

КОМПЛЕКСНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНЕ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ «КАРЫМШИНА».

Рылов Е.С., Федорченко И.А., Лунгул О.А.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, zaparin16@mail.ru

Введение

Изучение строения Карымшинского геодинамического полигона представляет особый интерес для понимания вопросов геодинамики и сейсмичности Камчатки, т.к. на его территории расположена геофизическая обсерватория «Карымшина» (КГО) Камчатского филиала геофизической службы РАН (КФ ГС РАН). На КГО проводятся непрерывные наблюдения вариаций электромагнитного поля в диапазоне частот 0.01 - 40 Гц, электротеллурических токов в двух взаимно перпендикулярных направлениях (7 каналов), акустической эмиссии в скважине (Н = 30 м). Также проводится регистрация сейсмического сигнала в диапазоне частот 0.5 - 30 Гц и метеорологических величин (давление, температура, ветер, осадки, влажность). В районе полигона осуществляется мониторинг химического состава газов в скважинах и изучение других параметров [2, 4-8].



Рис. 1. Карта-схема расположения объекта, где проводились комплексные геофизические наблюдения.

Рассматриваемый район относится к юго-восточной окраине внутренней вулканической дуги полуострова (рис.1), представляющей собой сложно построенный Южно-Камчатский антиклинорий. КГО «Карымшина» расположена на высоте около 100 м. над уровнем моря, в нижнем течении реки Карымшина, в пределах грабена реки Паратунки [2, 4-8]. Долина реки представляет собой сложно построенный грабен, образованный вертикальными блоковыми перемещениями пород кристаллического фундамента в раннечетвертичное время. Ложе долины заполнено толщей четвертичных отложений, их мощность в районе обсерватории – около 90 м (по данным буровых работ). Дно и борта долины сложены в различной степени дислоцированными вулканогенно-осадочными, эффузивными и интрузивными породами неогенового и четвертичного возраста. Породы, слагающие опущенный блок Паратунского грабена, на участках трещинных зон являются коллекторами напорных термальных вод Верхнепаратунского участка Паратунского гидротермального месторождения, для которого характерен трещинно-жильный тип циркуляции [2, 8].

В 2014 - 2015 гг. в районе обсерватории «Карымшина» были проведены геофизические исследования:

- сейсморазведочные исследования методами преломленных (МПВ);
- электроразведочные исследования методами вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и естественного поля (ЕП).

Работы проводились с целью решения следующих задач:

- получение сведений о строении верхней части разреза;
- определение скоростных характеристик горных пород;
- уточнение гидрогеологических условий.

Методика исследований

Сейсмические наблюдения выполнялись с помощью телеметрической сейсмической станции «ТЕЛСС-3» (ООО «ГЕОСИГНАЛ»). Сейсмоприемники устанавливались с интервалом 2 м. Пункты возбуждения сейсмических волн располагались на 1, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52 каналах с выносами на 1/4 длины расстановки сейсмоприемников. На изучаемой площадке применялся вариант продольного профилирования в модификации КМПВ с регистрацией zz - (вертикальной) компоненты сейсмического поля по системе встречных и нагоняющих годографов для продольных волн, а также вариант на преломленных волнах с регистрацией yy - (горизонтальной) компоненты [1, 3]. Материалы сейсморазведочных наблюдений обрабатывались с помощью программного обеспечения ZondST2D (А. Каминский). Системы годографов и скоростные разрезы строились с помощью модулей «Сейсмотомография», «Слоистая среда» и «MASW». Параллельно проводилась ручная обработка данных методом КМПВ, результаты представлялись в виде сейсмических разрезов.

Электроразведочные работы методами ВЭЗ, ЕП [3,9] были отработаны на том же профиле в интервале СП 0-36. В направлении с З на В по профилю выполнено 8 зондирований с шагом 10 м. Полуразносы питающей линии АВ/2: 3; 4,5; 6; 9;15; 25; 40; 65; 100; 150; 220 м. Длина приемного диполя MN - 2 и 10 м. Измерения выполнялись на квазипостоянном токе ($f = 0.6 - 4.88$ Гц) комплектом электроразведочной аппаратуры: многофункциональный измеритель МЭРИ-24 и электроразведочный генератор АСТРА-100 (ООО «Северо-Запад») (рис. 2). Результаты измерений фиксировались в полевом журнале в виде зависимостей АВ/2(ρ_k). Для измерения ЕП использовались мультиметр М890G и неполяризующиеся электроды. Результаты ВЭЗ обрабатывались в программном модуле IPI2WIN.



Рис 2. Комплект электроразведочной аппаратуры.

Результаты исследований

По результатам работ методами сейсморазведки и электроразведки на профиле построены сейсмотомографические и сейсмические разрезы по продольным и поперечным волнам, геоэлектрический разрез и график изменения ΔU .

Сейсмические разрезы демонстрируют геометрию границ и скоростные параметры грунтовых толщ.

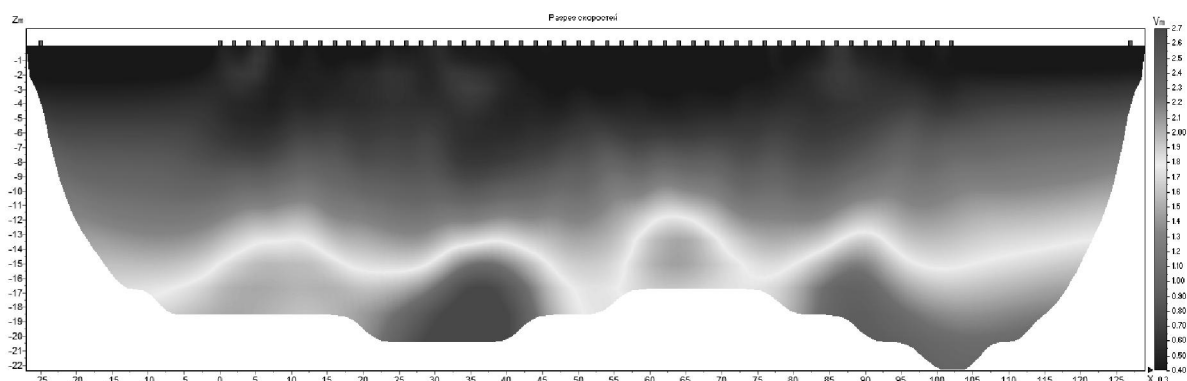


Рис 3. Сейсмотомографический разрез по продольным волнам, полученный в результате моделирования.

При анализе сейсмотомографического разреза, построенного по продольным волнам, (рис. 3) видно, что значение скорости сейсмических волн возрастает с глубиной. На фоне слоистого характера разреза отмечаются участки повышенных значений скорости в приповерхностной части и неравномерное распределение скорости в нижней части разреза. По сейсмическому разрезу (рис. 4) от поверхности до глубины 6 метров наблюдается аналогичная картина: при наклонном залегании сейсмических границ сохраняется их слоистость. Скорость продольной волны на данном участке возрастает от 425 м/с до 800 м/с. По полученным сейсмическим разрезам, для каждого пикета профиля были рассчитаны физико-механические свойства грунтов: плотность (ρ), коэффициенты затухания (Q_p и Q_s), модуль динамической упругости (ЕД) и коэффициент Пуассона (μ). Результаты сведены в результирующую таблицу 1.

Таблица 1. Таблица физико-механических свойств грунтов по профилю

Пикеты	V_p , м/с	V_s , м/с	ρ , кг/м ³	Δh м	Н, м кровля	Q_p , б/р	Q_s , б/р	Ед, гПа	μ , б/р
0	410	160	1904	0.65	-	0.39	1.00	0.9027	0.4102
	540	250	1949	5.35	0.65	0.29	0.64	1.5502	0.3636
	910	450	2054	-	6	0.17	0.35	4.5529	0.3382
25	410	160	1904	0.65	-	0.39	1.00	0.9027	0.4102
	540	250	1949	5.35	0.65	0.29	0.64	1.5502	0.3636
	910	450	2054	-	6	0.17	0.35	4.5529	0.3382
50	380	120	1893	0.65	-	0.42	1.33	0.7896	0.4446
	390	270	1896	5.35	0.65	0.41	0.59	0.5998	0.0398
	980	470	2072	-	6	0.16	0.34	5.3743	0.3506
75	450	230	1919	0.65	-	0.35	0.69	1.0282	0.3232
	500	220	1936	5.35	0.65	0.32	0.72	1.3358	0.3800
	990	400	2074	-	6	0.16	0.40	5.7016	0.4025
100	470	200	1926	0.65	-	0.34	0.80	1.1821	0.3894
	530	230	1946	5.35	0.65	0.30	0.69	1.5131	0.3840
	1120	400	2104	-	6	0.14	0.40	7.5332	0.4269

Примечание: V_p и V_s – скорости, соответственно, продольных и поперечных сейсмических волн в метрах в секунду (м/с); ρ – плотность грунтов в кг/м³, рассчитанная по скоростям продольных волн; Δh – мощность индивидуального слоя сверху в метрах; Н – глубина залегания кровли нижележащего слоя в метрах; Q_p , Q_s – декремент затухания, соответственно, продольных и поперечных волн; Ед (гПа) – модуль упругости динамический; μ – коэффициент Пуассона.

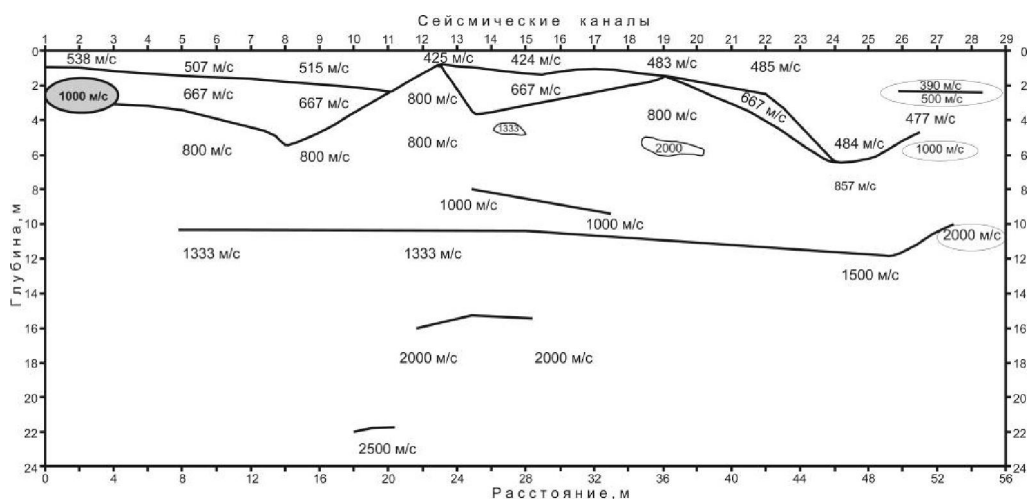


Рис. 4. Результат ручной обработки сейсморазведочных данных.

Характер распределения геоэлектрических параметров по данным ВЭЗ (рис. 5) свидетельствует о существовании достаточно сложной системы водообмена в интервале глубин, показанных на сейсмическом разрезе. Притом, что здесь отсутствует упорядоченная стратификация, особенности распределения потенциала ЕП (рис. 6) свидетельствуют в пользу этого феномена. Скорее всего, это следствие сезонного фактора: область питания водонасыщенных структур существенно обеднена и гальванические связи, в основном, обеспечены инфильтратами. В пользу такой трактовки могут свидетельствовать и повышенные значения электропроводных зон. Как правило, для Камчатки удельные сопротивления для пресных вод имеют значения от 60-70 Ом и выше, для минерализованных термальных вод – менее 20 – 30 Ом.

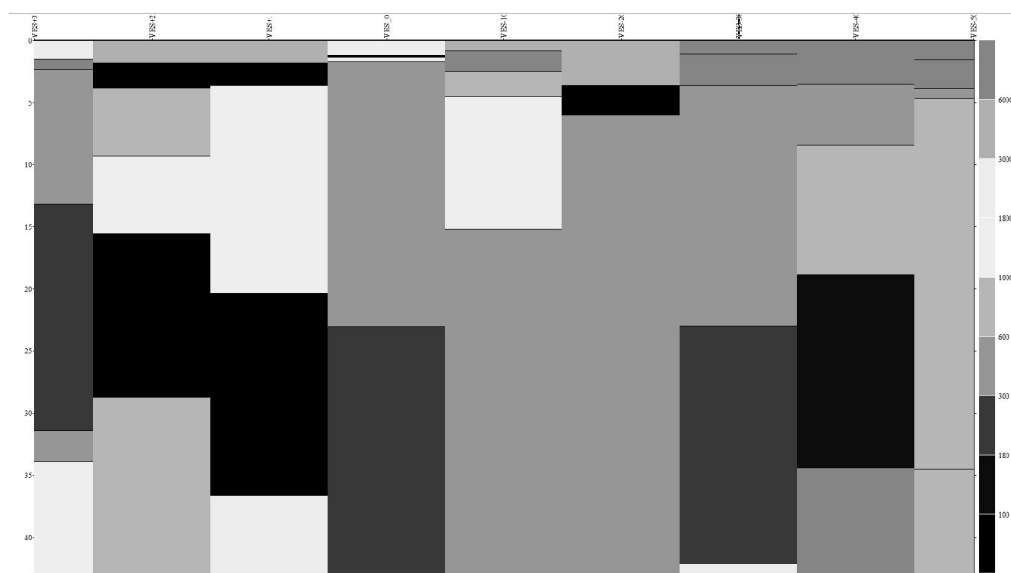


Рис 5. Вертикальный разрез удельных сопротивлений.

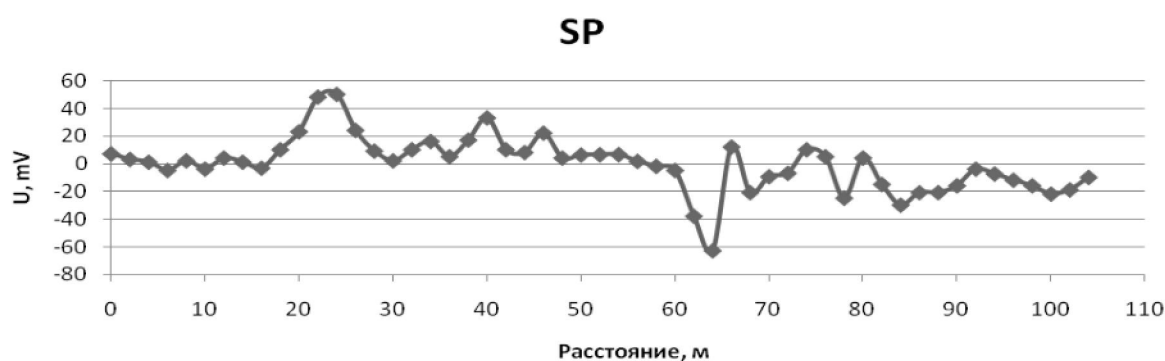


Рис 6. Распределение потенциала естественного электрического поля SP.

Выводы

1. По результатам полевых работ 2014 года построены сейсмотомографические и сейсмические разрезы по продольным и поперечным волнам, геоэлектрический разрез и график изменения УЕП.

2. Результаты интерпретации сейсморазведочных данных показали, что коренной массив перекрыт чехлом пролювиальных и аллювиально-пролювиальных отложений, представленных, согласно данным по бурению (скв. 3454), щебнистыми, дресвяными и галечниковыми грунтами, вследствие чего скоростной градиент выражен слабее. Отмечаются участки повышенных значений скорости в приповерхностной части и неравномерное распределение скорости в нижней части разреза.

3. Ручная обработка методом КМПВ показала наличие большого количества линз в приповерхностной части разреза, что хорошо согласуется с данными по электроразведке.

4. На участке выявлена достаточно сложная система водообмена, особенности которой проявлены во всех исследованных геофизических полях.

5. На основании полученных результатов планируется проведение мониторинга территории в летний период в виде ежемесячных исследований с целью изучения динамики изменения УГВ.

Авторы благодарят КФ ГС РАН за предоставленные данные по геологии, возможность проведения работы, за консультацию и помощь в работе. Также авторы благодарны Д.С. Кравченко и С.О. Феофилакову за помощь и участие в проведении геофизических исследований, и Камчатскому государственному университету имени Витуса Беринга за предоставленную аппаратуру.

Список литературы

1. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка. Издание: Издательство АИС, Тверь, 2006 г., 744 стр.
2. Делемень И.Ф., Мельников Д.В. Трехмерная структурно-геологическая и геоморфологическая модель полигона геофизических наблюдений КФ ГС РАН «Карымшина – Верхняя Паратунка» // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Первая региональная научно-техническая конференция. 11-17 ноября 2007. Тезисы докладов. Петропавловск-Камчатский: КФ ГС РАН, 2007. С. 13.
3. Манштейн А.К. Малоглубинная геофизика. Уч. пособие. НГУ, г. Новосибирск. 2002г. 135 с.
4. Мельникова А.В., Рылов Е.С. Комплексные геофизические исследования локальных термальных объектов Юго-Восточной Камчатки// XIII Уральская молодежная школа по геофизике. Сборник докладов. – Екатеринбург: ИГф УрО РАН, 2012г. С. 134-136.
5. Мельникова А.В., Шульженкова В.Н., Берсенева Н.Ю., Рылов Е.С. Комплексные геофизические исследования в районе скважины ГК-5 (Карымшинская геотермальная система) // Материалы IX региональной молодежной научной конференции «Исследования в области наук о Земле». г. Петропавловск-Камчатский 2011г. С. 185–200.
6. Рылов Е.С., Кравченко Д.С. Изучение гидрогеологических особенностей в районе геофизической обсерватории «карымшина» методами малоглубинной геофизики. Материалы XIV Региональной молодежной научной конференции «Природная среда Камчатки». 14 апреля 2015 г. Петропавловск-Камчатский: Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. 2015. 188 с.
7. Рылов Е.С., Федорченко И.А., Лунгул О.А. Геофизические исследования в районе КГО «Карымшина» (Камчатка). Материалы 11-й научно-практической конференции и выставки «Инженерная геофизика 2015». Геленджик, 2015г. Электронный ресурс: <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=80052>.
8. Салтыков В.А., Чебров В.Н., Сеницын В.И., Касахара М., Кулаенко Ю.А. Сеть пунктов регистрации высокочастотных сейсмических шумов. Комплексные сейсмологические и геофизические исследования Камчатки. К 25-летию Камчатской опытно-методической сейсмологической партии ГС РАН/ Отв. ред. Е.И. Гордеев, В.Н. Чебров. - Петропавловск-Камчатский, 2004г. С. 136-151.
9. Хмелевской В.К. Электроразведка. Учебник - М. изд-во МГУ, 1984 г. 422 с.