

факторов в прогнозной схеме при долгосрочном прогнозировании характеристик весеннего стока рек.

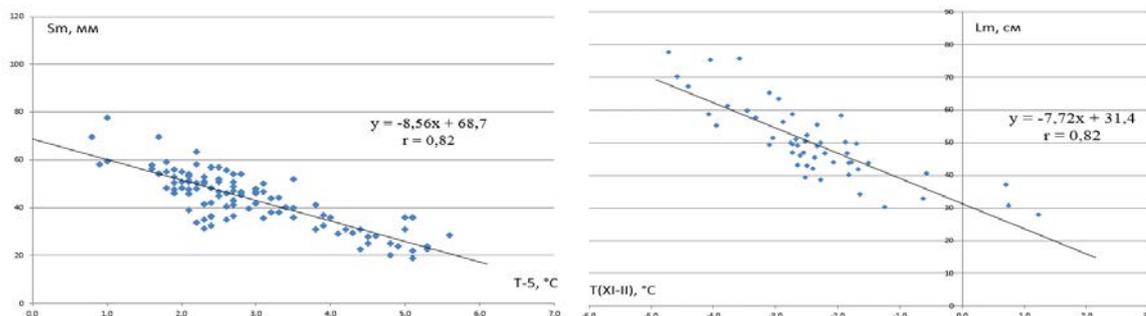


Рис. 2 Зависимость величины максимальных снегозапасов от среднегодовой температуры воздуха (слева), максимальной глубины промерзания почв от температуры воздуха холодного период (справа)

Литература

1. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report // The challenges of climate change: The outcomes of IPCC WGI. Thomas Stocher. Co-Chair IPCC Working Group I. University of Bern, Switzerland.
2. Шакірзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України / Ж.Р. Шакірзанова – Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015. – 252 с.
3. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р.Прип'ять: Монографія – Одеса: Екологія, 2011. – 336с.

«Каменные потоки» – места быстрой концентрации стока в горных бассейнах Южной Кореи и Приморья

**Шамов В.В.¹, Тарбеева А.М.², Сето М.³, Ким С.-Х.⁴,
Танака Ю.⁴, Гарцман Б.И.¹, Шекман Е.А.¹**

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

³Университет Фукусима, Фукусима, Япония

⁴Университет Кюн Хи, Сеул, Южная Корея

amtarbeeva@yandex.ru

«Каменные потоки», выявленные в Дальневосточном регионе, представляют собой вытянутые вниз по склону задернованные или обнаженные (покрытые лишайниками) скопления крупных обломков, лишённые заполнителя. Они расположены в верхней или средней частях склонов, как правило, в понижениях рельефа. В них регулярно формируются подземные водотоки, которые иногда выходят на поверхность, как правило, в нижней части каменного образования. Генезис «каменных потоков», так же как их роль в формировании склонового стока на горных водосборах мало исследованы. Между тем, за счет концентрации воды в таких образованиях осуществляется быстрое поступление склоновых вод в реки, тем самым способствуя

формированию экстремальных паводков на горных реках, особенно в области распространения внетропических летних муссонов.

Детальные исследования были проведены на двух «каменных потоках»: в горах Корейского полуострова и в Южном Сихотэ-Алине (рис. 1).

Гора Манео расположена в юго-восточной части Южной Кореи между долинами рек Миряннг на западе и Накдонг на юге. Коренные породы территории представлены риолитовыми туфами, включающими обломки андезитов мелового возраста, пронизанные меловыми биотитовыми гранитами [4].

Гора Манео высотой 669,5 м над уровнем моря находится в пределах горного массива, простирающегося с запада на восток. Район характеризуется сильно расчлененными склонами речных долин, крутизной около 20°, и слабо расчлененными пологими склонами крутизной до 15°, образующие южный склон хребта.

«Каменный поток» на склоне г. Манео имеет вытянутую вниз по склону форму (рис. 2). Он покрывает верхнюю половину пологого склона, состоит из слабо окатанных обломков биотитовых гранитов, а в нижней части склона он перекрывает область распространения риолитовых туфов. В верхней части поток имеет ширину около 50 м, в средней части поток расширяется до 200 м, в нижней части разделяется на два рукава, имеющих ширину по 20-30 м каждый. В продольном профиле «каменный поток» ступенчатый: в верхней части он наиболее крутой – до 20°, в средней – выполаживается до 11-15°, в нижней уклон составляет около 15°. Таким образом, средняя часть «каменного потока» наиболее пологая.

Обломки гранитов имеют преобладающие размеры от 0,5 до 1,5 м по максимальной оси. Существенных различий между составом обломков в разных частях «каменного потока» не наблюдается. При этом, размеры отдельных глыб в верхней части склона достигают 2-3 м. В этих обломочных отложениях отсутствует заполнитель и в основном они не задернованы. Однако значительная площадь в верхней части «каменного потока» покрыта лесом, в пологе которого доминируют *Quercus mongolica* и *Pinus densiflora*. Такой же состав растительности отмечен на окружающих участках склонов.



Рис. 1 Расположение исследованных «каменных потоков»: 1 – на склоне долины руч. Безымянного (горы Сихотэ-Алинь); 2 – на склоне г. Манео (Корейский п-ов)

Склоновые отложения вне каменного потока представлены светлым рыжеватокоричневым мелкозёмом с небольшим количеством обломков, перекрытым слоем почвы мощностью 10-15 см. В юго-восточной части разреза коричнево-окрашенный слой с обломками обнаружен между рыжеватокоричневым слоем и слоем почвы. Этот тип отложений, содержащий обломочный материал, представленный выветрелыми биотитовыми гранитами диаметром обломков 5-20 см, найден как в пределах каменного потока, так и на окружающих склонах. По всей видимости, обломки, составляющие «каменный поток», были образованы путем вымывания заполнителя.

Разрез «каменного потока» может быть разделен на две части: с заполнителем из толкозернистого материала в северо-западной части и отложения без заполнителя в остальных частях. Очевидно, с учетом седиментационных фаций, следует считать отложения с мелкозёмным заполнителем частью каменного потока. Лишённые заполнителя обломки большего диаметра концентрируются ниже по разрезу. В целом, поперечный профиль потока имеет выпуклую форму, что отмечено на подобных образованиях в верховьях р. Уссури [3].

При исследовании плановых очертаний и уклонов «каменного потока» выявлено, что в центральной части он расширяется и выполаживается. Его поперечный профиль имеет вогнутую форму в верхней части и выпуклую в нижней части. Это позволяет полагать, что он образовался в результате оползня. Не наблюдается различий в размерах обломков в разных частях оползня. Это свидетельствует о том, что не было сортировки материала по размеру, которая обычно бывает при быстром смещении материала (например, лавинном или селевом). Мы предполагаем, что каменный поток на г. Манео является древним оползнем, который затронул глубоко расположенные выветрелые отложения верхней части горы, что подтверждается тем, что в его составе присутствуют коренные породы и выветрелый тонкозернистый материал.

В июле 2014 года была исследована динамика влажности почв по данным пяти тензиометров, установленных в верхней части «каменного потока» на склоне г. Манео. Тензиометры заглублялись на 30 см в мелкозёмный заполнитель в верхней части «каменного потока». Установлено, что склоновые отложения быстро концентрируют сток во время дождей. 13 июля 2014 г. слой выпавших осадков составил 30 мм/30 мин. Все тензиометры отреагировали на это событие: во время дождя зафиксировано быстрое – за время выпадения дождя – заполнение их водой. Это означает, что за короткое время происходит максимальное насыщение почвенного слоя в вершине «каменного потока».

В 2015 году были исследованы «каменные потоки» в горах Южного Сихотэ-Алиня в бассейне р. Соколовки (Чугуевский район, Приморский край РФ). Здесь они формируются в различных по составу отложениях и занимают преимущественно верхние и средние части склонов на высотах 600–800 м. Большая часть таких потоков задернована и выявляется лишь на участках склонов, подрезанных дорожными выемками. Поэтому выявление и дешифрирование таких образований затруднено. Вместе с тем, в других районах Приморского края ранее описаны [2] и отчетливо выделяются на космических снимках обширные незадернованные вытянутые вдоль склонов пятна каменных россыпей, главным образом, на морском побережье в низкоросье и в континентальных районах – в среднегорье.

На основе крупномасштабных (около 1:5000) космических снимков, полученных из общедоступных источников (<http://www.naver.com/>, GoogleEarth), топографических карт масштаба 1:25000, а также результатов полевых наблюдений в рамках методологии "мобильного стационара" [1] были установлены основные

закономерности положения в рельефе и плановые очертания «каменных потоков». Также были проведены описания разрезов рыхлых отложений, вскрывающих потоки, и прилегающих склонов. В мае 2015 г. методом ионного паводка были определены скорости течения и расходы воды в одном из «каменных потоков» в долине руч. Безымянного (бассейн р. Соколовки). В качестве трассера был использован хлористый натрий. Были измерены скорости водных потоков, формирующихся на глубине около 1 м, и определены расходы воды в толще отложений. Измеренные скорости течения варьировали от 3 до 30 см/с, что сопоставимо со скоростями поверхностных водотоков. При этом расходы (дебиты) в период без дождей составили 1–5 л/с.

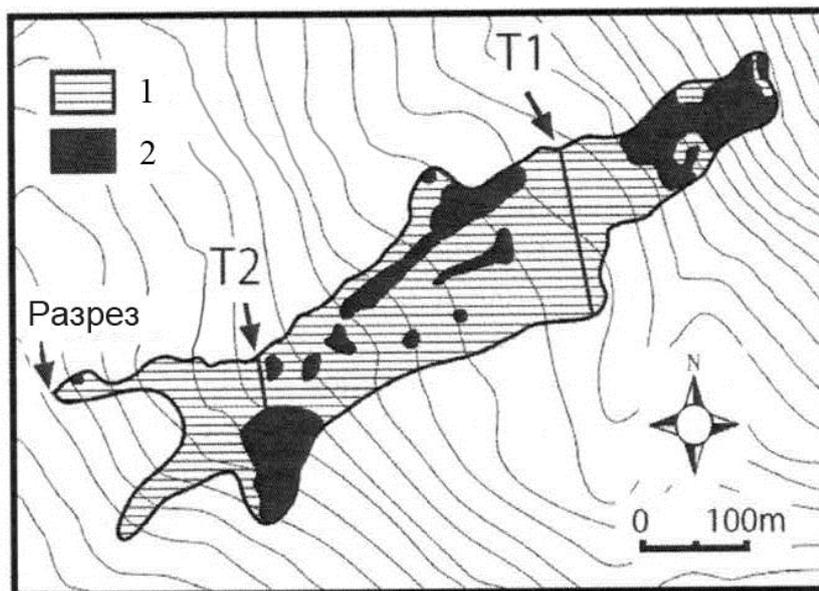


Рис. 2 Схема «каменный поток» на склоне г. Манео: 1 – незадернованные обломки; 2 – обломки, покрытые растительностью; T1 – разрез между верхней и средней частями «каменного потока»; T2 – разрез между средней и нижней частями «каменного потока».

В теле «каменного потока» на г. Манео вода концентрируется в понижении, образовавшемся при сходе оползня. Впоследствии, мелкозем, заполнявший отложения оползня, был вымыт концентрирующимся здесь водным потоком, оставив только крупнообломочный «скелет». Аналогичный процесс был описан одним из соавторов (М. Seto) в «каменных потоках» гор Японского архипелага [5].

Можно предположить, что оползневое происхождение имеют и многие задернованные «каменные потоки» в Центральном Сихотэ-Алине. Множество участков покрытых лесом склонов, представленных лишь крупнообломочным материалом без заполнителя, выявлено в соседних речных долинах, особенно на склонах, подрезанных дорожными выемками (рис. 3).

Вероятно, такие каменные потоки являются реликтами прошлых эпох и могут быть связаны как с климатическими эксцессами (в периоды экстремального увлажнения) [3], так и с подвижками земной коры. За счет регулярного выноса заполнителя и хорошей водопроницаемости отложений в «каменных потоках» концентрируются склоновые воды, скорости течения которых сопоставимы с таковыми в открытых водотоках. Недочет таких образований в структуре преимущественных водопроницающих путей при моделировании динамики речного стока может приводить к большим ошибкам при

расчетах и прогнозах экстремальных паводковых расходов воды. Особенно это важно для рек, водосборы которых расположены в области распространения муссонов, в районах избыточного увлажнения.



Рис. 3 Задернованный «каменный поток» в верховьях р. Соколовки, Центральный Сихотэ-Алинь (разрез в дорожной выемке)

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты № 15-35-50145, 14-05-00114, 14-05-00150).

Литература

1. Гарцман Б.И., Шапов В.В. Натурные исследования стокоформирования в Дальневосточном регионе на основе современных средств наблюдений // Водные ресурсы. 2015. № 6 (в печати).
2. Говорушко С.М. Курумовый морфолитогенез. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 120 с.
3. Короткий А.М., Коробов В.В., Скрыльник Г.П. Аномальные природные процессы и их влияние на состояние геосистем юга Российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2011. 265с
4. KIGAM. Geological Map (1:250 000) and explanatory note of the Pusan sheet. 1998.
5. Seto M. Geomorphic processes since the later last glacial indicated by the formation of block deposition features in mid-latitude temperate zones // Weathering: Types, Processes and Effects. Matthew JC (ed.). Nova Science Publishers: New York. 2011. Pp. 69-128.