

## **Вулканизм и компоненты речного стока**

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

### **Volcanism and river runoff components**

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

<sup>1</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;  
e-mail: ludmilakuksina@gmail.com*

<sup>2</sup> *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, г. Москва*

Рассматриваются особенности пространственно-временной изменчивости компонентов речного стока вследствие воздействия вулканизма. Показано, что крупнейшие вулканические извержения приводят к последующему сокращению водного стока; сток наносов, напротив, характеризуется многократным возрастанием.

Вулканизм является уникальным фактором формирования и пространственно-временной изменчивости компонентов речного стока. Анализ изменчивости водного стока крупнейших рек мира в период между наиболее значительными вулканическими извержениями XIX и XX вв. выявил статистически значимое сокращение водного стока для ряда речных систем [4].

Вулканические извержения служат крупнейшим источником твердых частиц планетарного масштаба [7], что приводит к поступлению на поверхность речных водосборов огромного количества рыхлого вулканогенного материала (пепел, пирокластика), способного легко транспортироваться водными потоками. В результате реки, испытывающие воздействие вулканизма, характеризуются максимальными значениями модулей стока наносов среди всех рек горных районов (значения могут превышать  $106 \text{ т/км}^2\cdot\text{год}$  [6]). Например, в результате катастрофического извержения влк. Сент-Хеленс годовой сток наносов увеличился в 500 раз по сравнению с фоновым уровнем. Спустя 20 лет после извержения среднегодовой сток наносов оставался повышенным примерно в 100 раз [9], спустя 30 лет – в 40 раз [8].

Согласно количественным оценкам факторов формирования стока взвешенных наносов, потенциальный смыв твердых частиц на территории Восточного вулканического района Камчатки достигает  $1000\text{-}5000 \text{ т/км}^2\cdot\text{год}$ , что является максимальной величиной для территории края. Максимальная мутность речных вод в реках вулканических районов составляет  $1\text{-}10 \text{ кг/м}^3$ , а в некоторых водотоках – до  $200 \text{ кг/м}^3$ . Мутность речных вод уменьшается при удалении от наиболее активных вулканов. Максимальные значения модуля стока наносов характеризуют речные бассейны на склонах активных вулканов и составляют порядка  $500 \text{ т/км}^2\cdot\text{год}$ , и для некоторых могут достигать тысяч и десятков тысяч тонн с  $\text{км}^2$ .

Анализ временной изменчивости стока наносов р. Камчатка показал, что своих максимальных значений он достигает после крупнейших извержений. При этом наблюдается снижение стока воды, что согласуется с выводами работы [4]. В бассейнах малых рек причиной снижения стока может также служить сокращение или уничтожение источника питания (многолетние снежники, ледники) в результате извержения.

Вулканические извержения оказывают существенное воздействие на морфометрические характеристики русел и речных бассейнов [2]. Реки вулканических областей характеризуются максимальными показателями эрозии в бассейнах – порядка  $1000 \text{ мм}$  в год, в то время как для большей части рек в мире эта величина не превышает  $100 \text{ мм}$  в год [5].

Вулканические извержения могут оказывать значительное влияние на гидрологический режим рек за счет изменения условий транспирации и инфильтрации [8]. Кроме того, на склонах самих вулканов формируются реки со специфическим водным режимом, характеризующимся периодическим прекращением поверхностного

и значительным подрусловым стоком [1]. Максимальный расход воды и мутность на реках данного типа наблюдаются в 12:00-18:00, когда температура воздуха достигает своего максимума и, соответственно, своего максимума достигает интенсивность снеготаяния. Максимум мутности воды при этом немного опережает максимум водного стока в соответствии с последовательным ростом и достижением максимумов уклонов, мутности, скорости потока, расхода воды и транспортирующей способности потока во время повышения уровня воды. При понижении уровня воды характеристики изменяются противоположным образом, а связь между мутностью и расходом воды носит гистерезисный характер. Закономерность может нарушаться при отсутствии внутрируслового источника поступления материала, когда измерения выполняются вблизи источника питания (асинхронный характер колебаний характеристик в верхнем течении руч. Бильченок). Сток может полностью прекращаться в ночные часы в малых водотоках, что связано с понижением температуры и прекращением снеготаяния.

При определенных условиях, таких как таяние снежно-ледового покрова в период извержений в зимне-весеннее время и выпадение интенсивных ливневых осадков, рыхлый легко подвижный материал на склонах вулканических построек приходит в движение, формируя вулканогенные сели (лахары), которые в дальнейшем становятся новым источником наносов в руслах рек, по которым они сходят и могут представлять серьезную угрозу для населения, социально-экономических объектов и инфраструктуры.

Поступление в атмосферу в период извержения кислых газов, в том числе сорбирующихся на поверхности твердых частиц, оказывает значительное влияние на химический состав дождевых и талых вод, поверхностного стока. В результате выпадения тефры возможно повышение кислотности, концентрации F, Al, Fe, Mn, Cd, Cu и Pb в пределах, значительно превышающих фоновые значения [3].

### Список литературы

1. *Куксина Л.В., Муравьев Я.Д.* Генетический анализ формирования стока «сухих» рек // Вопросы географии Камчатки. 2020. Вып. 15. С. 108-117.
2. *Frenzen P.M., Hadley K.S., Major J.J. et al.* Geomorphic change and vegetation development on the Muddy River mudflow deposit // Ecological Responses to the 1980 Eruption of Mount St. Helens. 2005. P. 75-91.
3. *Galeczka I., Sigurdsson G., Eiriksdottir E.S. et al.* The chemical composition of rivers and snow affected by the 2014/2015 Bárðarbunga eruption, Iceland // Journal of volcanology and geothermal research. 2016. V. 316. P. 101-119. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2016.02.017>
4. *Iles C.E., Hegerl G.C.* Systematic change in global patterns of streamflow following volcanic eruptions // Nature geoscience. 2016. V. 8(11). P. 838-842.
5. *Koppes M.N., Montgomery D.R.* The relative efficacy of fluvial and glacial erosion over modern to orogenic timescales // Nature geosciences. 2009. V. 2. P. 644-647.
6. *Korup O.* Earth's portfolio of extreme sediment transport events // Earth-science reviews. 2012. V. 112 (3-4). P. 115-125.
7. *Korup O., Clague J.J.* Natural hazards, extreme events, and mountain topography // Quaternary science reviews. 2009. V. 28 (11-12). P. 977-990.
8. *Major J.J., Crisafulli C.M., Frenzen P., Bishop J.* After the disaster: The hydrogeomorphic, ecological, and biological responses to the 1980 eruption of Mount St. Helens // Volcanoes to vineyards: geologic field trips through the dynamic landscape of the Pacific Northwest: geological society of America field guide. 2009. V. 15. P. 1-24.
9. *Major J.J., Pierson T.C., Dinehart R.L., Costa J.E.* Sediment yield following severe volcanic disturbance – A two decade perspective from Mount St. Helens // Geology. 2000. V. 20 (9). P. 819-822.