

УДК 550.46:556.114

ОЦЕНКА РАССРЕДОТОЧЕННОГО ВЫНОСА ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД В РУСЛО РЕКИ УКСИЧАН (ЭССО, КАМЧАТКА)

© 2005 Г. Е. Глазырин¹, Я. Д. Муравьев², Е. Г. Калачева²

¹ Научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Ташкент, Узбекистан

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006
683006, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9, Институт вулканологии и сейсмологии;
тел. (415-22)5-94-05; факс: (415)5-94-05, e-mail: murjd@kcs.iks.ru

Используя метод разделения составляющих стока с малого водосбора, дана оценка суммарного расхода рассредоточенных выходов термальных вод на правом берегу реки Уксичан, центральная Камчатка. В основу расчетов положены полевые измерения расхода и электропроводности воды в русле реки выше и ниже по течению от источников. Выполнена оценка точности расчетов.

Хорошо известно, что Камчатка богата термальными источниками (Гидрогеология ..., 1972). Однако часто термальная вода выходит на поверхность не в фиксированной точке, а рассредоточена на некоторой площади, например, на склоне долины или вдоль русла реки в виде высачиваний или струй с малым дебитом. Расход воды из таких источников невозможно оценить обычными измерительными методами.

Один из подобных участков расположен на правом берегу р. Уксичан (бассейн р. Быстрая-Эссовская), выше по течению от пос. Эссо. Правда, здесь имеется также и небольшой источник с более значительным дебитом (рис. 1). Нашей задачей является оценка суммарного расхода воды с этой площади. Исследование было выполнено методом, похожим на ранее предложенный Д. Кобаяши (Kobayashi et al., 1993) для разделения составляющих стока с малого водосбора. По существу же, это – хорошо известный в гидрохимии метод смешения.

Итак, пусть Q_u , Q_d и Q_s – расходы воды в реке выше и ниже по течению от источника, и расход воды самого источника, соответственно; C_u , C_d и C_s – электропроводность воды в тех же точках. В этом случае мы имеем:

$$Q_d = Q_u + Q_s, \text{ и}$$

$$Q_d \cdot C_d = Q_u \cdot C_u + Q_s \cdot C_s$$

Последнее уравнение представляет собой «расход электропроводности». Оно верно в том случае, когда минерализация воды и электропроводность связаны линейно.

Подставим в него $Q_u = Q_d - Q_s$ и легко находим:

$$Q_s = Q_d \cdot \frac{C_d - C_u}{C_s - C_u} \quad (1)$$

Это простое уравнение будет использовано для расчетов.

Результаты измерений электропроводности и температуры воды в точках, показанных на рис.1, приведены в табл. 1. Измерения были выполнены прибором EC-meter CM-14P (Toa Electronics Ltd., Japan). В среднем можно принять, что $C_d=5.13$, $C_u=4.77$ и $C_s=142$ См/м. Расход воды в р. Уксичан в момент наших измерений был равен $14.0 \text{ м}^3/\text{с}$ (данные гидрометрического поста, расположенного в 1 км ниже исследуемого источника (рис. 1)).

Подставив все необходимые величины в уравнение (1), находим, что $Q_s = 0.037 \text{ м}^3/\text{с}$.

Следующей важной задачей, после расчета дебита термальных вод на данном участке русла реки Уксичан, является оценка точности расчетов. Максимальная возможная ошибка расчета Q_s , как известно, может быть определена с помощью выражения:

$$\Delta Q_s = \left| \frac{\partial Q_s}{\partial Q_d} \right| \cdot \Delta Q_d + \left| \frac{\partial Q_s}{\partial C_d} \right| \cdot \Delta C_d + \left| \frac{\partial Q_s}{\partial C_u} \right| \cdot \Delta C_u + \left| \frac{\partial Q_s}{\partial C_s} \right| \cdot \Delta C_s,$$

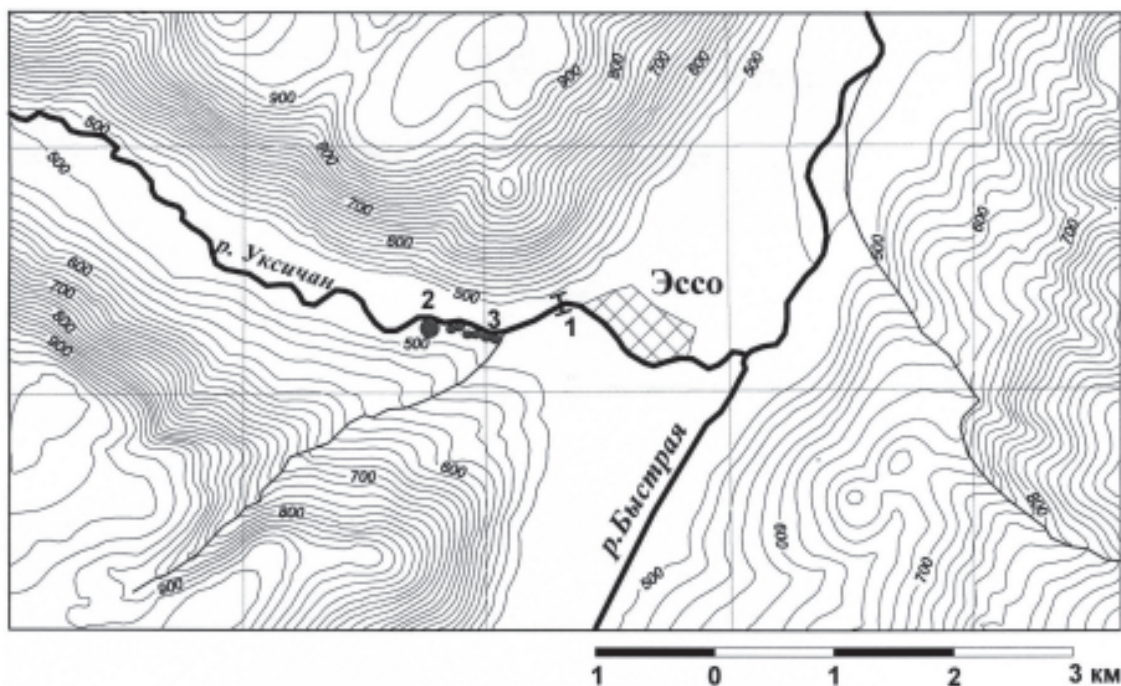


Рис. 1. Схема измерений на участке р. Укичан. 1- точки измерений и их номера; 2 – точечный источник; 3 – участок площадного выхода термальных вод.

где ΔQd , ΔCd , ΔCu и ΔCs – максимальные абсолютные ошибки соответствующих величин. Подставив в это выражение уравнение (1), получим:

$$\Delta Q_s = \left| \frac{C_d - C_u}{C_s - C_u} \right| \cdot \Delta Qd + \left| \frac{Qd}{C_s - C_u} \right| \cdot \Delta Cd + \left| Qd \cdot \frac{C_d - C_s}{(C_s - C_u)^2} \right| \cdot \Delta Cu + \left| Qd \cdot \frac{C_u - C_d}{(C_s - C_u)^2} \right| \cdot \Delta Cs.$$

Очевидно, что для определения ΔQ_s необходимо знать возможные абсолютные ошибки входящих величин. Наш опыт работы с названным выше прибором показал, что можно принять: $\Delta Cd = \Delta Cu = 0.05$ См/м и $\Delta Cs = 1$ См/м. Точность определения расходов воды в горных и предгорных реках равна 5-10%, так что можно принять $\Delta Qd = 1$ м³/с. Подставив значения всех величин в

приведенное выше уравнение, получаем $\Delta Q_s = 0.013$ м³/с. Таким образом, окончательно имеем: $Q_s = 0.037 \pm 0.013$ м³/с.

Добавим, что для подобных измерений может быть использована не только электропроводность. Это может быть концентрация некоторых ионов, pH, температура воды и т.п. Главные требования к трассерам – достаточно большой контраст их величин в смешиваемых средах и устойчивость во времени. Последнее требование, например, не позволяет использовать в нашем случае температуру воды.

В заключение хотим поблагодарить сотрудников гидрометеорологической станции “Эссо” за предоставленные данные о расходах воды в р. Укичан.

Таблица 1. Электропроводность (С, См/ м) и температура (Т, °С) воды в точках, показанных на рис. 1.

N	Положение	С, См/ м	Т, °С
1	200 м вниз по течению от источника	5.17	5.4
2	100 м вниз по течению от источника	5.10	5.9
3	Точечный источник	142	58.5
4	Река около площадного выхода термальных вод	5.25	5.4
5	100 м выше источника по течению	4.77	5.1
6	300 м выше источника по течению	4.77	5.2

Список литературы

Гидрогеология СССР, том XXIX, Камчатка, Курильские и Командорские острова. М.: Недра, 1972. 364 с.

Kobayashi D., Kodama Y., Nomura M. et al.
Comparison of snowmelt hydrograph separation by recession analysis and by stream temperature and conductivity. Tracers in Hydrology (Proceeding of the Yokogama Symposium, July 1993), IAHS Publ. N 215, P. 49-56.

**ESTIMATION OF THE DISPERSED CARRYING OUT OF THERMAL WATERS
IN THE RIVER UKSICHAN (ESSO, KAMCHATKA)**

G. E. Glazirin¹, Ya. D. Muravyev², E. G. Kalacheva²

¹Scientific research hydrometeorological institute, Tashkent, Uzbekistan

*²Institute of Volcanology and Seismology FED RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky
683006, Petropavlovsk-Kamchatsky, boulevard Piip, 9, Institute of Volcanology and Seismology;
phone: (415-22)5-94-05; fax: (415-22)5-94-05, e-mail murjd@kcs.iks.ru*

The estimation of the total discharge of thermal waters on a right shore of the river Uksichan is given, using the method of division of components of a water flow from a small drainage area. Calculations are based on field measurements of the water's electroconductivity and discharge in the river upstream and downstream from thermal springs. The estimation of accuracy of calculations is executed.