествляемые с границами структурных несогласий и разломами; 4 – поверхность Мохоровичича (М); 5, 6 – слой повышенной (5) и пониженной (6) скорости

Было установлено, что мощность земной коры под о-вом Симушир составила до 25-30 км, а не 17-20 км, как считалось ранее. Это имело принципиально важное значение. Нами был сделан принципиальный вывод о том, что граница, залегающая в нижнем слое коры на глубинах 12-17 км и имеющая $V_g=7,4-7,6$ км/с может местами достигать скорости в 8,2 км/с.

Это, видимо, и позволяло при предыдущих исследованиях ГСЗ принять ее за поверхность М, считая, таким образом, мощность коры под островной дугой утоненной до 17 км. Однако однозначное установление нами границы с $V_g=8,2-8,4$ км/с и прослеживание её на восточном участке профиля из океана, где она являлась границей Мохо, позволили установить, что подошва земной коры под островной дугой (под о-вом Симушир на Средних Курилах) залегает на глубинах до 30 км.

Данный вывод подтвердил скоростной разрез земной коры по профилю ГСЗ Уруп-Расшуа вдоль Средних Курил, построенный на основе модельных расчетов и выполненных позже Т.К.Злобиным и А.С.Костюковичем [3]. Анализируя глубинный разрез вдоль профиля Уруп-Расшуа (рис.) можно сказать следующее. Блок I, включающий северо-восточное окончание о-ва Уруп, одноименный пролив и о-ва Черные Братья, отличается от остальной части разреза по скоростному строению (особенно в верхней части до глубин менее 10 км). Наиболее существенные особенности скоростного строения имеют место в блоке II. Так, в юго-западной части профиля здесь (под проливом Буссоль и южной половиной о-ва Симушир) скорость первоначально нарастает до глубин 10-15 км. Однако ниже по разрезу выделяется высокоскоростной слой (V от 7,5 до 7,7-8,0 км/с), под которым значения скорости становятся равными 6,2-6,5 км/с. Блок III, расположенный в средней части о-ва Симушир, резко отличается от предыдущего блока. Кроме того, в нем наблюдается разрыв границы М и резкий ее подъем (взброс) на 10 км в северо-восточном крыле под ПК 150 под вулканом Прево. Под центральной и северо-восточной частью о-ва Симушир (на ПК 140-170) подошва коры не прослеживается и строение этого блока резко отличное (аномальное). Ниже изолинии скорости $V=6,2$ км/с на глубине более 5 км резко меняется строение верхнего слоя земной коры, имеет место инверсия и понижение скорости. Таким образом, северо-восточнее ПК 140 картина иная, чем на предыдущей части профиля. Здесь высокоскоростной слой, выявленный юго-западнее в блоке II, отсутствует. Кроме того, здесь в блоке III в северо-восточной половине о-ва Симушир в верхней части коры на глубинах 6-12 км наоборот – появляется низкоскоростной слой с $V=5,0-6,0$ км/с. В скоростном отношении строение земной коры в блоках IV и V также имеет характерные особенности. В блоке IV восточнее ПК 170 наблюдается аномально резкий подъем границы М. Здесь до конца профиля I (т.е. под о-вами Кетой, Ушишир, Расшуа и проливами между ними) в скоростном разрезе выделяется три разноскоростных зоны. Первая из них включает пролив Дианы и о-в Кетой; вторая расположена под проливом Рикорда между о-вами Кетой и Ушишир, а третья – под этими островами и разделяющим их проливом Средний.

Резюмируя рассмотрение разреза, отметим, что восточнее ПК140 глубже 5 км (ниже изолинии $V=6,2$ км/с) строение земной коры резко меняется и вместо имевшего место высокоскоростного слоя – выявлен низкоскоростной слой. При этом, под ПК140 как по данным МОВ, ГСЗ, так и по скоростному разрезу в изолиниях скорости устанавливается мощный наклонный глубинный разлом, падающий на юго-запад. Этот же разлом устанавливается и по данным МОВЗ [4]. Таким образом, о-в Симушир, особенно в блоке III под ПК 140-170 км имеют по нашим данным резко аномальное строение коры.

Сопоставление глубинного строения земной коры и имеющихся здесь данных о структурах установленных прямыми геологическими наблюдениями (структурными формами тел, петрологическим составом пород) показало следующее. Самой яркой и, безусловно, главной видимой особенностью о-ва Симушир, проявляющейся в поверхностных структурах являются современные вулканы. На острове имеется шесть вулканов, которые образуют четыре горных массива, разделенных перешейками. Это вулканы Уратман (ПК190), Пик Прево (ПК145), Иканмикот, кальдера Заварицкого (ПК135), вулканы Мильна (ПК115) и Горящая Сопка [5]. При этом к действующим вулканам относят: вулкан Прево, кальдерный вулкан Заварицкого и вулк. Горящая сопка, высотой 890 м и извергавшийся шесть раз с 1842 по 1944 годы [6]. Основным из перечисленных является действующий вулк. Прево, расположенный в средней части острова в районе ПК145 профиля (рис.). Это вулкан очень правильной формы изолированного усеченного конуса высотой 1360 км. Он представлен лавами и пирокластикой базальтов. В 60-е годы XVIII века произошло его бурное извержение, по-видимому, с раскаленными шлаковыми потоками.

Геологическая интерпретация глубинных скоростных неоднородностей показала следующее. Главной особенностью скоростного разреза является выявленный в средней части коры, на глубинах 8-15 км слой повышенной скорости мощностью около 4-5 км. Интерпретируя природу высокоскоростных неоднородностей этого слоя силлообразной формы в средней части коры можно ее связывать с интрузиями базитового или более основного состава. На это указывают значение скорости (7,5-7,7 км/с) и форма тел. Питание их, очевидно, связано с подкоровым субстратом. Форма тел выпуклая. В средней части острова Симушир в районе кальдеры действующего вулкана Заварицкого высокоскоростной слой резко воздымается и приближается к поверхности. При этом, зона разграничения блоков II и III отвечает глубинному разлому, выделенному на разрезе МОВЗ и ГСЗ в верхней (на глубинах 2-8 км) и нижней частях коры (по разделу М) [1-4]. Кроме того, между ПК140 и 170 выделяется мощная ослабленная зона, в низах которой размыта граница М и разорвана, а ее северо-восточная часть поднята на 10 км. Это может способствовать проникновению и подъему по выделенному глубинному разлому и ослабленной зоне основных пород из глубинного магматического очага, внедрении базальтоидных пород в средней части острова, имеющих место в кратере вулкана Заварицкого и других. Естественно, при излиянии лав андезитового и базальтового состава происходило формированию вулканической постройки и базальтового слоя.

Природа же слоев пониженной скорости имеющих широкое развитие может трактоваться по-разному. С одной стороны пониженные скорости могут быть обусловлены наличием пород иного состава. Это может иметь место в блоке I и V. Однако наличие скорости равной 6,2-6,5 км/с в блоке II ниже высокоскоростного слоя и, тем более, скорости 5,0-6,0 км/с под центральной частью о-ва Симушир в зоне повышенной проницаемости (на 140-170 км профиля, район вулкана Прево) указывает, видимо, на то, что такое понижение скорости может объясняться частичным плавлением вещества, понижением его плотности и увеличением пластичности. Подтверждением этого вывода является и выделение по данным МОВЗ области отсутствия обмена, природа которых, как было показано выше, связывается нами с возможным наличием частично расплавленного вещества в магматических очагов вулканов. На рассматриваемом профиле такая область устанавливается под о-вом Симушир, например, на 155-165 км профиля под вулканом Уратман на глубинах от 20 км (т.е. в базальтовом слое) до глубин 35 км, отвечающих верхней мантии. Таким образом, выполненные исследования показывает генетическую и структурную взаимосвязь глубинных и поверхностных структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аносов Г.И., Аргентов В.В., Петров А.В., Злобин Т.К., Снеговской С.С., Киктев Ю.В. Новые сейсмические данные о строении земной коры центрального звена Курило-Камчатской островной дуги. // Тихоокеанская геология. № 1. 1988. С. 10-18.
2. Злобин Т.К. Строение земной коры и верхней мантии Курильской островной дуги (пол сейсмическим данным). Владивосток.: ДВНЦ АН СССР. 1987. 150 с.
3. Злобин Т.К., Костюкевич А.С., Злобина Л.М. Структура земной коры Средних Курил по данным сейсмического моделирования. // Тихоокеанская геология. № 2. 1998. С. 115-121.
4. Злобин Т.К., Пискунов Б.Н., Фролова Т.И. Новые данные о строении земной коры центральной части Курильской островной дуги. // Доклады АН СССР. Т.293. № 2. 1987. С.185-188.
5. Курильские острова./Отв.ред. Злобин Т.К., Высоков М.С.: Авт. Злобин Т.К., Высоков М.С., Фархутдинов И.П., и др. Сах.кн.из-во., 2004 г. 227 с.
6. Мархинин Е.К, Абдурахманов А.И. Под боком у вулкана. Южно-Сахалинск. Гермес. 1990.38 с.