

Вулканическая активность и компоненты речного стока в бассейне р. Камчатки
Кукушина Л.В.^{1,2}, Муравьев Я.Д.¹

Volcanic activity and river runoff components in the Kamchatka River basin
Kuksina L.V.^{1,2}, Muravyev Ya.D.¹

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

² *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва*

Рассматривается влияние вулканических извержений на компоненты речного стока (сток воды, взвешенных наносов, теплоты, ионов) в бассейне р. Камчатки в различных пространственно-временных масштабах (суточном, сезонном, многолетнем) на основе данных многолетних стационарных наблюдений на постах УГМС по Камчатскому краю и собственных полевых материалов.

Введение

Уникальным фактором формирования и пространственно-временной изменчивости характеристик речного стока в бассейне р. Камчатки является вулканическая деятельность, которая наряду с основными традиционными природными факторами (осадки, рельеф и почвенно-растительный покров) играет существенную (а для бассейнов рек, дренирующих склоны и подножия действующих вулканов, – ключевую) роль во флуктуациях компонентов речного стока. В результате периодического поступления продуктов вулканических извержений на поверхность речных водосборов в районах проявления вулканической активности формируются водотоки с особым типом водного режима, характеризующегося периодическим прекращением поверхностного стока в условиях продолжения значительного подруслового стока [2, 3, 6]. Пеплопады оказывают существенное воздействие на формирование почвенного [7] покрова, в результате чего наиболее распространенными являются вулканические почвы различных подтипов, характеризующиеся максимальной эродируемостью и высокой водопроницаемостью, способствующей интенсивной фильтрации атмосферных осадков [4]. Наиболее значительные группы действующих вулканов на Камчатке характеризуются максимальными высотами на полуострове, для этих районов перепад высот, уклоны местности и расчлененность рельефа достигают максимальных значений, что наряду с распространенностью слабоустойчивых к водной эрозии пород определяет условия для развития гравитационных процессов. Сочетание этих факторов создает совершенно особые условия формирования и изменения компонентов речного стока в бассейнах рек, испытывающих воздействие вулканизма.

Основная цель данной работы – оценка влияния вулканической деятельности на формирование и изменчивость компонентов речного стока в различных пространственно-временных масштабах в бассейне р. Камчатки.

Работа основана на материалах стационарных наблюдений за стоком воды и наносов на постах УГМС по Камчатскому краю, расположенных на реках, испытывающих воздействие вулканических извержений, а также на личных наблюдениях автора в 2008-2021 гг. на водотоках, дренирующих склоны действующих вулканов.

Пространственно-временная изменчивость компонентов речного стока

Анализ разностно-интегральных кривых стока показал, что все реки в бассейне р. Камчатки характеризуются относительной синхронностью изменений осадков, расходов воды и взвешенных наносов. Для большей части рек характерно наличие двух относительно продолжительных циклов в изменении характеристик стока – увеличение

до конца 1970 – начала 1980-х гг., а затем их снижение вплоть до 2010 г., когда началось новое возрастание стока воды и наносов на реках Камчатского края. Однако выявленная закономерность нарушается в реках, испытывающих воздействие вулканических извержений, где основными факторами изменчивости речного стока могут выступать не климатические параметры, а последствия вулканических извержений. Так, в р. Камчатке ниже пгт. Козыревск, в зоне активного воздействия пеллопадов вулканов Ключевской группы [7], существенное увеличение стока взвешенных наносов, а в ряде случаев и стока воды, наблюдалось после крупнейших в XX веке извержений.

Анализ изменчивости стока взвешенных наносов в бассейне р. Камчатки за период до конца 1970-х – начала 1980-х гг. и после показал, что, несмотря на общее снижение стока взвешенных наносов на 4-26 %, его рост (на 21 и 33 %, соответственно) отмечается для пунктов пгт. Козыревск и уроч. Большие Щеки, что, по всей видимости, объясняется воздействием вулканической деятельности. Усиление таяния ледников и многолетних снежников на фоне повышения средней годовой температуры воздуха, значительное количество осадков в горах, вероятно, приводят к усилению транспорта рыхлых вулканогенных частиц, поступающих на поверхность речных водосборов в период извержений.

Минерализация воды в р. Камчатке в течение года колеблется от 35 до 200 мг/л (35-110 – в период половодья, 150-200 – в период межени). Характерной особенностью гидрохимического режима является резкое увеличение минерализации ниже пп. Козыревск и Ключи, что связано с впадением крупных, более минерализованных притоков, дренирующих район Ключевской группы вулканов (рр. Толбачик, Студеная). Влияние вулканических извержений на особенности химического состава вод [1] проявляется также во внутригодовом распределении характеристик. Так, БТИ 1975-1976 гг. привело к существенному росту минерализации и содержания некоторых ионов в водах р. Камчатки на спаде половодья (достигли своего максимума в течение года), хотя обычно максимальной величины достигают в период зимней межени.

По длине р. Камчатки происходит закономерное возрастание расходов взвешенных и влекомых наносов, а также температуры воды. Стоит отметить, что наибольшее увеличение мутности происходит в районе пункта наблюдений Камчатка – Лазо, где уже присутствует существенное воздействие вулканов Ключевской группы.

Анализ изменчивости модуля стока воды показал, что он постепенно уменьшается от истока реки к устью. Аналогичная картина наблюдается и на притоках реки. В целом по бассейну модуль стока западных притоков превышает величины для восточных притоков (21.1 и 16.9 л/сек км², соответственно), что, вероятно, связано с особенностями питания (крупнейшая зона оледенения на Камчатке приурочена к Срединному хребту) и особенностями дренируемых пород (восточные притоки дренируют очень рыхлые вулканогенные отложения, что приводит к интенсивной фильтрации стока). Хотя при этом некоторые правобережные притоки характеризуются очень высокими модулями стока (рр. Николка Первая, Озерная) [5].

Модуль стока взвешенных наносов существенно выше для восточных притоков, что, по всей видимости, тесно связано с влиянием вулканов, большинство которых расположено в Восточном вулканическом районе. Своего максимума (согласно данным стационарных и собственных полевых наблюдений) модуль стока взвешенных наносов и мутность воды достигают в водотоках, непосредственно дренирующих склоны и подножия действующих вулканов Ключевской группы и вулкана Шивелуч. Согласно выполненному ранее районированию [5], западная часть бассейна преимущественно находится в зоне с мутностью 11-25 г/м³, а восточная – в зоне 51-250 г/м³, а некоторые водотоки – 1000 г/м³ и выше (мутность достигает значений 200 кг/м³ и выше в реках вулканических территорий).

Существенного изменения минерализации и ионного состава речной воды по длине р. Камчатки не происходит, за исключением постов «Козыревск» и «Ключи» (рисунок а), где оказывают влияние притоки, дренирующие склоны вулканов Ключевской группы (рр. Толбачик, Студеная, рисунок б).

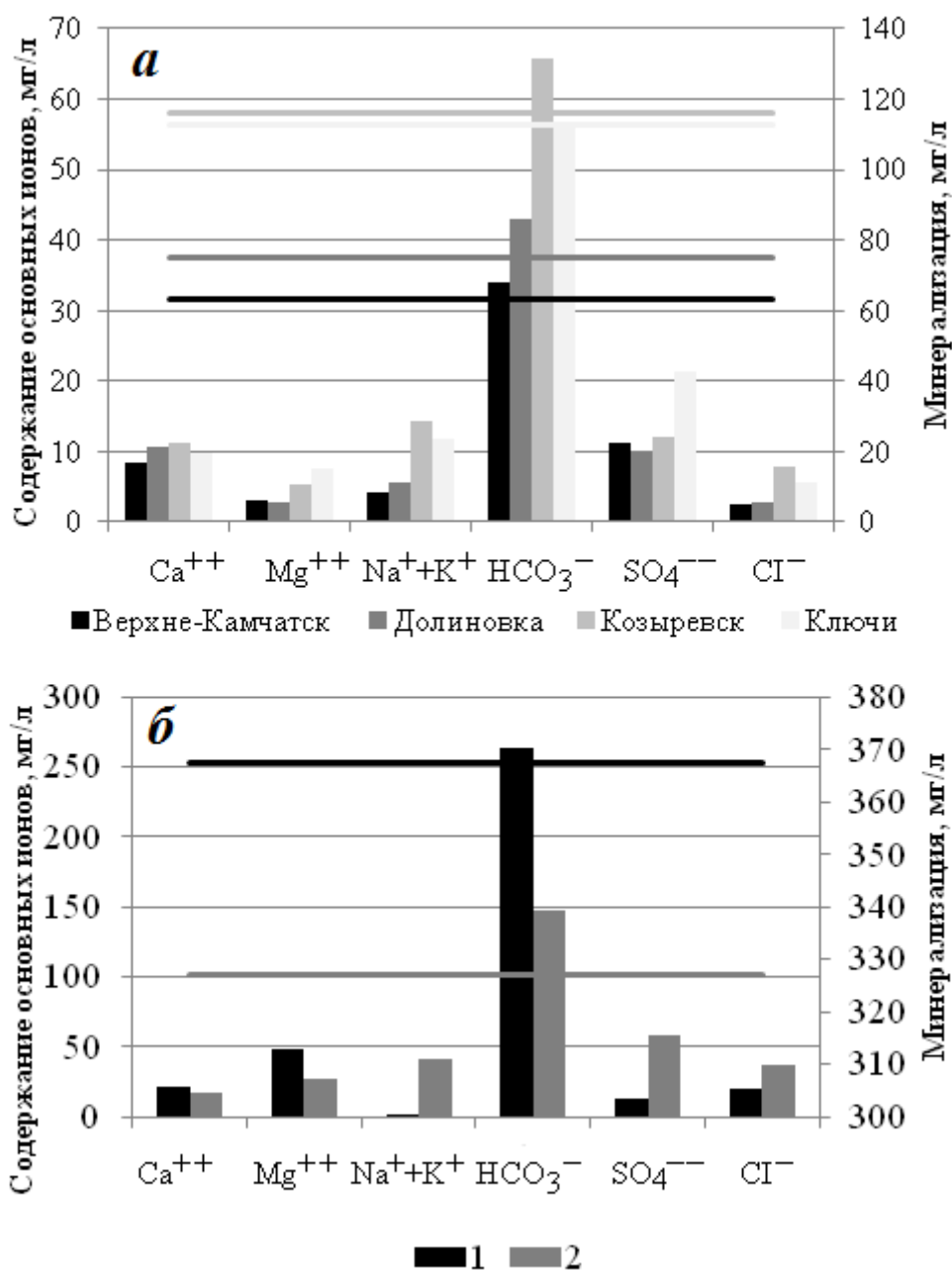


Рисунок. Изменчивость гидрохимических показателей по длине р. Камчатки (а) и в ее сильноминерализованных притоках (б). 1 – р. Студеная (верховье), 2 – р. Толбачик (исток).

Выводы

Бассейн р. Камчатки характеризуется сочетанием очень разнообразных условий формирования речного стока, включая проявления активного вулканизма, формирующие специфические черты стока воды, наносов, теплоты и растворенного вещества в водотоках бассейна.

Изменения стока воды и взвешенных наносов происходят относительно синхронно изменениям количества осадков (на фоне повышенной изменчивости последних). Для большинства рек бассейна р. Камчатки характерны два относительно продолжительных цикла в изменчивости речного стока – увеличения характеристик до

конца 1970-х – начала 1980-х гг., а затем последующего уменьшения вплоть до 2010 г. Исключением являются реки в зоне воздействия крупнейших вулканических извержений на составляющие речного стока.

Анализ пространственной изменчивости среднемноголетних значений модуля стока воды, взвешенных и влекомых наносов, минерализации, показал, что правые притоки характеризуются более высокими величинами всех характеристик по сравнению с левыми, что, по всей вероятности, также во многом связано с воздействием вулканической деятельности.

По длине реки Камчатки все составляющие речного стока закономерно увеличиваются, причем наиболее существенное возрастание отмечается на постах, расположенных в зоне воздействия вулканов Ключевской (Северной) группы. Влияние вулканической деятельности проявляется в увеличении стока воды и наносов, повышении минерализации речной воды ниже впадения притоков, дренирующих склоны действующих вулканов.

Список литературы

1. *Агафонова К.Г.* Гидрохимический режим рек Камчатки // Вопросы географии Камчатки. 1964. Вып. 2. С. 46-55.
2. *Былинкина А.А.* К исследованию «сухих» рек Ключевского вулкана // Труды лаборатории вулканологии. 1954. Вып. 8. С. 236-242.
3. *Краевая Т.С.* Сухие реки районов Ключевской и Авачинской групп вулканов // Вопросы географии Камчатки. 1964. Вып. 2. С. 56-62.
4. *Куксина Л.В., Алексеевский Н.И.* Особенности пространственно-временной изменчивости водного стока рек Камчатского края // Водные ресурсы. 2016. Т. 43. № 3. С. 254-264. DOI: 10.7868/S032105961603010X
5. *Куксина Л.В., Алексеевский Н.И.* Трансформация стока взвешенных наносов рек Камчатки под воздействием вулканизма // Вулканология и сейсмология. 2017. № 1. С. 63-74. DOI: 10.7868/S0203030617010035
6. *Куксина Л.В., Муравьев Я.Д.* Генетический анализ формирования стока «сухих» рек // Вопросы географии Камчатки. 2020. Вып. 15. С. 108-116.
7. *Соколов И.А.* Вулканизм и почвообразование. М.: Наука, 1973. 224 с.