

**Строение среды под Ключевской группой вулканов****Е.И. Гордеев<sup>1,2</sup>, И.Ю. Кулаков<sup>1,3</sup>, Н.М. Шапиро<sup>2</sup>, И.Ф. Абкадыров<sup>1,3</sup>**<sup>1</sup>Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: [gordeev@kscnet.ru](mailto:gordeev@kscnet.ru)<sup>2</sup>Институт физики Земли РАН, Москва<sup>3</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск

Вулканизм в зонах субдукции имеет сложный механизм питания, включающий многоуровневую систему магматических очагов в коре и в верхней мантии. Для Ключевской группы вулканов получено детальное строение среды до глубин в 30 км [2-5]. Так было определено несколько магматических очагов на разных уровнях в коре для Ключевского вулкана. На границе кора-мантия, на глубине 30-35 км существует значительный объём магматических расплавов, который является основным источником питания для вулканов Ключевской и Безымянный. Если для Ключевского вулкана система питания представляет вертикальный канал, то для Безымянного вулкана определён близповерхностный долгоживущий магматический объём, где, скорее всего, происходит дифференциация магматических расплавов, с последующими извержениями более легких андезитовых магм. Эти результаты были получены по записям землетрясений на локальных сейсмических сетях. Изучение среднеглубинных структур, соответствующих участкам коры и мантии между погружающимся слэбом и поверхностью Земли, было ограничено отсутствием наблюдений на сейсмических сетях с большой апертурой. К настоящему времени в районе Ключевской группы вулканов проведен широкомасштабный эксперимент по регистрации сейсмических событий на временных сетях сейсмических станций общим числом более 100 и размерами сети до 150 км [1] (рис. 1).

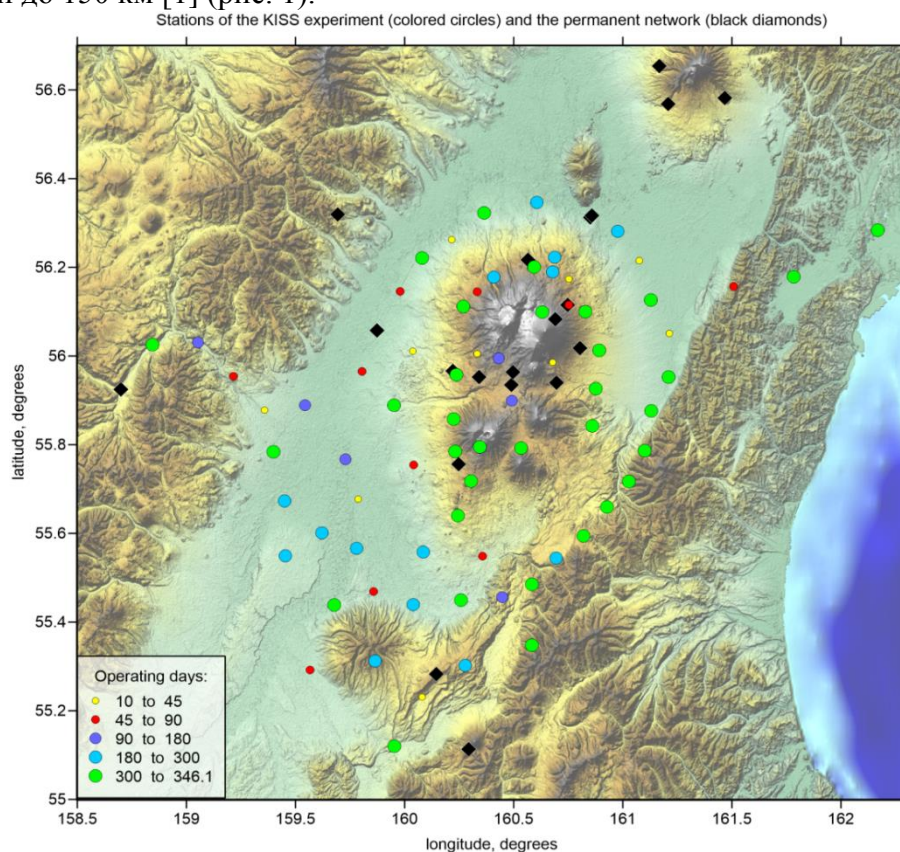


Рис. 1. Сейсмические сети в районе Ключевской группы вулканов в период наблюдений с августа 2015 г. по июль 2016 г.

Кроме данных, полученных в результате этого эксперимента, для построения скоростных моделей использовались данные временных сетей на вулкане Толбачик в 2014-2015 гг. и данные постоянных станций сети Камчатского филиала Единой Геофизической службы РАН. Общее количество сейсмостанций (временные и постоянные) составляло 208, а суммарное количество зарегистрированных землетрясений 6609. Такой объём данных позволил получить сейсмотомографическую модель до глубин в 150 км, то есть до верхних границ погружающейся субдукционной плиты.

На рис. 2 представлена структура аномалий скоростей продольных сейсмических волн (Р-волн) на глубине 50 км под Ключевской группой вулканов. Очевидна ярко выраженная аномалия пониженных скоростей к востоку от Ключевского вулкана. Андезитовые вулканы, в основном, связаны с низкоскоростными аномалиями (высокотемпературная, вязкая среда). Базальтовые вулканы – с высокими скоростями в коре (низкотемпературная среда с зонами разрушения, в которых формируются разрывные трещины).

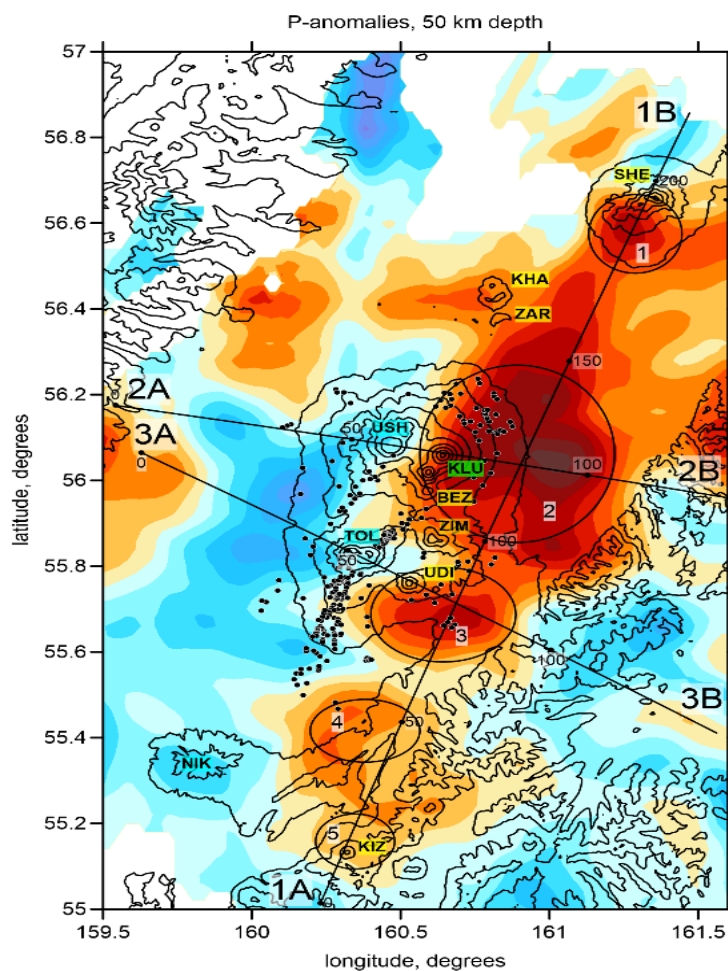


Рис. 2. Аномалии скоростей Р-волн под Ключевской группой вулканов на глубине 50 км.

На поперечных разрезах по профилю 2А – 2В (рис. 3) явно прослеживается система питания Ключевского вулкана с верхней границы субдукционной плиты. На разрезе по профилю 3А – 3В (рис. 3) система питания для вулкана Толбачик также имеет связь с субдукционной плитой.

При рассмотрении аномальных структур по профилю 1А – 1В (Кизимен – Шивелуч) (рис. 4) очевидно существование единого источника питания Ключевской группы вулканов, расположенного в мантии под вулканом Шивелуч.

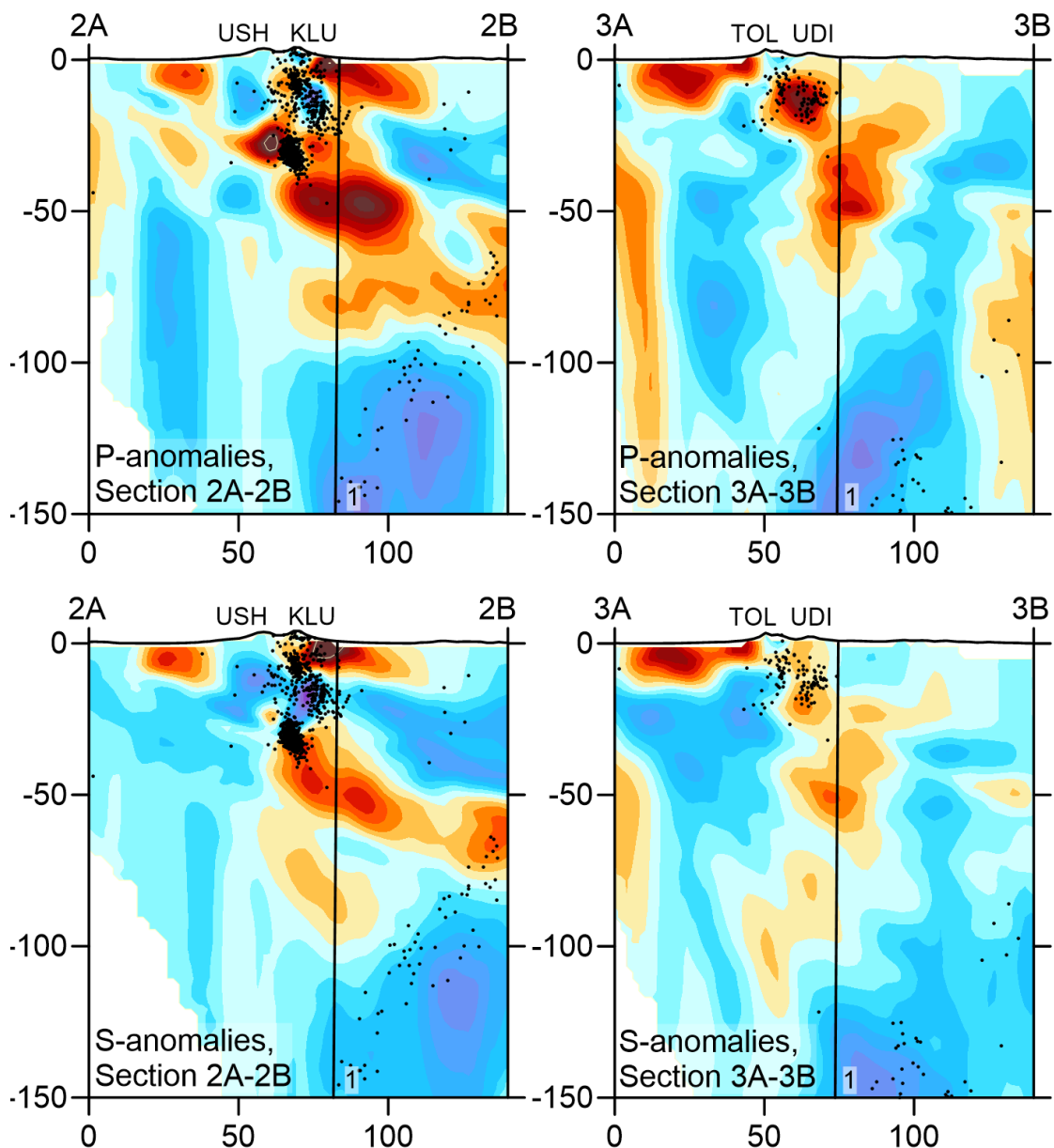


Рис. 3. Аномалии продольных (P) и поперечных (S) волн под Ключевой группой вулканов. Точками отмечены гипоцентры землетрясений под вулканами и в зоне субдукции.

Таким образом, сейсмотомографическая модель скоростной структуры под Ключевой группой вулканов, построенная по широкоапертурной сейсмической сети, представляет систему магматических объёмов и питающих каналов в нижней коре и верхней мантии. Очевидно наличие мантийного источника питания под вулканом Шивелуч. Эта система питания, скорее всего, образовалась из-за исчезновения слэба на северном окончании субдуцирующей океанической плиты. Горячая астеносфера с летучими компонентами поступает вдоль границы субдуцирующей плиты и обеспечивает высокую активность Ключевой группы вулканов.

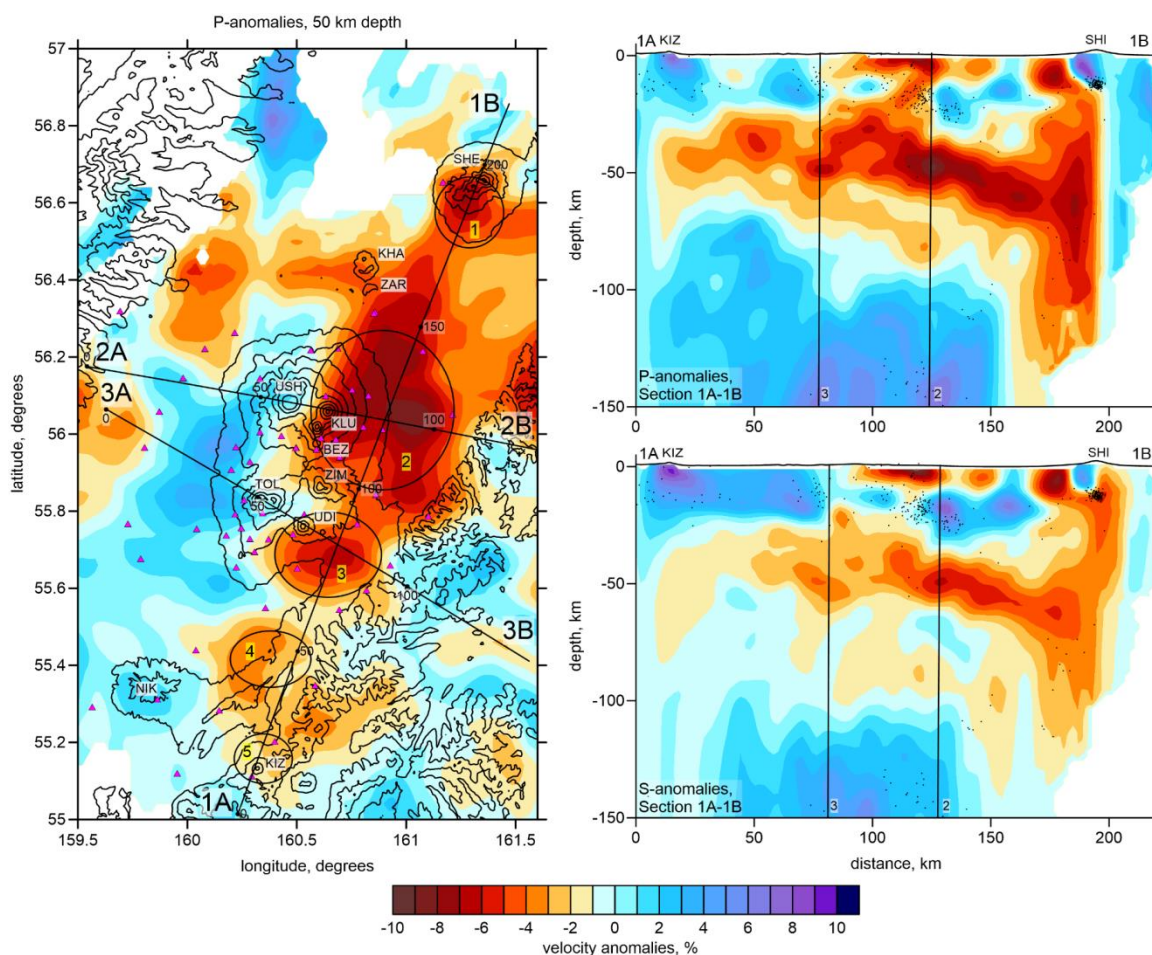


Рис. 4. Аномалии продольных (P) и поперечных (S) волн по профилю влк. Кизимен – влк. Шивелуч (1А – 1 В). Точками отмечены гипоцентры землетрясений под вулканами и в зоне субдукции.

Работа выполнена при поддержке Мегагранта № 14.W03.31.0033 Минобрнауки России.

#### Список литературы

1. Шапиро Н.М., Гордеев Е.И., Абкадыров И.Ф. и др. Широкомасштабный полевой сейсмологический эксперимент для изучения Ключевской группы вулканов // Вестник ДВО РАН. 2017. № 1. С. 75-78.
2. Ivanov A.I., Koulakov I.Yu., West M. et al. Magma source beneath the Bezmianny volcano and its interconnection with Klyuchevskoy inferred from local earthquake seismic tomography // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2016. DOI: 10.1016/j.jvolgeores
3. Koulakov I., Kukarina E., Gordeev E. et al. Magma sources in the mantle wedge beneath the volcanoes of the Klyuchevskoy group and Kizimen based on seismic tomography modeling // Geology and Geophysics 2016. 57(1). 82-94. DOI: 10.1016/j.rgg.2016.01.006
4. Koulakov I., Abkadyrov I., Al Arifi N. et al. Three different types of plumbing system beneath the neighboring active volcanoes of Tolbachik, Bezmianny, and Klyuchevskoy in Kamchatka // J. Geophys. Res. Solid Earth. 2017. 122. DOI: 10.1002/2017JB014082
5. Koulakov I., Gordeev E. I., Dobretsov N. L. et al. Feeding volcanoes of the Kluchevskoy group from the results of local earthquake tomography // Geophys. Res. Lett. 2011. 38. L09305. DOI: 10.1029/2011GL046957