

## Изучение геотермальных месторождений южной части Камчатского полуострова

*Котов А.Н., Гравиров В.В., Жостков Р.А., Пузич И.Н., Белобородов Д.Е.*

## Study of geothermal deposits in the southern part of the Kamchatka Peninsula

*Kotov A.N., Gravirov V.V., Zhostkov R.A., Puzich I.N., Beloborodov D.E.*

*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва*

*e-mail: gravirov@mail.ru*

Изучение и разведка Камчатских геотермальных месторождений сегодня является актуальной задачей. Сейчас геотермальные месторождения активно используются как источники электрической энергии и тепла. На Камчатке уже пробурено большое количество скважин для добычи термальных вод с целью их использования в хозяйственных и курортно-оздоровительных целях. Нами было проведено изучение Паужетской гидротермальной системы и Камбального вулканического хребта.

### Введение

Изучение и разведка Камчатских геотермальных месторождений является весьма перспективной задачей. В настоящее время они обширно используются как источники электрической энергии, на близлежащих территориях построено и введено в эксплуатацию несколько геотермальных электростанций.

Также на территории южной части Камчатского полуострова пробурено большое количество скважин для добычи термальных вод в хозяйственных и курортно-оздоровительных целях [3].

Существует немало научных трудов, посвященных исследованию геотермальных месторождений на юге Камчатки различными геолого-геофизическими методами. Однако работ по сейсмическому зондированию гидротермальных систем проведено на данный момент крайне мало.

### Проведение геофизических изысканий

На территории Камчатского полуострова были проведены геофизические изыскания с целью изучения строения подземных геотермальных месторождений, а также уточнения глубин их залегания. Основными объектами исследований являлись Паужетская гидротермальная система, а также южная группа геотермальных месторождений Камбального вулканического хребта (рис. 1).



Рис. 1. Спутниковый снимок долины реки Паужетка и Камбального вулканического хребта. Точками указаны места установки сейсмостанций.

На земной поверхности рассматриваемые подземные месторождения проявляются в виде грязевых котлов и пароводяных гейзеров [4] (рис. 2).



Рис. 2. Поверхностные проявления подземных геотермальных месторождений: слева – поверхностный бурлящий грязевой котел, справа – пароводяной гейзер.

Измерения проводились при помощи разработанного сотрудниками лаборатории № 703 ИФЗ РАН и компании «R-Sensors» специализированного автономного гео-гидроакустического измерительного буйа на базе молекулярно-электронного преобразователя [5] (рис. 3).



Рис. 3. Гео-гидроакустический измерительный буй на базе молекулярно-электронного преобразователя.

В основу проведения полевых сейсморазведочных работ лег метод микросейсмического зондирования (ММЗ), применяемый для выявления преимущественно вертикальных геологических неоднородностей до глубины около 30-35 км. Для реализации ММЗ требуется минимум два широкополосных сейсмометра. Один устанавливается на некотором удалении от места проведения работ и служит «базовой» станцией, работающей постоянно и используемой для устранения временных вариаций. Второй «передвижной» сейсмометр используется для получения данных на исследуемых пунктах [1, 2].

В первый день проведения полевых работ вместе с первой расстановкой была установлена первая опорная станция в самом начале Паужетского профиля, проработавшая в дальнейшем в течение 6 суток. На следующий день в конце профиля была установлена вторая опорная станция, осуществлявшая запись в течение всего полевого сезона. В каждом измерительном пикете станции закапывались в землю на всю высоту. Длительность записи в каждой точке составляла не менее 10 ч. Шаг приема составлял 200 м. При прохождении Верхне-Паужетского геотермального поля в целях детализации шаг приема был уменьшен до 100 м (рис. 4).



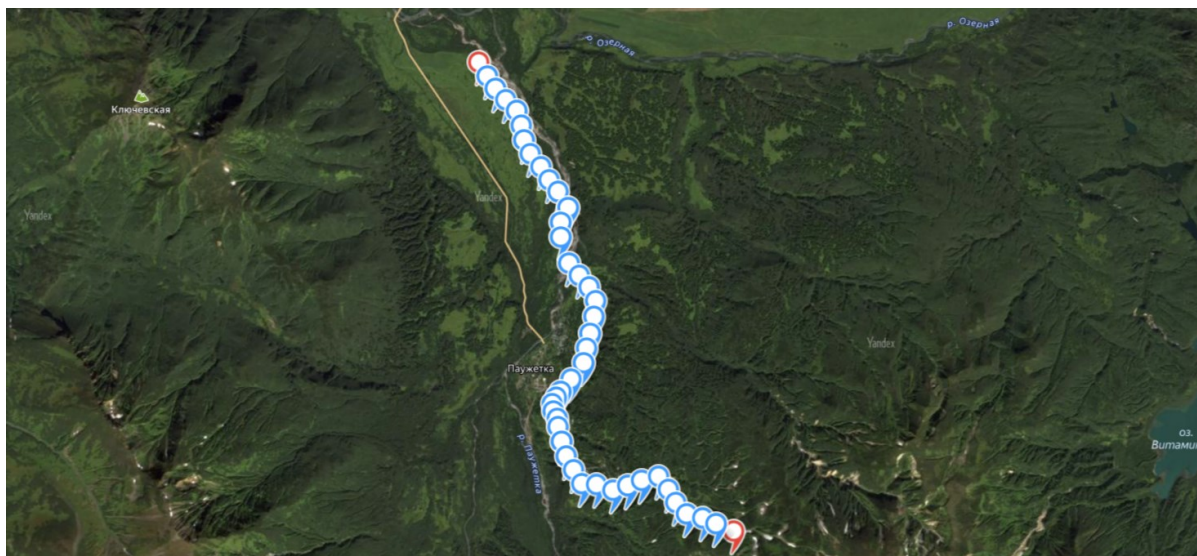


Рис. 4. Паужетский микросейсмический профиль; красным цветом отмечены положения опорных сейсмических станций.

На втором этапе проведения полевых работ, для «стыковки» Паужетского и Камбального микросейсмических профилей, была реализована серия из двух промежуточных расстановок с шагом приема в 600 м.

Третий и заключительный этап полевых работ заключался в проведении сейсморазведочных наблюдений на территории Южно-Камбальной группы термальных полей (ЮКБ т.п.). Шаг приема составлял 200 м, три последние точки профиля были разнесены между собой на 600 м (рис. 5).

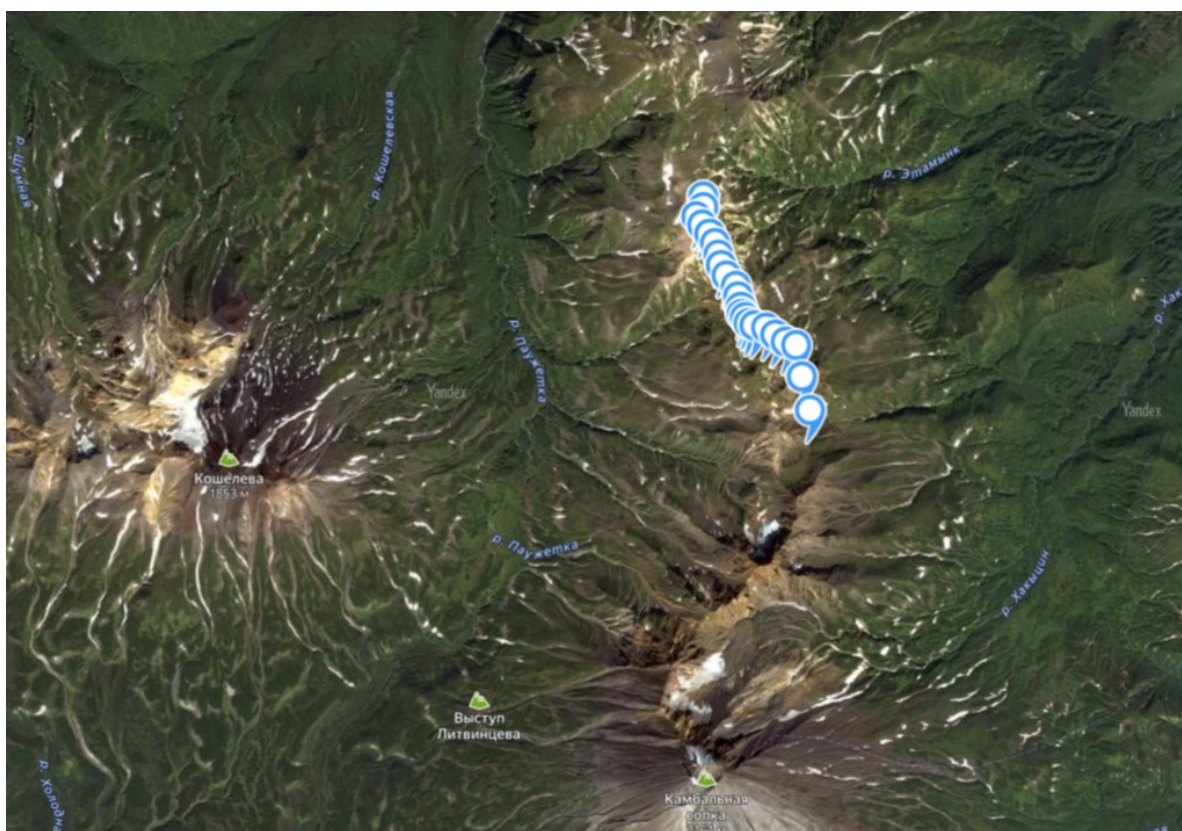


Рис. 5. Профиль ММ3 по Камбальной группе геотермальных месторождений.

По результатам проведенных работ был построен глубинный разрез по профилю ММ3 пос. Паужетка – влк. Камбальный (рис. 6).

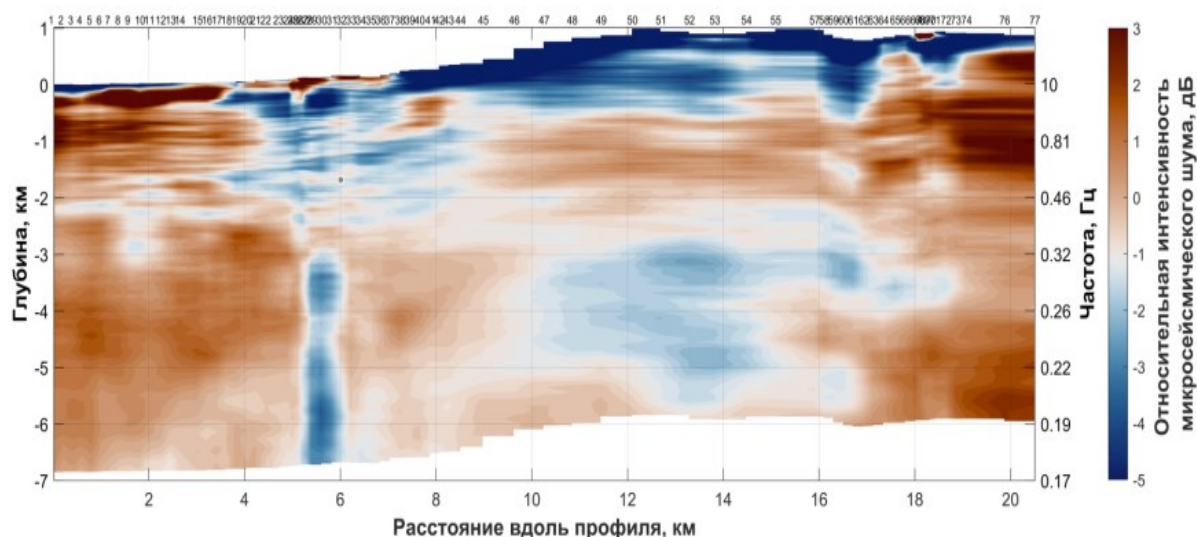


Рис. 6. Глубинный разрез по профилю ММЗ пос. Паужетка – влк. Камбальный.

На верхней горизонтальной оси отмечены номера измерительных точек. В приповерхностном слое, на глубинах приблизительно до 500 м, прослеживаются низкоскоростные контрастные аномалии, соответствующие поверхностным зонам разгрузки подземных гидротермальных флюидов.

#### Список литературы

1. Жостков Р.А., Преснов Д.А., Собисевич А.Л. Развитие метода микросейсмического зондирования // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 2. С. 11-19.
2. Котов А.Н., Агибалов А.О., Сенцов А.А. Низкочастотное шумовое загрязнение северо-восточной части пос. Мосрентген (г. Москва) // Геофизические приборы и биосфера. 2023. Т. 22. № 2. С. 109-121.
3. Нуждаев И.А., Рычагов С.Н., Феофилактов С.О., Денисов Д.К. Особенности магнитного поля геотермальных систем Паужетского района (Южная Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2023. № 2. С. 33-51.
4. Феофилактов С.О., Рычагов С.Н., Логинов В.А. и др. Глубинное строение района Паужетской гидротермальной системы (Южная Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2021. № 1. С. 40-56.
5. Sobisevich L., Agafonov V., Presnov D. et al. The Advanced Prototype of the Geohydroacoustic Ice Buoy // Sensors. 2020. V. 20. № 24. Art. 7213. DOI: 10.3390/s20247213