

ТЕРМОАНОМАЛИИ КАРЫМСКОГО ВУЛКАНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

Дрознин В.А., Дубровская И.К., Чирков С.А.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г.Петропавловск-Камчатский, dva@kscnet.ru

Введение

Одной из задач отдела геотермии Института вулканологии ДВО РАН было выявление и

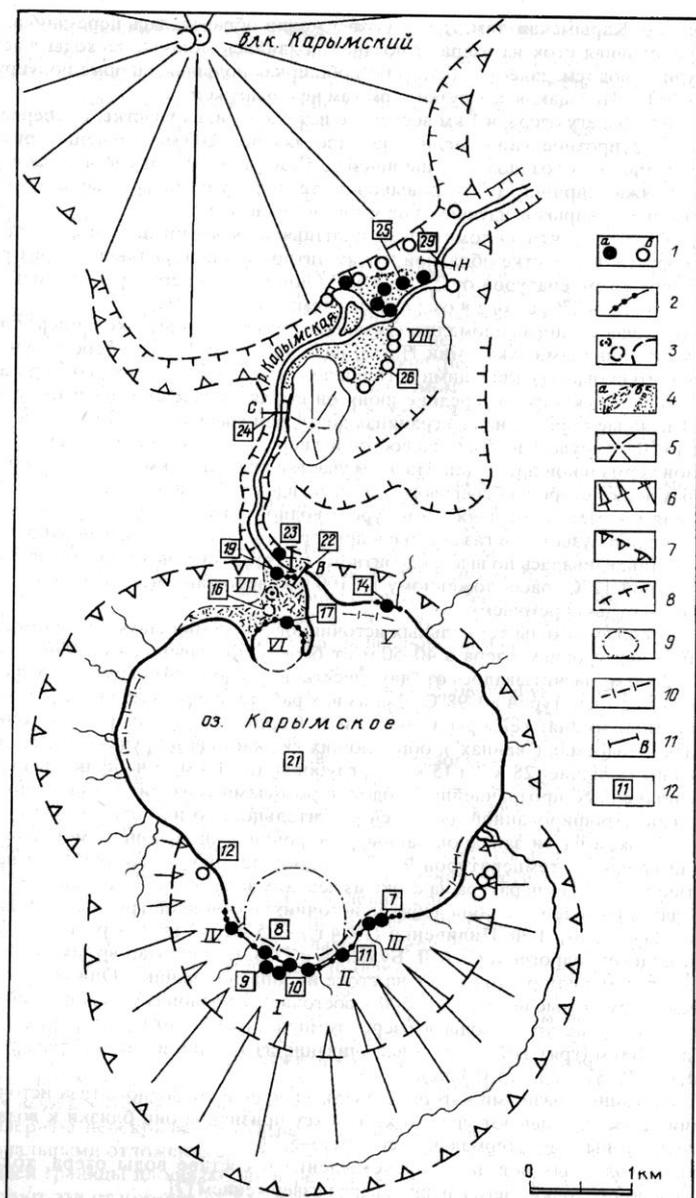


Рис.1 Термопроявления на Карымском озере и в кальдере Карымская после извержения 1996 из [1]

исследование высокотемпературных систем Камчатки. В 1984г пришла очередь исследования источников в районе вулкана Карымский. Они были детально описаны Г.Ф. Пилипенко и было установлено, что в недрах Карымского центра располагается

Карымско-Академической гидротермальная система с суммарной тепловой мощностью -330 МВт, которая выводит её в число самых мощных гидротермальных систем Камчатки: Узон – 270, Кошелевская – 314, Большой Семячик -310 МВт [4]. Также в кальдере Карымской выявлен новый тип разгрузки высокотемпературной гидротермальной системы в виде высокодебитных низко- и среднетемпературных углекислых минеральных источников («нарзанов»), отличающихся повышенным содержанием магния. После подводного извержения в Карымском озере в 1996г. детальные исследования Вакиным Е.А. и Пилипенко Г.Ф. были повторены [1]

Исследования выполнялись с применением глазомерной съёмки и дешифрирования аэрофотоснимков; учитывались особенности схода снега и видов растительности от температуры почвы. Были получены схемы расположения термальных и холодных источников с указанием температуры и наличия газа, водные и грязевые грифоны, интенсивно парящие термальные площадки, границы термальных площадок с температурой >50 С на глубине 20 см. Были измерены расходы источников, рек, ручьёв и пр.

В 2004-2006гг Двигало В.Н. была фотограмметрическим методом

выполнена топографическая карта основных групп источников Карымского озера: топоплана масштаба 1:5000 на район полуострова Новогодний, Пийповских и Медвежьих термальных источников; топоплана масштаба 1:500 на район Западной, Прибрежно-береговой и Юго-восточной групп термальных источников Академии Наук; границы Восточной группы термальных источников Академии Наук (на этом участке выполнена съёмка термальных источников и береговой линии озера

Карымское) и карта Карымских источников в верхнем течении реки Карымская масштаба 1:10000. При этом была проведена наземная инструментальная привязка практически всех источников и выполнено описание морфологических характеристик и гидрохимии всех значимых термальных источников [3].

Наличие на топоплане детального отображения многочисленных источников различной температурой позволяет рассматривать этот район как полигон для демонстрации возможностей и недостатков тепловой съёмки.

Тепловая съёмка.

Площадная съёмка района не проводилась, но на подлётах для съёмки действующего вулкана Карымский, по возможности, маршруты проходили над местами расположения источников. Для выполнения тепловой съёмки использовался тепловизор ThermaCamTM SC640 с объективом $f = 38$ мм (в зависимости от высоты захват $X = 0.44$ Н, $Y = 0.33$ Н, разрешение $1 \text{ pix} = 0.0007$ Н). Условия съёмки (время суток, облачность и т.п.) не выбирались.

Результаты тепловой съёмки представлены двум монтажами (южный – Рис.2 и северный – Рис.3), выполненными с помощью программы ThermaCam Image Builder и отдельными термограммами. Более светлые тона соответствуют более высокой температуре. Южный монтаж получен по данным съёмки источников Академии Наук 07/10/2010 с высоты 2 км. Северный – по данным съёмки источников реки Карымской с высоты 3 км 21/11/2010.

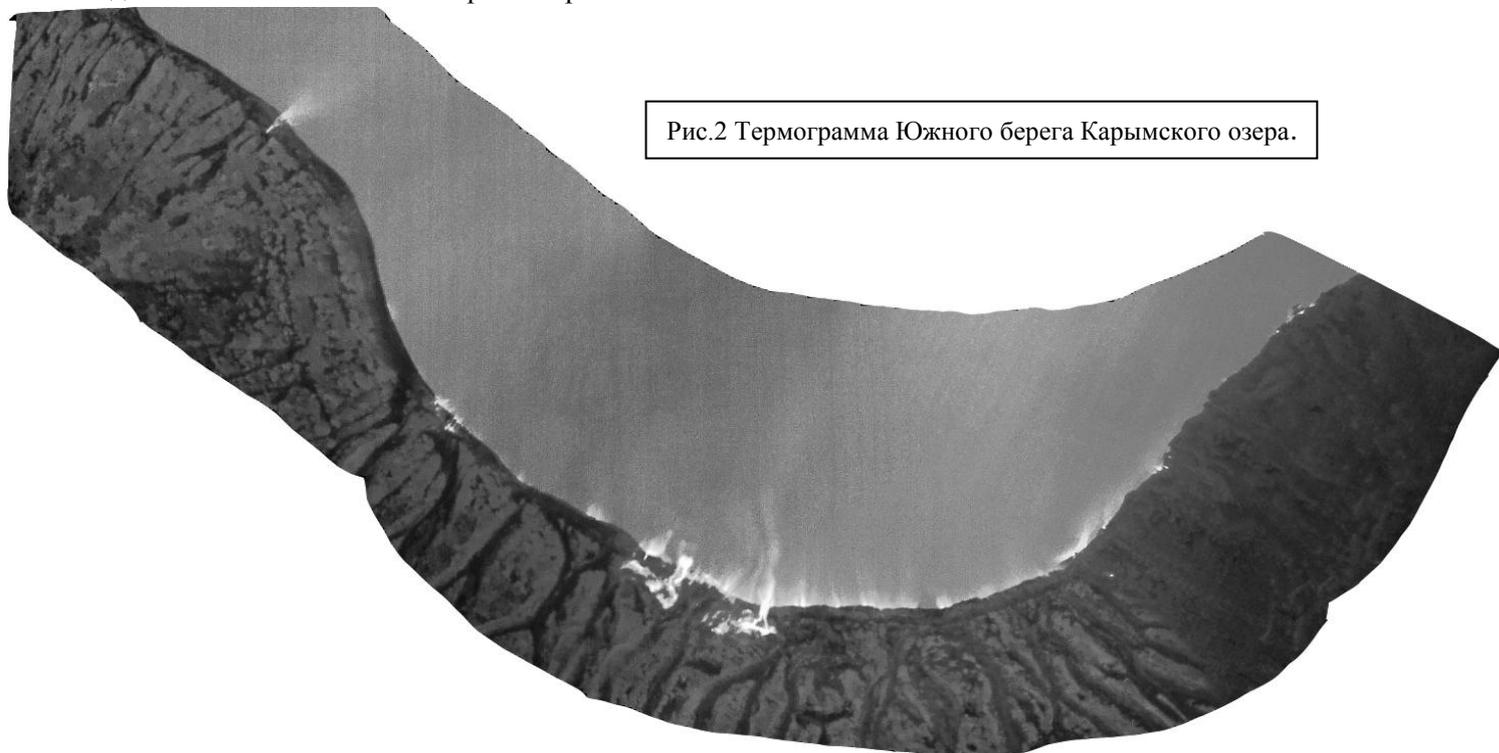


Рис.2 Термограмма Южного берега Карымского озера.

1. Наиболее эффективно выражаются температурные контрасты на водной поверхности (если не происходит ветрового перемешивания). Они видны на термограммах и соответствуют отмеченными римскими цифрами на схеме Пилипенко Г.Ф, (Рис.1): в береговой зоне Медвежьей группы (V), в западной части озера, на юге (IV, I, III). По тепловой съёмке отмечается и шлейф от холодного источника 12 по [1].

2. Дешифрируются кипящие и высокотемпературные источники (>50 С) и группы: Пийповские (VII), Академии Наук (I- IV), теплового озера группы (VIII). Среди источников Академии Наук достаточно надежно обнаруживаются: новый гейзер и большая ванна. На термограмме видно положение Ушаковского источника.,

3. Дешифрирование низкотемпературных источников требует выполнения съёмки с большим разрешением (т.е. с меньшей высоты). Такой пример показан на термограмме Рис.4 самого северо-восточного источника, показанного на схеме Рис1. (Термограмма получена в облёте 16/10/2009. Радиационная температура источника 9,7 С, температуры воды в реке 7 С. Для выделенной области в программе Матлаб построены изолинии мощности излучения, т.к. такой рисунок более эффектен, чем изолинии температур.)



Рис.3 Северный участок: исток и верховье реки

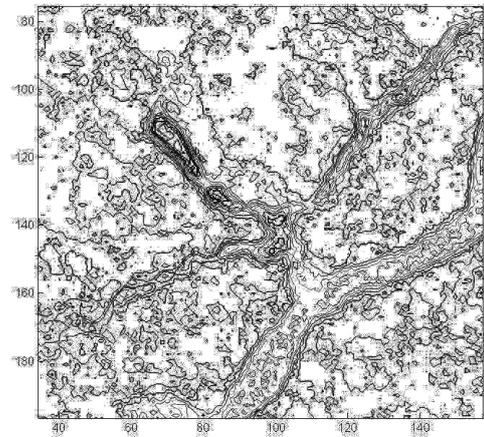
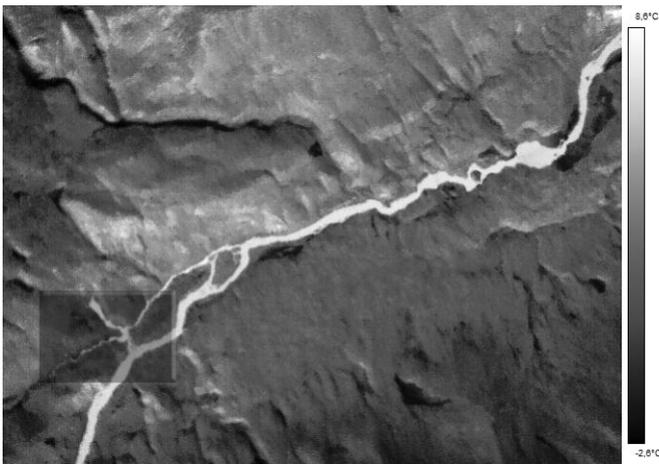


Рис. 4. Источник: термограмма и изолинии выделенной

Пространственное разрешение.

Сравним разрешение аэроснимка с фото цифровым аппаратом, полагая, что снимок имеет размер 19*19 см при разрешении 20μ. Получим, что аэроснимок соответствует матрице 10000*10000, т.е. в один - два порядка большую, чем цифровые аппараты и в 325 большую, чем тепловизор SC640. По аэроснимкам Двигало В.Н. создаёт топопланы масштаба 1:500. При этом точность измерений на топоплане 0,1мм соответствует 5см на местности. Чтобы получить такое разрешение тепловизором надо выполнять съёмку с расстояния 70 метров. Высота полёта при облётах вулкана Карымский, как правило, не ниже 2000м, т.е. в 30 раз больше; разрешение получается порядка 1,5 м, а масштаб термограмм порядка 1:15 000.

При съёмке с меньшей высоты естественно уменьшается захват. Точность прохождения маршрута над объектом без опыта авиасъёмки для большинства пилотов оказывается критичной; маршрут придётся повторять, а вертолётный час дорог.

Теоретически минимальная высота ограничивается появлением смаза на изображении. Так при скорости 180км/час и выдержке 1/100 сек вертолёт проходит 0,5 м. Это значит, что высота полёта должна быть больше 700м (захват при этом 300м) или надо лететь с меньшей скорости.

В наших условиях измерений максимальные фиксируемые радиационные температуры от источников не превышали 55 С, то есть существенно меньше температуры кипения. Причина не столько в том, что мощность излучения поглощается атмосферой, а в том, что линейные размеры кипящей поверхности меньше разрешения снимка. В тоже время отметим, что возможность обнаружения термального источника увеличивается из-за того, что он обрамляется почвой без растительности или существенно иного коэффициента излучения поверхности, что существенно влияет на контрасты радиационной температуры.

Заключение

Термограммы, полученные в ходе аэросъёмки тепловизором ThermaCamTM SC640, позволяют локализовать все группы источников, описанные в ходе детальных наземных исследований в прибрежной области Карымского озера.

Список литературы.

1.Е. А. Вакин, Г. Ф. Пилипенко. Катастрофическая деформация и последующая эволюция высокотемпературной геотермальной системы, как результат фреато-магматического извержения в Карымском кальдерном озере / - Б.м. : [б. и.] // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы .- 2001. С.274-299. -. -

2. Карпов, Г. А. Некоторые геохимические особенности подводного извержения в кальдере Академии Наук 2-3 января 1996 г. / Г. А. Карпов. - // Вестник КРАУНЦ. Сер. Науки о Земле. - 2004. - №4 . - С. 81-89

3. Карпов Г.А., Двигало В.Н. Термопроявления кальдеры Академии Наук: результаты топосъёмки, гидрохимия термальных источников после катастрофического подводного извержения 1996 //Материалы конференции, посвященной Дню вулканолога, 30–31 марта 2009 г. – Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2010. С.101-104

4. Пилипенко Г.Ф. Гидротермы Карымского вулканического центра на Камчатке.//Вулканология и сейсмология. 1989. №6. С.85-101