

УДК 550.361+553.23(571.645)

**Веселов Олег Васильевич**

кандидат геолого-минералогических наук,  
ведущий научный сотрудник  
лаборатории геодинамики и морской геологии  
Института морской геологии и геофизики  
ДВО РАН,  
693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1Б  
e-mail: [o.veselov@imgg.ru](mailto:o.veselov@imgg.ru)

**Казakov Артем Иванович**

инженер-исследователь  
лаборатории геодинамики и морской геологии  
Института морской геологии и геофизики  
ДВО РАН  
e-mail: [legn@inbox.ru](mailto:legn@inbox.ru)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМАЛЬНОГО  
ПОЛЯ В ЗОНАХ СОВРЕМЕННОЙ  
ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ  
АКТИВНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ  
МАЛОГЛУБИННОЙ ТЕРМОСЪЕМКИ***Аннотация:*

Представлены материалы термосъемки на месторождении термальных вод Дачное (остров Итуруп, Курильские острова) на площади 6 км<sup>2</sup>. Количество пунктов измерений 1318, общая длина профилей 32650 м. Выделены три участка повышенных температур, которые имеют линейный характер и ориентированы по двум направлениям с азимутом 40 и 310°. Выход термальных вод происходит по зонам разломов. По итогам геологической съемки и температурного картирования проведено бурение нескольких скважин глубиной до 600 м. В среднем течении ручья Надежда три скважины вывели на поверхность высокодебитные углекислые, хлоридно-карбонатные воды с температурами в пределах 33 – 43°C. Участок перспективен для использования в бальнеотерапии.

*Ключевые слова:* малоглубинная температурная съемка, термальное месторождение Дачное, Курильские острова, разломные зоны

DOI: 10.18454/2313-1586.2016.03.040

**Veselov Oleg V.**

candidate of geological and mineralogical sciences,  
leading researcher of the laboratory  
of geo-dynamics and marine geology,  
The Institute of marine geology  
and geo-physics FEB RAS,  
693022, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk, 1B Nauki st.  
e-mail: [o.veselov@imgg.ru](mailto:o.veselov@imgg.ru)

**Kazakov Artyom I.**

engineer-researcher of the laboratory of geo-dynamics and marine geology.  
The Institute of marine geology  
and geo-physics FEB RAS  
e-mail: [legn@inbox.ru](mailto:legn@inbox.ru)

**THERMAL FIELD MODELLING IN THE  
ZONES OF UP-TO-DATE TECTONIC AND  
MAGMATIC ACTIVITY ACCORDING TO  
THE RESULTS OF SHALLOW  
TEMPERATURE SURVEY***Abstract:*

The paper presents the proceedings of the temperature mapping in the square of 6 km<sup>2</sup> carrying out on the Dachnoe field of the thermal-mineral waters. The number of measurements is 1318, total length of profiles is 32650 m. Three zones of increased temperatures having linear nature are marked out. They are orientated in two directions with 40° and 310° azimuths. Thermal waters outlet takes place along fault zones. According to the results of geological survey and temperature mapping exploratory rotary drilling of some bore-holes with depth up to 600 m was carried out. Along the middle part of the Nadezhda stream three bore-holes took out high yield carbonic acid chloride and hydro-carbonate waters having temperatures in the 28 – 44°C range on the surface. The area is perspective for the balneological use.

*Key words:* shallow temperature mapping, the Dachny thermal deposit, mineral waters, fault zones, Iturup island.

В геофизических исследованиях 70 – 80-х годов прошлого века часто применялась малоглубинная термосъемка для выявления особенностей геологического строения отдельных структур. Результаты этих измерений, как правило оставаясь в архивах научных и производственных организаций, не потеряли до настоящего времени своей актуальности. Одним из примеров таких исследований является геотермическая малоглубинная термосъемка, осуществленная в сентябре 1984 г. на площади термопроявлений Дачное (остров Итуруп). Измерения проведены на площади 6 км<sup>2</sup> в 1318 пунктах на профилях общей длиной более 32 км (рис. 1). Более детальные исследования с уплотнением профилей измерений до 25 – 50 м между ними осуществлены на трех участках термопрояв-

лений. Такая детальность позволяет использовать результаты термосъемки для выделения особенностей геологического строения площади, в частности определения участков температурных аномалий, перспективных для вывода на поверхность высокотемпературных вод.

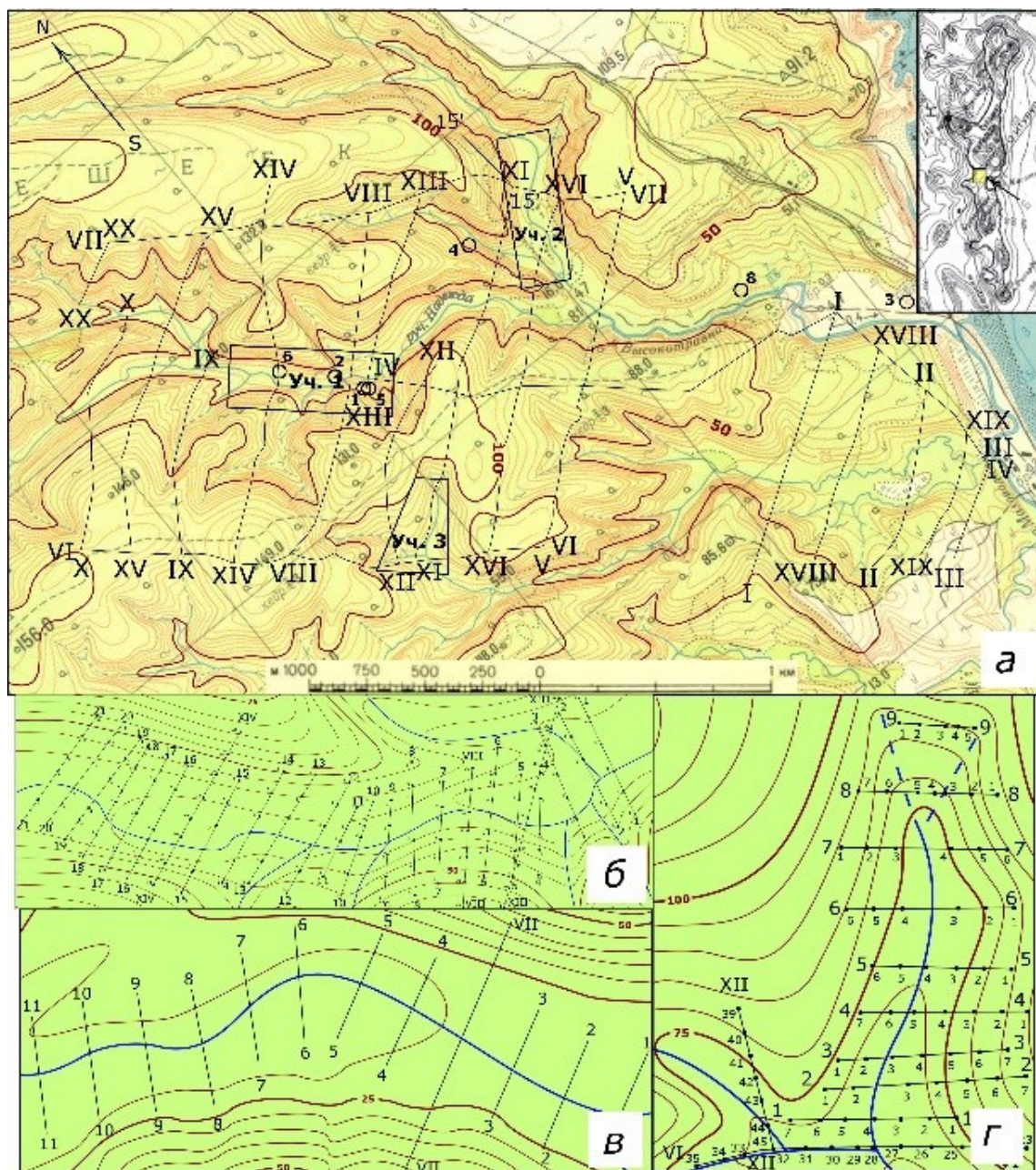


Рис. 1 – Малоглубинная термосъемка на площади термопроявлений Дачное (остров Итуруп).

Римскими цифрами обозначены рекогносцировочные профили измерений,

большими арабскими – детализирующие, маленькими арабскими – пикеты, кружками – скважины;

а – район работ, б – участок 1, в – участок 2, г – участок 3.

На врезке в выделенном квадрате площадь проведенных температурных измерений

### *Геологическое строение площади Дачное*

В центральной части острова Итуруп выделена Осенняя неогеновая вулканотектоническая структура, ограниченная дугообразными сбросами, отчетливо дешифрируемыми по фрагментам концентрического рисунка гидросети. Время формирования структуры – позднеплиоцен-плейстоценовый. Она сложена в основном вулканокластическими фациями с многочисленными субвулканическими телами и дайками различного

состава. Сложная сеть разрывных нарушений четко картируется по резкому изменению характера рельефа и прямолинейным участкам речных долин. Разломы сопровождаются зонами дробления с тектоническими брекчиями, зонами милонитизации и зеркалами скольжения. Часто наблюдаются сближенные разрывные дислокации. Плоскости сместителей – крутопадающие. Однако сдвиговые перемещения не превышают одного километра.

Грабенообразные структуры северо-восточного простирания, несколько отклоняющиеся к северу от общего простирания Большой Курильской гряды, располагаются кулисообразно относительно друг друга. Они характеризуются асимметричным строением, так как разломы, ограничивающие структуры с запада, имеют большую вертикальную сбросовую амплитуду, чем восточные. Структуры возникли вследствие левосторонних сбросо-сдвиговых перемещений по региональной продольной зоне. Другая система грабенов, разделяющих остров на блоки, имеет северо-западное простирание. Их образование связано с поперечными дислокациями с правосторонней сдвиговой кинематикой. Как уже отмечено, блоки формируются отчетливо выдержанными разломами, по которым проложены русла ручьев и рек. Линейные субширотные дизъюнктивы являются трещинами растяжения, заполненными дайками андезито-базальтового, андезитового и риолитового составов.

Тектоническая активность многих дизъюнктивов как продольных, так и поперечных направлений не прекратилась до настоящего времени. Современные сейсмодислокации характеризуются в основном левосторонним сбросо-сдвиговым перемещением. С разрывными нарушениями и интенсивной трещиноватостью нередко связаны выходы источников минеральных и термальных вод. Интенсивная тектоническая раздробленность, хорошие фильтрационные характеристики водовмещающих пород, близость региональных базисов разгрузки, обилие осадков, воздымание острова за неотектонический этап способствуют интенсивному промыванию неогеновых отложений инфильтрационными водами на значительную глубину.

В связи с рассмотрением результатов геотермических исследований на участке Дачном, территориально относящемся в гидрогеологическом описании острова к Восточно-Итурупскому створу, представим его гидрогеологическую характеристику. Участок расположен в межгорном артезианском бассейне, пространственно приуроченном к Куйбышевскому и Осеннему перешейкам. Бассейн сложен четвертичными и неогеновыми отложениями ( $\alpha Q_{IV}lb-N_{2pr}$ ). На его юго-западном борту, в районе Осеннего перешейка, находится вулканический массив среднеплиоценового возраста, характеризующийся сложной сетью дизъюнктивов, наличием субвулканических интрузий и даек. Четвертичные отложения, имеющие незначительную мощность, хорошо дренируются. Разгрузка верхних водоносных горизонтов площади осуществляется в эрозионные врезы долин рек и ручьев. Региональный базис разгрузки – Тихий океан. В составе отложений современные эффузивы и пирокластика позднечетвертичного и среднетчетвертичного возрастов. Согласно принятой схеме стратификации осадочных отложений острова Итуруп, четвертичная толща подстилается лебединской свитой ( $N_2^2-Q_{1lb}$ ) позднеплиоцено-раннеплейстоценового возраста. Свита выполнена эффузивными и субвулканическими образованиями. Смежной с ней является парусная свита ( $N_{2pr}$ ) плиоценового возраста. В составе водоносного комплекса осадочной толщи парусной свиты выделяются три пачки, из которых нижняя и верхняя представлены туфами андезитов, туффитами андезибазальтов и андезитов с прослоями песчаников, местами алевролитов, обладающими хорошей проницаемостью. Породы интенсивно нарушены тектоническими разрывами и разделены на отдельные блоки. Средняя пачка характеризуется пониженной водопроницаемостью, так как сложена аргиллитовыми породами. Если верхняя и нижняя пачки обнажаются на поверхности земли, то воды в них находятся в зоне свободного водообмена и являются преимущественно пресными. С глубиной вскрытия величина напора возрастает.

тает. Если нижняя пачка залегает под средней пачкой при отсутствии ее связи с метеорными водами и поверхностными водотоками, то в ней формируются застойные воды с повышенной минерализацией. В песчаных прослоях относительно водоупорной средней пачки протекают воды слабой щелочности при повсеместном развитии нейтральных и слабокислых вод, характеризующихся высокой мягкостью.

В блоках Восточно-Итурупского створа, обильно инъецированных дайками, по ослабленным приконтактным зонам поднимаются к поверхности глубинные минеральные термальные воды, образуя поверхностные термоаномалии. Они наблюдаются по бортам Куйбышевского артезианского бассейна, в частности, в его южной части на участках Ната, Сток, Дачное. Последнее находится в бассейне реки Высокотравной и является наиболее крупным термопроявлением, где отмечены источники углекислых хлоридных и гидрокарбонатно-хлоридных натриевых вод с температурой до 29 – 34°C. Вблизи этих источников в 1979 г. были пробурены две скважины небольшой глубины (не более 170 м), которые вывели на поверхность воды с температурой до 30°C.

Структурный план района работ следует охарактеризовать как вулканотектоническое поднятие блочного строения, осложненного интрузивным магматизмом. По мнению ряда геологов (Пчелкин В.И., Гальверсен В.Г. и др., СахГеология), основными путями циркуляции термальных вод в толще плиоцен-неогеновых отложений являются зоны пересечения разлома магистрального северо-восточного направления вдоль простирания острова Итуруп и серии разрывов северо-западного направления. По тектоническим трещинам северо-западного простирания наблюдаются термальные проявления и протяженные участки гидротермальной переработки пород. Последние хорошо картируются в среднем течении ручья Надежда. Все перечисленные системы дизъюнктивных нарушений Восточно-Итурупского гидрогеологического створа наиболее интенсивно проявляются в районе Дачных термальных проявлений, образуя сложный узел дробления, с которым связаны максимумы тепловых аномалий. Гидротермальные источники характеризуются трещинно-жильным типом [1].

На территории площади Дачное в комплексе геолого-геофизических работ была осуществлена шпуровая малоглубинная термосъемка для оценки потенциальных теплоэнергетических ресурсов. Термосъемка проведена гидрогеологическим отрядом под руководством Чабана Ю.С. с помощью аппаратуры, разработанной в Институте морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Академии наук СССР.

#### *Методико-аппаратурное обеспечение термометрических работ*

Практика применения малоглубинных температурных исследований наряду с другими поисковыми геофизическими методами, проводимыми на поверхности Земли, такими как электроразведка, малоглубинная сейсмика, гравиметрия и другие, позволяет получать определенные геологические данные без проведения разведочного бурения. К успешным результатам этого метода следует отнести обнаружение глубинных структур, нефтегазовых месторождений, некоторых видов руд, в частности сульфидных, тектонических нарушений, геотермальных структур и др. [2 – 6]. Исследования показали, что глубинные аномалии температур сохраняются до поверхности Земли, что позволяет выявить их приповерхностной термосъемкой. При этом в приповерхностном распределении температур сохраняются формы залежей углеводородов, глубинных тектонических нарушений, особенностей геологических структур. Вынос тепла флюидами при формировании геотермальных зон создает на поверхности хорошо выраженные в плане температурные положительные аномалии с особенно контрастно выделяющимися линейными участками, отмечающими активные разломы. Эти теоретические положения, подкрепленные практическими результатами, явились основанием для постановки малоглубинной термосъемки на площади Дачное.

Анализ различных методик разноглубинных измерений температур показал, что оптимальная глубина погружения температурных датчиков составляет 1,5 м, так как на

этой глубине отсутствует влияние суточных изменений температуры независимо от состава грунтов, и при этом облегчается процесс внедрения датчика на заданную глубину [4]. Однако сезонные колебания температуры проникают на более значительную глубину, и поэтому оптимальным периодом является тот временной интервал года, когда на 1,5-метровой глубине температура достигает максимума и сохраняется относительно постоянной в течение двух-трех недель в областях с муссонным климатом. Согласно данным метеостанции г. Курильск (остров Итуруп), находящейся на высоте 25 м над уровнем моря, максимум температуры на глубине 1,6 м достигается в первой половине сентября и продолжается до второй половины октября. Температура в этот период изменяется в пределах  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  [7, 8]. В этот оптимальный по методическим условиям период были произведены температурные измерения на месторождении термальных вод «Дачное» в шпурах глубиной 1,5 м.

Термосъемка осуществлена на площади, охватывающей среднюю и нижнюю части долины ручья Надежда, район слияния этого ручья с рекой Высокотравной и ее правобережье в пределах Осеннего перешейка.

Наблюдения проводились электротермометрами, в которых в качестве термочувствительного элемента использовались терморезисторы типа ММТ-1 с температурным коэффициентом сопротивления  $\alpha_T = -4 \text{ Ом}/^{\circ}\text{C}$ , отградуированные с точностью  $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ . Термисторы помещались в титановые трубки длиной 180 см и диаметром 8 мм. В качестве измерителя применялся мост постоянного тока МО-62. На площади отработаны 19 рекогносцировочных профилей длиной от 375 до 3100 м, на 3-х участках проведены детальные измерения на 45 профилях длиной в среднем по 125 м каждый, отстоящих друг от друга на дистанции от 25 до 50 м. Расстояние между шпурами на профилях – 25 м (рис. 1). Таким образом, на детальных участках измерения произведены в основном по сетке 25 на 25 м, что позволяет представить в плане температурное поле участков на глубине 1,5 м. Общая длина всех профилей – 32650 м. В целом измерения произведены в 1318 пунктах. В 1033 пунктах получены температуры в интервале  $7,5 - 9,5^{\circ}\text{C}$ , из них в 690 – в интервале  $8 - 9^{\circ}\text{C}$  (рис. 2). В 40 пунктах зафиксированы повышенные температуры от  $12$  до  $25^{\circ}\text{C}$ . Если последние исключить из анализа, то температуры в интервале  $7,5 - 9,5^{\circ}\text{C}$  зафиксированы в 81% пунктов. Средняя температура для них равна  $8,5^{\circ}\text{C}$ , ее следует принять как фоновую и типичную на глубине 1,5 м для низкогорья перешейка Осеннего в период проведения измерений.

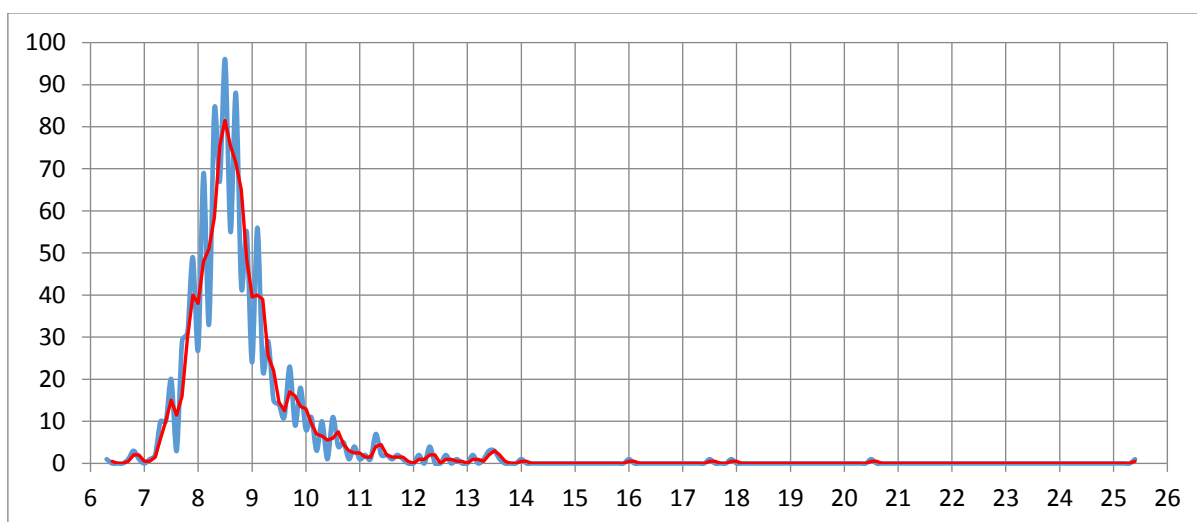


Рис. 2 – Спектр абсолютных частот в выборке, произведенной термосъемкой.

По горизонтальной оси отложены температуры в градусах Цельсия, по вертикали – абсолютные частоты появления этих температур в измерениях; синим цветом обозначен исходный спектр, красным – после применения линейного фильтра

Переходя к анализу результатов массовых измерений температур на площади Дачное, необходимо отметить, что на профилях вне зон термопроявлений зафиксированы отдельные скачки температур, которые являются помехами, но их следует интерпретировать. В результате можно сглаживать температурные профили с целью выявления крупных глубинных структурных единиц с высоким тепловыделением. Если осуществляется плотная сетка пунктов измерения температур, то допустима математическая интерпретация по сглаживанию отскоков температурной кривой. В большей части эти скачки вызваны приповерхностными особенностями, в первую очередь, рельефными, так как в солнечные дни южные склоны прогреваются сильнее северных. Но на острове Итуруп в его центральной части этот контраст снижается атмосферными осадками и ветрами, что приводит к нивелированию средних температур на склонах разной ориентации. В зависимости от углов наклона рельефа разница среднемесячных температур не превышает  $0,5 - 1^{\circ}\text{C}$ . Это наблюдение подтверждается статистической обработкой данных термосъемки. В связи с этим можно привести цитату из книги «Полевая геотермическая съемка» Чекалюка Э.Б. с соавторами: «Если существует достаточно плотная сетка точек измерения температуры, то без интерпретации допустима прямая математическая интерполяция и сглаживание зубчатой температурной кривой по принципу усреднения теплофизических свойств покрова Земли» [4].

#### *Анализ данных геотемпературной съемки*

На месторождении Дачных термоминеральных источников в местах выявленных термометрических аномалий были проведены площадные измерения на трех участках. Первый из них находится в среднем течении ручья Надежда, правого притока реки Высокотравной. Второй участок находится в долине реки Высокотравной в 675 м выше впадения в нее ручья Надежда. Третий участок располагается в 300 м юго-западнее источников Дачное, в 1300 м от устья ручья Надежда. Детальные измерения для выявления природы контрастных изменений температуры осуществлены по системе профилей, отстоящих друг от друга на расстоянии в среднем 25 м. На первом участке выполнены 22 профиля, в среднем по 125 м длиной каждый. На каждом профиле в среднем по 6 пикетов, расположенных через 25 м. Измерения проведены на 125 пунктах. На участке выявлены две овальной формы зоны повышенных температур (до  $25^{\circ}\text{C}$  и выше), расположенные по берегам ручья Надежда и ориентированные в среднем по азимуту  $300^{\circ}$ . На втором участке выполнено 66 измерений на 13 профилях, каждый из которых в среднем длиной по 100 м. На участке выделяется зона относительно повышенных температур (до  $13^{\circ}\text{C}$ ), ориентированная по азимуту  $40^{\circ}$ . На третьем участке, вытянутом в северо-восточном направлении, сделаны 77 температурных наблюдений, распределенных на 11 профилей, каждый из которых в среднем длиной 150 м. На участке выделены две зоны незначительно повышенных температур (до  $11,8^{\circ}\text{C}$ ). Северная зона ориентирована по азимуту  $70^{\circ}$ . Вторая зона является участком пересечения двух узких полос повышенных температур, одна из которых ориентирована по азимуту  $40^{\circ}$ , другая – по азимуту  $310^{\circ}$ . Выявленные термальные аномалии линейного простирания отмечают выходы на поверхность глубинных термальных вод по разломным зонам. Ориентация аномальных зон температуры обозначает участки магистральных разломов северо-западного и северо-восточного направлений. При этом разломы северо-восточного направления соответствуют магистральному простиранию оси Большой Курильской гряды. Разломы северо-западного направления являются дизъюнктивами, разделяющими остров на блоки.

Проведенный на первом этапе обработки данных анализ распределения температур на площади термосъемки позволил сделать следующие заключения. Источники с температурой  $8 - 20^{\circ}\text{C}$  создают в плане наибольшие линейно-вытянутые зоны разгрузки. Эти зоны с выходами термальных источников прослеживаются на значительные расстояния. На отдельных участках близко расположенные линейные зоны образуют площадную разгрузку. Химический состав вод с температурой  $8 - 20^{\circ}\text{C}$  и более характеризуется

хлоридно-гидрокарбонатным натриевым составом, обогащенным сульфатными, хлоридно-сульфатными, хлоридными водами. Наиболее перспективным объектом для дальнейших поисковых работ являлся участок 1, расположенный в среднем течении ручья Надежда.

Температурный режим месторождения термальных вод формируется эндогенным очагом тепла. Система тектонической трещиноватости над термальным очагом определяет циркуляцию вод в неогеновых и четвертичных отложениях месторождения. Система состоит из множества трещин, сходящихся и пересекающих друг друга. Повышенные температуры гидротермальной разгрузки в зонах северо-западного простирания свидетельствуют, очевидно, об их более интенсивной тектонической активности в современный период.

По результатам геологических исследований и термосъемки во второй половине 80-х годов были пробурены разведочные скважины в зонах термоаномалий и за их контурами с целью определения геологического строения участка Дачное и сопредельных площадей, а также для вывода на поверхность термальных вод. Вскрытые скважинами разрезы показали, что на всю глубину бурения (до 600 м) распространены тектонически дробленные породы, особенно в зонах термоаномалий. Распределение температур по вертикали свидетельствует о восходящем движении среднетемпературных терм в пределах участка 1, где были пробурены скважины 5, 6. Этими скважинами были выведены на поверхность в режиме самоизлива углекислые минеральные воды хлоридно-гидрокарбонатного натриевого состава с температурами на устье от 28 до 44°C и с дебитом до 5 л/с. Максимальная температура, измеренная в скважине 6 на глубине 596 м, равнялась 55,6°C. За пределами участка термоаномалий на крыльях вулcano-тектонического поднятия в скважинах, например, 3 и 8, содержатся щелочные, хлоридные, слабосоленые воды.

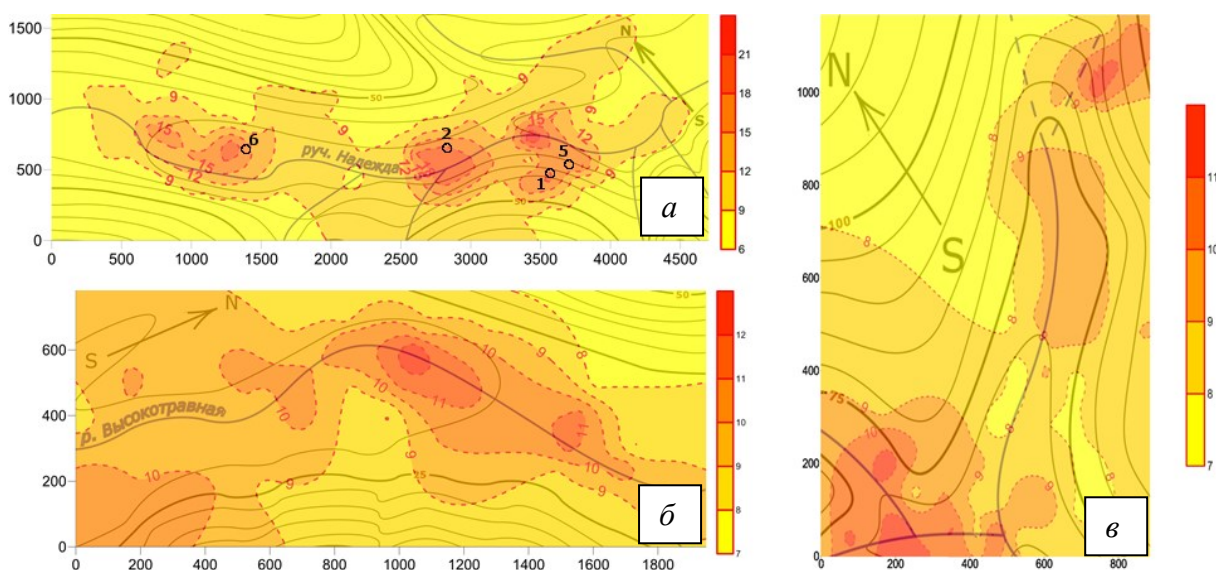


Рис. 3 – Распределение температур на участках детализации.

Сплошными линиями обозначены изолинии рельефа, пунктирными – изотермы, кружками - скважины;  
а – участок 1, б – участок 2, в – участок 3

В 90-х годах поисково-разведочные работы на площади Дачное были прекращены. В связи с вновь возросшим интересом правительственных структур к термоминеральным ресурсам Курильских островов нами проведена методами статистического анализа [9] новая обработка материалов термосъемки, проведенной ранее на площади Дачное. В результате были получены карты распределения температур в изолиниях на всей площади съемки и околнурены зоны температурных аномалий (рис. 3). Из результатов

анализа распределения температур на участках детальных съемок следует, что из-за невысоких температур (не более 12°C) участки 2 и 3 не являются объектами первоочередных изысканий. Тогда как участок 1, как и раньше, представляется самым перспективным для дальнейшего проведения буровых работ для вывода высокотемпературных минеральных вод. Судя по расположению скважин 1, 2, 5, 6 следует, что они пробурены в пределах высокотемпературных аномалий, но смещены от центров наиболее высокотемпературных площадок. Поэтому представленная карта изотерм участка 1 имеет несомненный практический интерес. По нашим оценкам, для вывода на поверхность минеральных вод с температурой более 70°C необходимо пробурить скважину глубиной не менее 850 м на площадке, околтуренной изотермой 21°C. В 2013 – 2014 гг. сотрудниками ИМГиГ ДВО РАН была проведена оценка современных физических и химических характеристик термальных вод, изливающихся по-прежнему из скважин 1, 5, 6. Воды по температурным и химическим параметрам сохранили свои значения [10]. Поэтому построенные карты термоаномалий в изолиниях конкретизируют постановку поискового бурения на площади Дачное с целью получения наиболее продуктивных источников термоминеральных вод при решении ряда проблем, в том числе бальнеологических.

#### *Выводы*

Применение температурной малоглубинной съемки в зоне современной тектономагматической активности (месторождении термальных вод Дачное, остров Итуруп), показало свою эффективность при выявлении участков для разведывательного бурения на термальные воды. Обработка материалов съемки с применением методов статистического анализа определила более точно границы термоаномалий. Это позволяет в дальнейшем при возобновлении поисковых работ на площади Дачное рекомендовать перспективные площадки для бурения высокодебитных скважин. Описанная методика малоглубинной термосъемки применима при картировании термальных полей в зонах современной тектономагматической активности на Курильских островах.

#### **Литература**

1. Фролов Н.М. Гидрогеотермия / Н.М. Фролов. – М.: Недра, 1968. – 316 с.
2. Хребтов А.И. Геотермические условия и термальные воды Центрального Предкавказья / А.И. Хребтов. – М.: Наука, 1965. – 110 с.
3. Череменин Г.А. Геотермия / Г.А. Череменин. – Л.: Недра, 1972. – 272 с.
4. Чекалюк Э.Б. Полевая геотермическая съемка / Э.Б. Чекалюк, И.М. Федорцов, В.Г.Осадчий. – Киев: Наукова думка, 1974. – 104 с.
5. Геотермические поиски полезных ископаемых / В.И. Лялько, М.М. Митник, Л.Д. Вульфсон, З.М. Шпортюк. – Киев: Наукова думка, 1979. – 145 с.
6. Временные изменения геофизических полей над газовой залежью / В.А. Паровышний, В.Н. Сеначин, О.В. Веселов, В.С. Кириенко // Тихоокеанская геология. – 2008. – Т. 27. - № 4. – С. 13 - 15.
7. Справочник по климату СССР. Вып. 34. Сахалинская обл. Часть III. Температуры воздуха и почвы. – 2-е изд. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 200 с.
8. Справочник по климату СССР. Вып. 34. Дополнение: Температура воздуха и почвы, влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров, ветер, облачность. – Южно-Сахалинск, 1981. – 29 с.
9. Дэвис Дж.С. Статистический анализ данных в геологии. Книга 2. / Дж.С. Дэвис. – М.: Недра, 1990. – 429 с.
10. Дачное месторождение термоминеральных вод (о. Итуруп, Курильские острова) / Р.В. Жарков // Геодинамические процессы и природные катастрофы. Опыт Нефтегорска: Всероссийская научная конференция с международным участием, Южно-Сахалинск, 26 - 30 мая 2015 г.: сборник материалов в 2-х томах. - Т. 2. – Владивосток: Дальнаука, 2015.– С. 221 - 224.