

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ ДАННЫХ ПО ИЗУЧЕНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВОСТОЧНОГО ОБРАМЛЕНИЯ КОЗЕЛЬСКОГО ВУЛКАНА

© 2004 О.Д. Еликан

*Камчатский государственный педагогический университет,  
Петропавловск-Камчатский, Пограничная, 4, 683032;  
e-mail:elikan@mail.ru*

Выполнена визуализация сейсморазведочных данных по изучению геологической структуры восточного обрамления Козельского вулкана. Сделан вывод о блоковом строении территории и значительной роли радиально-концентрических разрывов в строении фундамента вулкана, сложенного тригигеной толщей мелового возраста.

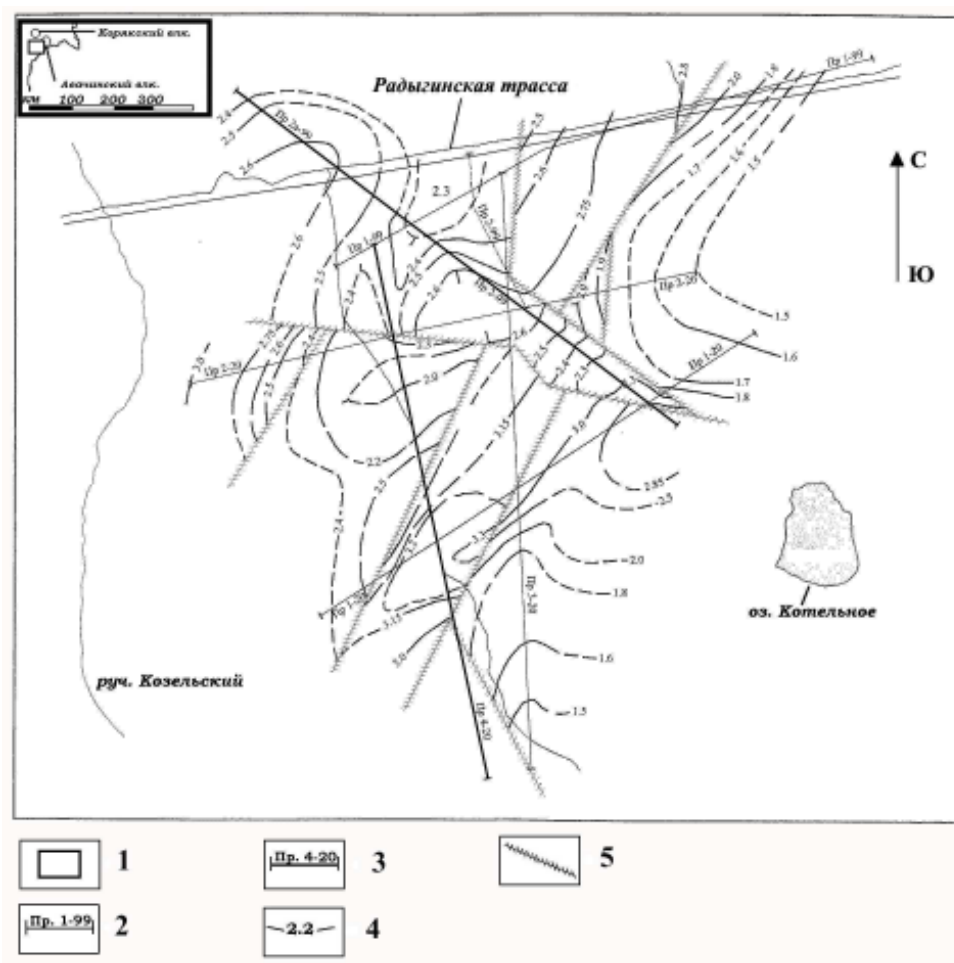
Авачинско-Корякская группа вулканов представляет особый интерес для исследователей, так как их извержения могут привести к нарушению жизнедеятельности областного центра Камчатки. Хотя геолого-геофизическая изученность этой группы вулканов является самой высокой на Камчатке, однако выполненные в 2000-2003 гг. под руководством к.г.-м.н. Г.И. Аносова\* сейсморазведочные исследования юго-восточного подножия Козельского вулкана позволяют лучше понять строение толщи меловых отложений, являющихся основанием вулканов Авачинско-Корякской группы.

Козельский вулкан является самым восточным вулканом этой группы. Сошедшие с вулкана лавовые потоки и слои пирокластических отложений чередуются с полигенетическими обломочными отложениями, выполняющими вулканотектоническую депрессию, обрамляющую вулканы. Было исследовано восточное обрамление Козельского вулкана, пространственно совпадающее с Авачинско-Радыгинской площадью. По данным бурения и предшеству-

ющих геолого-геофизических работ было установлено, что здесь отмечается неглубокое (около 1 км) залегание меловых отложений, что обусловлено наличием здесь перекрытого кайнозойскими отложениями горстообразного поднятия, осложняющего строение комплекса докайнозойских отложений (Поздеев, 2003).

Целью работы было построение объемной модели участка Радыгинского полигона с использованием параллельных разрезов. Для построения такой модели оптимальным является метод моделирования пространственных переменных, который позволяет получить наглядное представление о глубинном строении земной коры, проследить последовательность залегания горных пород, изменение плотности пород с глубиной, а также выявить закономерности пространственного изменения свойств горных пород в пределах исследуемого района. Интерпретация такой модели способствует выделению и описанию тенденций, наблюдаемых в изменении характеристик изучаемых объектов, а иногда и позволяют выявить новые закономерности. При построении модели основой служили сейсморазведочные разрезы с выделением разноскоростных горизонтов. Однако необходимость корреляции этих разрезов между собой потребовала также привлечения данных геологического картирования, геохимических

\* Аносов Г. И., Делемень И. Ф. и др. Отчет «Геолого-геофизические исследования Авачинско-Радыгинской площади» ФГУ ТИФ, 2004, г. Петропавловск-Камчатский. 205с.



**Рис. 1.** Расположения сейсмических профилей и схема залегания кровли раннемеловых пород. 1 – район проведения работ; 2 – сейсмические профили; 3 – сейсмические профили, задействованные в модели; 4 – глубина залегания раннемеловых пород; 5 – разломы.

и шлиховых съемок, а также описания разрезов буровых скважин (Каждан, Гуськов, 1990).

Создание трехмерного изображения выполнялось в несколько этапов:

1. Оцифровка сейсмических профилей (всего таких профилей 6) (рис. 1).

2. Построение двухмерных моделей, позволяющих выявить границы слоев с различным литологическим составом (рис. 2,а-е), который является основным фактором, определяющим скорость распространения сейсмических волн (Огильви, 1962). Цветом показаны различные слои.

3. Получение объемного изображения путём соединения двухмерных моделей (в данном случае трехмерная модель построена на примере 2-х профилей) (рис. 3).

Созданная таким образом модель позволяет проследить последовательность залегания горных пород, изменение плотности пород с глубиной, а также проследить изменение мощности слоев в пределах изучаемого района (рис. 3).

Анализ полученной модели позволил выявить некоторые закономерности в распределение плотностей горных пород. Скорости прохождения сейсмических волн уменьшаются с приближением к поверхности, следовательно, каждый нижележащий слой имеет более высокую плотность по сравнению с вышележащим (рис. 2,а-е, 3). Причём, на данной модели проявляются две чётко выраженные аномалии, выражающиеся в увеличении скорости сейсмических волн в пределах слоя по сравнению с пограничными слоями. Эти аномалии проходят на глубине 1.5-2.5 км и 0.3-1.0 км и наблюдаются на всей исследуемой территории. Скорость продольных сейсмических волн в пределах слоя пород, залегающего на глубине 0.3-1 км, составляет 2.6-3.2 км/с, что соответствует базальтовым породам. Два слоя, располагающиеся на глубине 1.5-2 км, имеют скорости продольных волн 3.66-4.45 и 4.65-5.05, что соответствует песчаникам, но вышележащий слой характе-



СЕЙСМИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ  
ПР 2 - 99

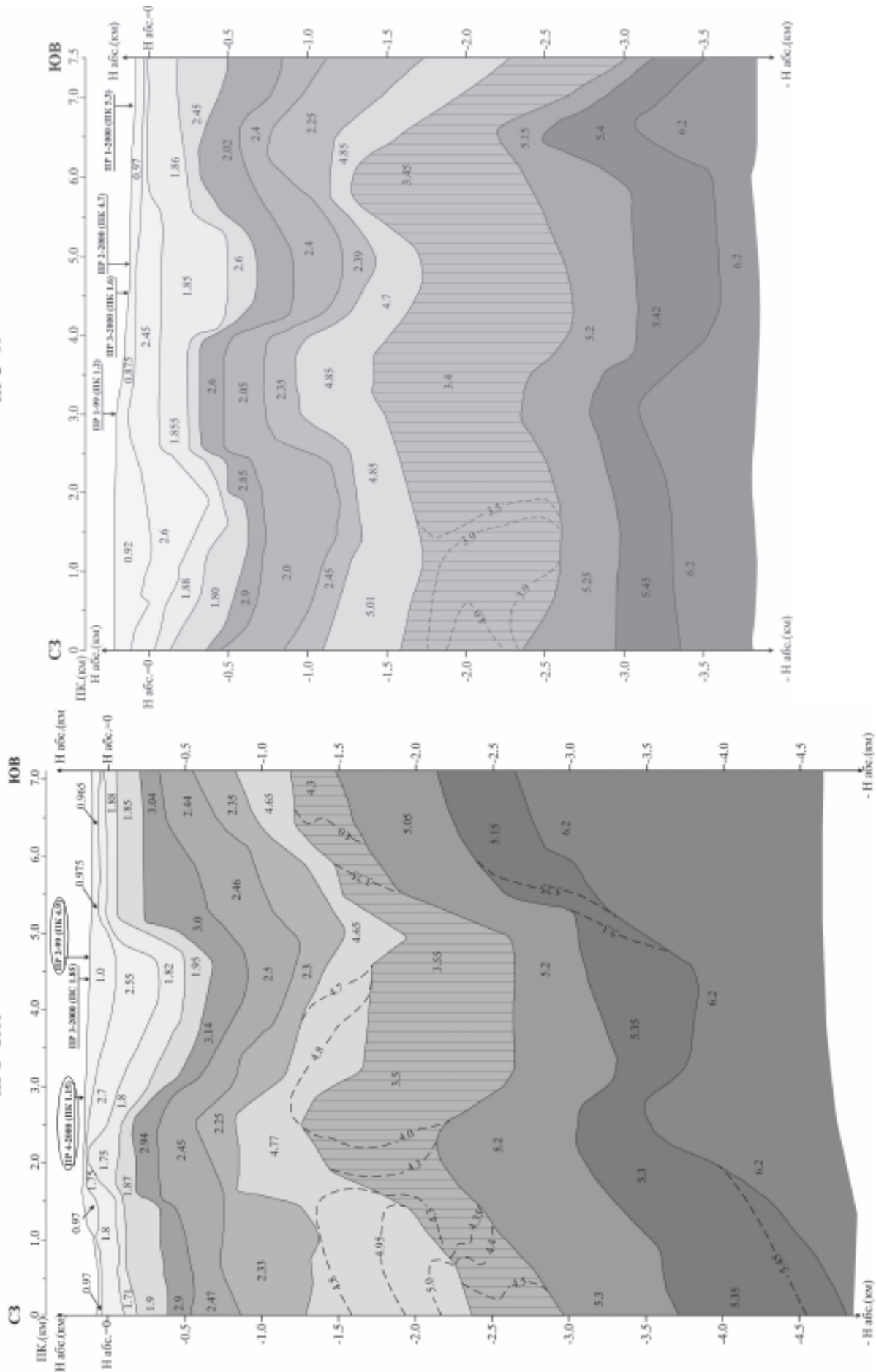
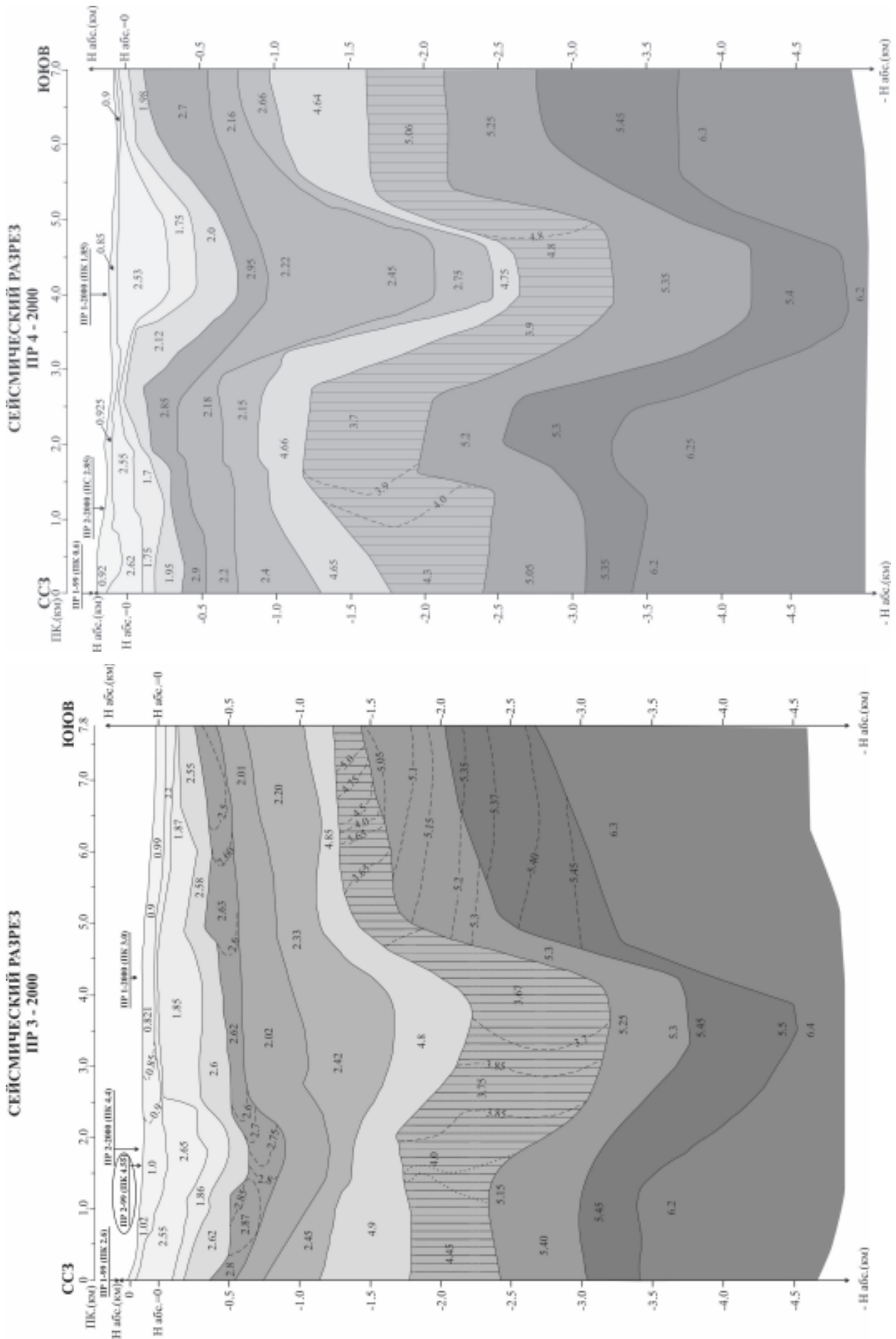


Рис. 2в, 2г. Изученные сейсмические разрезы. Цветом показаны различные сейсмические слои. Цифрами обозначены скорости сейсмических волн, км/сек. Эллипсом обозначены сейсмические разрезы, задействованные в модели. На рис. 2б стрелкой показано местоположение скважины Р-3.



**Рис. 2д, 2е.** Изученные сейсмические разрезы. Цветом показаны различные сейсмические слои. Цифрами обозначены скорости сейсмических волн, км/сек. Эллипсом обозначены сейсмические разрезы, задействованные в модели. На рис. 2б стрелкой показано местоположение скважины Р-3.

Объемная модель земной коры у подножия  
Козельского вулкана

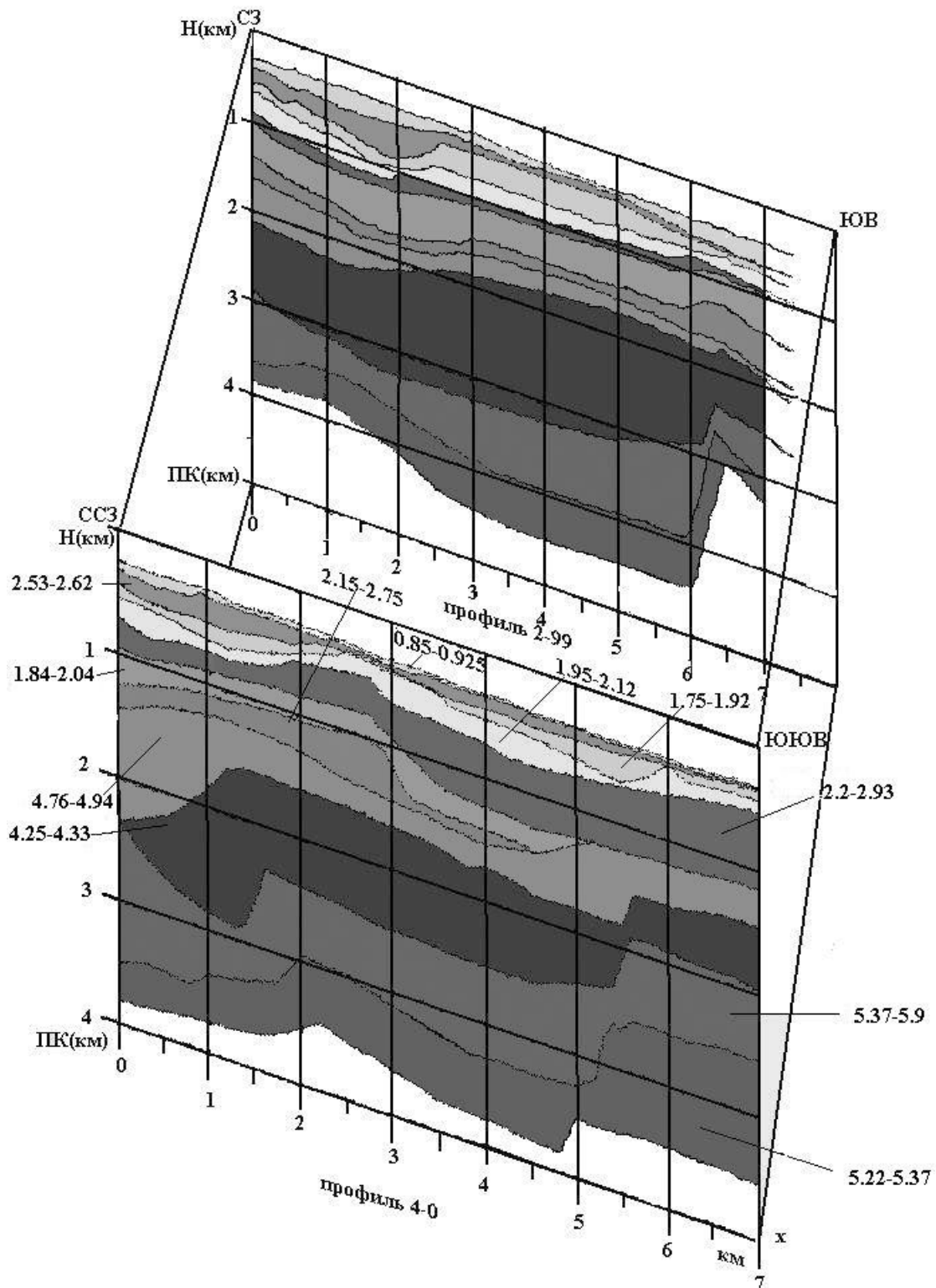


Рис. 3. Объемная модель, отражающая строение подножия Козельского вулкана. Цветом показаны различные сейсмические слои. Цифрами обозначены скорости сейсмических волн, км/сек.

ризуется более высокой плотностью. Это может обуславливаться несколькими факторами: пласт сложен морскими терригенными отложениями, или осадочные породы сцементированы более мелкодисперсным материалом.

Кроме того, на данной модели отчётливо выражено погружение слоев (со смещением по разрывам), которое также хорошо прослеживается на всех сейсмических профилях (рис. 2, а-е). Эта депрессия располагается в центральной части исследуемого района, причем как видно на профилях, она не проявлена в строении приповерхностных горизонтов пород. Значительная мощность горизонтов, подвергшихся опусканию, свидетельствует о том, что скорость опускания и скорость седиментации были весьма интенсивными. Практически на всех профилях отчетливо выражено также поднятие, пространственно сопряжённое с депрессией и расположенное также в центральной части района. Это свидетельствует о том, что движения земной коры были не однонаправленными. Наличие этих дислокаций подтверждается на объемной модели. Наклон слоев на крыльях больших изгибов отражает степень контрастности движений на участке перехода от опускания к поднятию (Белоусов, 1971). В данном случае большой градиент превышений с сильными изгибами границ раздела свидетельствуют, по мнению автора, о быстрой смене направления движений. Скорее всего, градиентная зона находится над крупным субвертикальным разрывом (разломом), сместитель которого расположен на глубинах, превышающих глубину разрезов.

Таким образом, построенная модель пространственных переменных для подножия Козельского вулкана позволила выявить общие закономерности в глубинном строении района, проследить аномалии, связанные с резким из-

менением плотности пород, а также подтвердить наличие разломов и связанных с ними нарушений в исследуемом районе.

Автор выражает признательность за предоставленный для работы материал к.г.-м.н. Г. И. Аносову и ЗАО АК «Росавиасервис». Кроме того, автор благодарит своего научного руководителя к.г.-м.н. И. Ф. Делемена, к. г.-м.н. В. И. Белоусова, В. А. Рашидова и О. Р. Хубаеву за полезные обсуждения, консультации и помощь в написании статьи.

Работа выполнена по заказу ЗАО АК «Росавиасервис» при финансовой поддержке Неправительственного экологического фонда им. В.И. Вернадского, выделившего в 2004 г. именную студенческую стипендию имени В.И. Вернадского. Интерпретация результатов исследований была проведена при финансовой поддержке проекта № НШ-2294.2003.5 Государственной поддержки ведущих научных школ, с использованием результатов полевых исследований района, выполненных по программе и финансовой поддержке проекта ФЦП «Интеграция» № Э0334/946.

#### Список литературы

- Белоусов В. В.* Структурная геология. М.: Из-во Московского университета, 1971. 277 с.
- Каждан А. Б., Гуськов О. И.* Математические методы в геологии. М.: Недра, 1990. С. 155-157.
- Огильви А. А.* Геофизические методы исследований. М.: Из-во Московского университета, 1962. 411 с.
- Поздеев А. И.* Углеродородная газогенерация Авачинской депрессии Камчатки, ее перспективы и связь с сейсмичностью // Вулканология и сейсмология. 2003. № 6. С. 44-54.

**Visualization of the Seismic Data for Studying Geological Structure of the East Frame  
of the Kozelsky Volcano**

**O. D. Elikan**

*Kamchatka State Pedagogical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, Pogranichnaya street, 4, 683032*

Visualization of the seismic data for studying geological structure of Kozelsky volcano east frame is executed. The conclusion about block structure of the territory and an important role of radialconcentric faults in a structure of the volcanic base is made.