

## **Сейсмическая активность и сток наносов в бассейнах рек Камчатки**

**Куксина Л.В.<sup>1,2</sup>**

### **Seismic activity and sediment yield in the river basins of Kamchatka**

**Kuksina L.V.**

<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, г. Москва*

Рассматривается воздействие крупных сейсмических событий на характеристики стока взвешенных наносов в бассейнах рек Камчатки в различных пространственно-временных масштабах (суточном, сезонном, многолетнем) на основе данных многолетних стационарных наблюдений КФ ФИЦ ЕГС РАН за сейсмической обстановкой, а также за гидрологическими показателями на постах УГМС по Камчатскому краю.

#### **Введение**

Исследования, выполненные для сейсмоактивных регионов мира, показывают, что для них ключевым фактором поступления наносов в реки и пространственно-временной изменчивости их характеристик могут являться землетрясения. К таким регионам относится Камчатский край, характеризующийся наличием активных и потухших вулканов, а также активными сейсмопроявлениями. Вулканические извержения являются источниками поступления на поверхность речных водосборов огромного количества рыхлообломочного, легко транспортируемого водными потоками материала. Сейсмическая деятельность, в свою очередь, способствует росту этой подвижности. Воздействие этих двух факторов зачастую способно выполнять ключевую роль в поступлении твердых частиц в водотоки региона, однако детальных исследований влияния сейсмопроявлений на характеристики стока наносов в Камчатском крае не проводилось, несмотря на то, что землетрясения различной силы фиксируются в регионе практически ежедневно [1]. По всей видимости, мелкие дрожания способствуют общему повышению фоновой мутности в водотоках края за счет интенсификации склоновых процессов, в то время как крупные землетрясения способны приводить к существенному увеличению сезонных и годовых значений мутности.

Основной целью предлагаемого исследования является изучение роли землетрясений различной силы на характеристики стока взвешенных наносов рек Камчатского края в разных пространственно-временных масштабах.

Информационной базой для выполнения работы послужили данные наблюдений за характеристиками стока воды и взвешенных наносов на стационарных постах УГМС по Камчатскому краю, а также сведения о землетрясениях в регионе за период с 1962 по 2018 гг. [1, 2].

#### **Землетрясения и пространственно-временная изменчивость стока наносов**

Для выявления воздействия землетрясений на изменчивость характеристик стока взвешенных наносов анализировалась многолетняя и внутригодовая изменчивость стока взвешенных наносов в соотношении с прошедшими землетрясениями. Анализ многолетних колебаний выполнялся на основе разностно-интегральных кривых стока воды и наносов для рек, испытавших воздействие того или иного события. Для анализа сезонной изменчивости привлекались сведения о декадных значениях мутности и расхода воды, а также данные о максимальной измеренной в течение года мутности. Косвенный анализ возможного воздействия других факторов (осадков) выполнялся с привлечением суточных данных наблюдений на метеорологических постах и станциях Камчатского края.

Наиболее показательным в отношении воздействия на характеристики стока взвешенных наносов является землетрясение 17.08.1983 г., когда максимальные

значения мутности воды в течение года были зафиксированы в ряде малых водотоков полуострова после землетрясения, при этом расходы воды не достигали своих максимальных значений.

Анализ внутригодового распределения мутности и расходов воды в совокупности с изменчивостью осадков показал, что максимальная мутность наблюдалась независимо от количества выпавших осадков: в бассейне р. 1-ая Мутная осадков не наблюдалось, расходы воды также не достигали максимальных значений, однако мутность многократно превысила фоновые значения (рис. 1). Наблюдавшееся увеличение расходов в третьей декаде августа, вероятно, не могло послужить основной причиной такого увеличения мутности воды, а послужило дополнительным фактором, способствовавшим транспортировке новых порций твердого материала, поступившего в русло вследствие усиления гравитационных процессов в результате землетрясения.

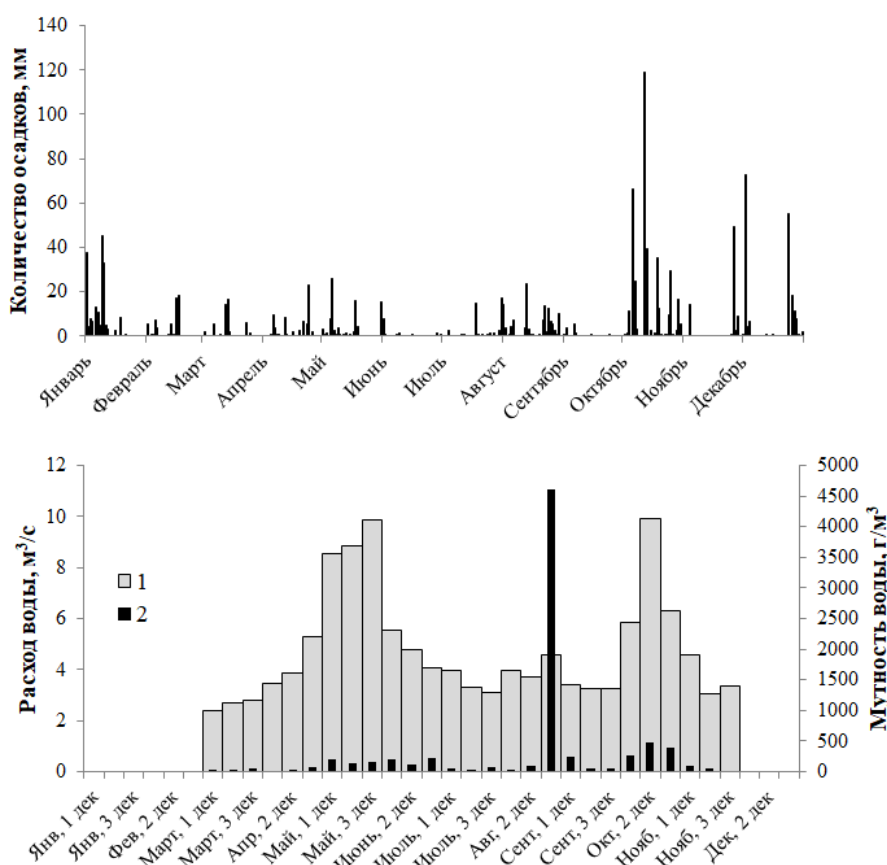


Рис. 1. Изменчивость осадков, мутности и расхода воды в р. 1-ая Мутная – п. Заречный в 1983 г. 1 – средний декадный расход воды, м<sup>3</sup>/с, 2 – средняя декадная мутность воды, г/м<sup>3</sup>.

В водотоках, в бассейнах которых фиксировались значительные осадки, тем не менее, не наблюдалось значительного роста расходов воды, поэтому можно предположить, что осадки и повышение расходов воды лишь способствовали смыву и выносу порций твердого материала, образовавшихся в результате землетрясения, однако не выступали основной причиной формирования максимальной мутности (рис. 2).

Данный вывод подтверждается тем фактом, что обычно в рассматриваемых реках максимальные значения мутности воды наблюдаются в период прохождения половодья и ассоциированы с увеличением расходов воды. Кроме того, немного меньшее количество осадков, выпадавшее впоследствии (55.7 мм 12.10), не вызывало существенного увеличения мутности воды.

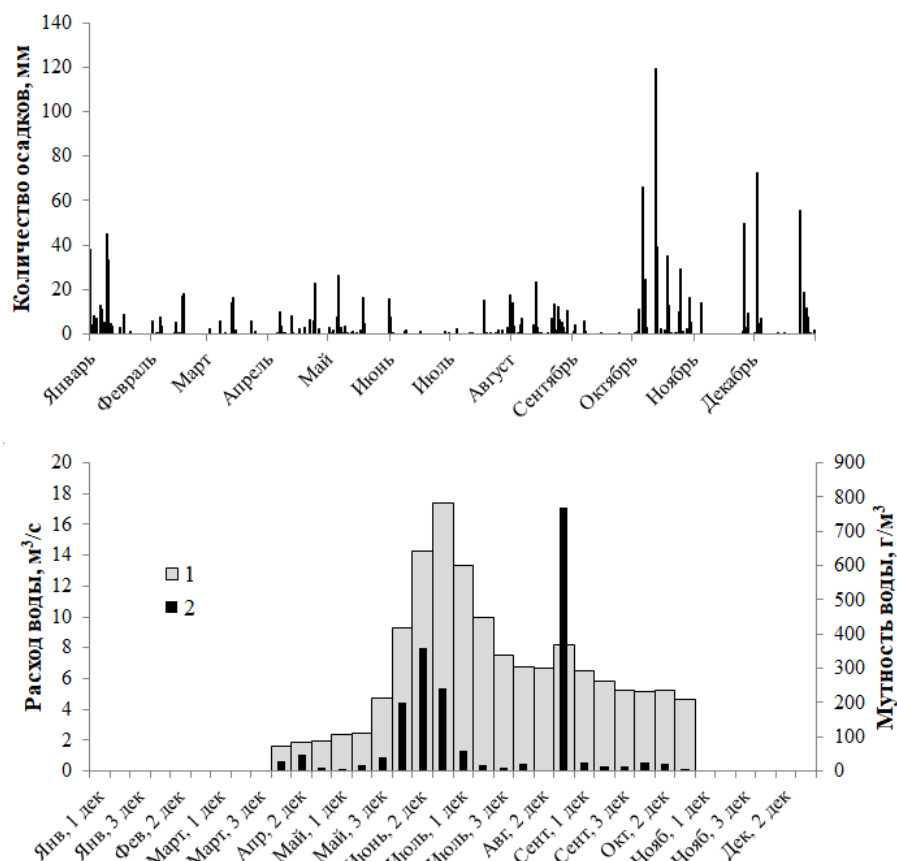


Рис. 2. Изменчивость осадков, мутности и расхода воды в р. Правая Камчатка – уроч. Бугры в 1983 г. 1 – средний декадный расход воды, м<sup>3</sup>/с, 2 – средняя декадная мутность воды, г/м<sup>3</sup>.

Признаком взаимосвязи землетрясений с характеристиками взвешенных наносов может служить сопоставление карт пространственного распределения величины максимального ускорения грунта (от англ. «*peak ground acceleration (PGA)*») [3], мутности и модуля стока взвешенных наносов [4] – увеличению PGA с северо-запада на юго-восток соответствует тенденция в увеличении характеристик стока взвешенных наносов. Сопоставление количественных оценок величины PGA и модуля стока взвешенных наносов позволило выявить тенденцию роста последней в соответствии с ростом PGA, однако для выполнения более точного количественного анализа требуется расчет PGA непосредственно для постов на реках с известными координатами. Естественно, это является не единственным фактором такого распределения характеристик. Например, одна из важнейших причин – расположение действующих вулканов Камчатки. Кроме того, росту стока наносов в таком направлении способствует увеличение атмосферных осадков и их эрозионного потенциала, а также характеристики рельефа местности и литология горных пород. Увеличение сейсмической активности с запада на восток вкупе с ростом других показателей формирования стока наносов влечет за собой интенсификацию гравитационных процессов, и, следовательно, способствует росту поступления частиц в водотоки, т.е. сейсмическая активность может являться причиной постоянных повышенных фоновых значений мутности воды.

### Выводы

Проведена попытка исследования взаимосвязи землетрясений на территории Камчатского края и характеристик стока взвешенных наносов. Установлено, что в некоторых случаях после крупных землетрясений наблюдается рост годового стока взвешенных наносов, а также могут быть зафиксированы максимальные значения мутности воды и ее кратковременное, но многократное повышение, не связанные с

ростом расходов воды и/или выпадением жидких осадков. Стоит отметить, что такое воздействие сильнее проявляется на малых водотоках и практически не фиксируется на средних и больших реках. Сопоставление карт распределения величин средней многолетней мутности воды и модуля стока взвешенных наносов с распределением peak ground acceleration по территории Камчатского края позволило установить, что между ними существует связь: росту peak ground acceleration в направлении с северо-запада на юго-восток соответствует увеличение характеристик стока взвешенных наносов в том же направлении. Однако стоит отметить, что выявленные связи на данном этапе проведенной работы могут служить лишь косвенными признаками влияния сейсмической обстановки на сток наносов и требуют дальнейшего изучения и выполнения количественных оценок.

Автор благодарит сотрудников ИВиС ДВО РАН Я.Д. Муравьева, И.К. Дубровскую и сотрудников отдела гидрологии Камчатского УГМС за помощь в создании информационной базы исследования.

### **Список литературы**

1. Камчатский филиал ФИЦ ЕГС РАН, Каталог землетрясений Камчатки и Командорских островов (1962 г. – наст. вр.) <http://sdis.emsd.ru/info/earthquakes/catalogue.php>
2. *Куксина Л.В., Алексеевский Н.И.* Сток взвешенных наносов рек Камчатского края. М.: ИД КДУ, Из-во Моск. ун-та, 2015. 216 с.
3. *Левина В.И., Ландер А.В., Митюшкина С.В., Чеброва А.Ю.* Сейсмичность Камчатского региона 1962-2011 гг. // Вулканология и сейсмология. 2013. № 1. С. 41-64.
4. *Uotou V.I.* Seismic hazard of Northern Eurasia // *Annali di geosica*. 1999. V. 42. № 6. P. 1023-1038.