

## **Водотоки Северной группы вулканов и их влияние на сток р. Камчатка**

**Куксина Л.В.<sup>1</sup>, Муравьев Я.Д.<sup>2</sup>**

### **Rivers of the Northern group of volcanoes and their influence on the Kamchatka River runoff**

**Kuksina L.V., Muravyev Ya.D.**

<sup>1</sup> *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва;*

*e-mail: ludmilakuksina@gmail.com*

<sup>2</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский*

Рассматриваются особенности пространственно-временной изменчивости компонентов речного стока в бассейнах водотоков на склонах действующих вулканов Северной группы. Показано, что особенности их стока определяются характером подстилающих пород и режимом питания. Установлено, что реки, испытывающие воздействие вулканизма, оказывают значительное влияние на средний многолетний сток взвешенных наносов р. Камчатка.

Наличие на территории Камчатского края районов проявления активного вулканизма создает особые условия для формирования стока протекающих здесь рек. Особую группу водотоков в регионе образуют реки районов активного вулканизма, непосредственно дренирующие склоны и подножия действующих вулканов Камчатки.

Реки на склонах вулканов характеризуются азональным водным режимом. Основной особенностью стока таких (так называемых «сухих») рек является его эпизодичность, обусловленная очень высокой водопроницаемостью пород, слагающих склоны вулканов. По этой причине уровень грунтовых вод залегает очень глубоко, что приводит к чрезвычайно быстрой фильтрации поверхностного стока в нижележащие слои. Эпизодический характер поверхностного стока обусловлен также особенностями их питания за счет атмосферных осадков, сезонного таяния снежников, а также снега и льда в период извержения вулканов.

Характерные черты гидрологического режима рек вулканических областей проявляются во внутрисуточном, суточном, внутригодовом и многолетнем масштабах.

Внутрисуточный режим флуктуаций уровней и расходов воды и, соответственно, характеристик стока наносов полностью определяется режимом таяния питающих ледников и снежников и трансформируется за счет фильтрации в подрусловые пути. В зависимости от близости расположения гидроствора к источнику питания и размеров последнего происходят колебания уровней (расходов) воды и мутности.

Потоки на склонах вулканов часто характеризуются заторно-волновым характером движения, что также связано с поступлением воды в русла. Механические преобразования в русле (такие как обрушение кровли ледника и создание временных плотин, их размыв, русловые деформации), а также просачивание воды в рыхлые вулканогенные отложения и их выход ниже по течению приводят к импульсивным изменениям расхода воды как в сторону повышения, так и в сторону уменьшения.

При движении от истока к устью вниз по течению в пределах водосборов на склонах вулканов можно выделить три зоны, отличающиеся изменениями расхода воды с увеличением площади водосбора [2]: 1) расход воды увеличивается; 2) расход воды остается практически неизменным (зона транзита); 3) расход воды уменьшается.

В зависимости от расходов воды происходит изменение размеров перемещаемых частиц от алеврита до валунов. Изменение водности и стока наносов сопровождается русловыми переформированиями вплоть до быстрой смены типа русла [3].

Изменения во внутригодовом режиме стока также характеризуются крайней неравномерностью. Обычно в зимний период их русла полностью лишены воды. В периоды максимальной водности (половодье и паводки) происходит максимальное насыщение грунтовых вод и смыкание их уровня с поверхностными. В этот же период происходит наиболее значительное увеличение мутности воды [1]. Весной, в период

интенсивного таяния сезонного снежного покрова, «сухими» реками совершается основная эрозионно-аккумулятивная работа.

В течение межени большинство рек территорий активного вулканизма никуда не впадает, образуя субэвральную песчанистую дельту. В период максимальной водности наиболее крупные из них являются притоками постоянных водотоков (р. Сухая, руч. Киргурич впадают в р. Камчатка, р. Сухая Хапица впадает в р. Большая Хапица, р. Сухая Халактырская впадает в Тихий океан).

В многолетнем плане колебания стока «сухих» рек также имеют свои особенности. Основными причинами циклических колебаний многоводных, маловодных и средних по водности периодов в стоке постоянных водотоков являются колебания климатических факторов. Причинами колебаний водности рек вулканических территорий, помимо изменений климатических факторов, служат эндогенные процессы. Наиболее полноводными реки бывают в периоды таяния снега и льда во время извержений вулканов. В этом случае их долины, как правило, становятся путями схода лахаров. Значительные снеготопивые запасы на склонах действующих вулканов обуславливают объемы водной составляющей потока. Массы рыхлого сыпучего материала (вулканические шлаки, пеплы, агломераты пирокластических потоков и раскаленных лавин), периодически отлагающиеся на склонах активных вулканов, являются источником огромного количества перемещаемого материала. Повторяемость и размеры таких событий зависят от повторяемости и характера извержений и от величины запасов снега к моменту начала извержения. Крупные извержения, сопровождающиеся таянием ледников и снежников, являются причинами пониженных фаз водности вулканических рек, поскольку происходит сокращение или полное уничтожение источника питания.

Помимо влияния на водность и насыщенность потока взвешенным материалом, извержения оказывают влияние на строение речных водосборов. Побочные прорывы, лавовые потоки, падение крупных обломков изверженного материала могут приводить к бронированию толщи ледников и их последующему отмиранию. Следствием этого является то, что «сухая» река лишается источника питания. Изменение морфологии речных долин вследствие вулканических извержений приводит к тому, что некоторые из ледников изменяют направление своего движения. Таким образом, они перестают питать одни реки и становятся источниками поступления вод для других.

На исследуемых реках Северной группы вулканов прохождения экстремальных объемов стока воды и наносов неоднократно фиксировались в XX веке. Ввиду характерных особенностей рек на склонах действующих вулканов, они, как правило, не достигают приемных водоемов в период межени, формируя аллювиальные дельты у подножий вулканов. Основной вынос вещества осуществляется в период прохождения половодья и при извержении вулканов в зимний период. Некоторые из рек вулканических территорий никогда не достигают приемных водоемов, теряясь в собственных отложениях. Согласно анализу снимков Sentinel-2, наиболее крупные водотоки вулканических районов (площадь водосбора более 100 км<sup>2</sup>) достигают приемных водотоков (р. Камчатка) в течение примерно четырех месяцев в течение года. Данная поправка позволяет произвести расчет для осредненных условий, экстремальные паводки, возникающие при извержении вулканов в зимний период, не учитываются. Таким образом, поступление воды, взвешенных наносов и ионов реками вулканических территорий можно рассчитать как:

$$W = M \cdot F \cdot \frac{T_B}{12},$$

где  $W$  – сток воды/взвешенных наносов/ионов рек вулканических территорий, т/год;  $M$  – модуль стока воды/взвешенных наносов/ионов рек вулканических территорий, т/км<sup>2</sup>·год;  $F$  – площадь водосбора реки, км<sup>2</sup>;  $T_B$  – продолжительность впадения в приемный водоток (Σ4 месяца).

С учетом данных о речных водосборах на склонах вулканов Северной группы, были отобраны 16 водотоков, способных достигать р. Камчатка. Обобщенные сведения для бассейна р. Камчатка в замыкающем створе и для отобранных водотоков, включая морфометрические и гидрологические данные, подготовлены по опубликованным источникам (сведения о площадях водосборов [4]), а также в период выполнения собственных полевых исследований на реках региона.

На основе подготовленных сведений о модуле водного стока, минерализации и мутности воды были получены среднееголетние оценки стока наиболее крупных водотоков вулканических районов в р. Камчатка. Согласно выполненным оценкам, доля вулканических водотоков в площади водосбора р. Камчатка, составляет 6.5 %, что сопоставимо с вкладом в водный сток (5 %) (рисунок). Воздействие на ионный сток оказывается минимальным и составляет всего 0.15 % (см. рисунок). Наибольшее влияние реки, дренирующие склоны и подножия действующих вулканов Камчатки, оказывают на сток взвешенных наносов, где их вклад достигает 67 % от суммарного стока наносов р. Камчатка в Тихий океан.

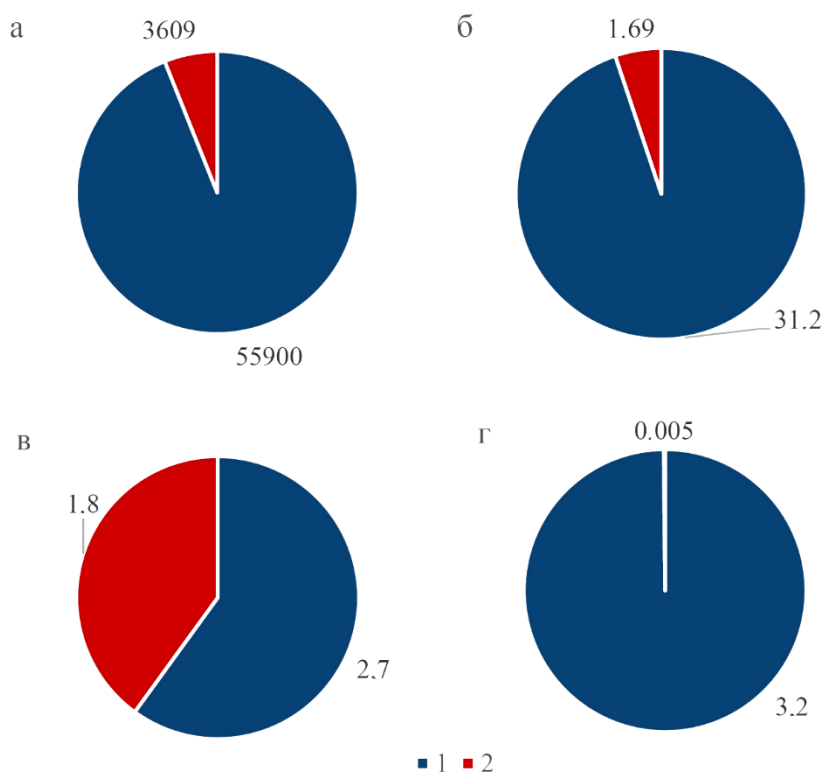


Рисунок. Соотношение вклада бассейна р. Камчатка (без водосборов рек вулканических областей, (1)) и речных водосборов Северной группы вулканов (2): а – площадь водосбора, км<sup>2</sup>; б – объем стока воды, км<sup>3</sup>; в – сток взвешенных наносов, млн т; г – ионный сток, млн т.

### Список литературы

1. *Виноградов В.Н., Купцов А.Н.* О гидрологии «сухих» рек районов активного вулканизма // Водные ресурсы. 1980. № 5. С. 178-184.
2. *Виноградов В.Н., Муравьев Я.Д.* Ледник Козельский (Авачинская группа вулканов) // Водно-ледниковый и тепловой баланс горноледниковых бассейнов. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 120 с.
3. *Куксина Л.В., Чалов С.Р.* Сток взвешенных наносов рек территорий современного вулканизма Камчатки // География и природные ресурсы. 2012. № 1. С. 103-110.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 20. Камчатка. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 258 с.