

© 2013 г. В.А. КАРАВАЕВ, А.В. ВОСКОВА

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ СЕЛЕВЫХ ГЕОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СРЕДНЕ- И НИЗКОГОРИЙ БАССЕЙНА ТЕБЕРДЫ

Горные геосистемы отличаются высокой динамичностью, что проявляется во многом через интенсивность экзогенных процессов (обвалов, оползней, эрозии, лавин и селей), приводящих к быстрой, зачастую катастрофической деградации среды обитания флоры, фауны и человека [1]. В связи с ожидаемыми в XXI в. изменениями климата особый интерес представляет активизация селевой деятельности, которая повлияет на различные стороны жизни населения и хозяйства [2]. На Западном и Центральном Кавказе в первой половине XXI в. прогнозируется увеличение продолжительности селеопасного периода в среднем на 50 дней, повышение интенсивности атмосферных осадков, ускоренное таяние ледников с увеличением в нивально-гляциальной зоне площадей подвижных морен, возрастание числа и среднего объема дождевых селей на 20–30% [3].

В последние десятилетия в горных районах Большого Кавказа активно развивается рекреационно-туристическая сфера, в связи с чем все больше объектов инфраструктуры, в частности сооружения, здания и автодороги, размещаются без учета опасных экзогенных процессов, в том числе на селе- и лавиноопасных участках. В таких условиях большое практическое значение имеет повышение точности прогноза развития селевых и лавинных процессов, предполагающее не только наличие сведений о структуре конкретных селевых бассейнов и комплексов, но и знание особенностей их динамики¹.

На Западном Кавказе, по сравнению с Центральным и Восточным, селевые процессы проявляются не столь масштабно и интенсивно вследствие меньших абс. высот и площади оледенения, большей доле лесных сообществ. Количество осадков на Западном Кавказе выше, особенно на отметках, превышающих 1000 м [5]. Критическая норма осадков возрастает с востока на запад с 25 до 100 мм в сутки с интенсивностью более 0.1 мм/мин [6], поэтому дожди являются здесь основным фактором формирования селей.

Один из наиболее репрезентативных для изучения селевых процессов и комплексов районов Западного Кавказа – бассейн Теберды. В нем расположены 39 из 78 селевых бассейнов Карачаево-Черкесии [7] и представлены селевые комплексы различного генезиса: гляциального, гляциально-дождевого и дождевого (в высокогорье), дождевого (в среднегорье), дождевого и антропогенного (в низкогорье).

Задачей исследования, которое освещает статья, было выявление некоторых общих особенностей формирования структуры и динамики селевых комплексов (геосистем) разного генезиса.

Модельные² геосистемы

Исследовались два селевых комплекса разного генезиса – дождевого в долине р. Гоначхир и антропогенного в районе Нижней Теберды.

¹ Из всех видов динамики [4] в данном случае имеется в виду, прежде всего, революционные бифуркации и катастрофы – скачкообразные изменения в ландшафтах, приводящие к их коренным перестройкам.

² Под модельными геосистемами в контексте статьи понимаются комплексы, выбранные в качестве объектов исследования – моделей.

Приоритет в исследовании этих геосистем принадлежит доценту кафедры физической географии и ландшафтоведения географического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова М.Н. Петрушиной, которая обратила на них внимание авторов, за что они ей очень признательны.

Полевые работы в летний период 2008–2010 гг., наряду с маршрутными наблюдениями и описаниями, включали поперечное профилирование на разных высотах. Профили закладывались в местах изменения рельефа и растительности в русле, в зоне транзита и на конусе выноса, а также на участках промежуточной аккумуляции.

В статье приводятся морфометрические показатели, полученные в ходе полевых работ. Для выявления каких-либо возможных закономерностей в этом плане необходимо обладать большим банком таких данных, которого у авторов пока нет. Тем не менее, полученные показатели позволяют судить о местных особенностях прохождения селевых потоков.

Выбор модельных геосистем был вызван следующими причинами:

1) на обоих на момент начала исследований можно было заметить следы свежих сходов селя, что позволяло проследить их динамику с начальных этапов;

2) нижнетебердинская геосистема – результат схода селя антропогенного происхождения, вызванного размывом угольных отвалов. Крупномасштабные работы по таким комплексам встречаются нечасто, хотя подобные исследования имеют прикладное значение – в 1990-е гг. в связи с упадком горнорудной промышленности осталось много брошенных шахт, где не проводились мероприятия по рекультивации ландшафтов. Изучая подобные геосистемы, можно выявить особенности их естественной динамики;

3) поблизости от модельных комплексов расположены метеостанции – “Клухорский перевал” и “Теберда”. Это сделало более корректной интерполяцию полученных с них метеорологических данных на объекты исследования.

Климатические особенности в районе модельных геосистем³

На селевую активность модельных геосистем из метеорологических показателей сильнее всего влияют температура воздуха и количество осадков.

Внутригодовое распределение атмосферных осадков определяется положением бассейна Теберды в зоне, подвергающейся существенному влиянию юго-западных циклонов в холодный период и южных антициклонов в летние месяцы. Наибольшее количество осадков выпадает на метеостанции “Клухорский перевал” (1500–2000 мм/год), где в теплый период их по средним многолетним наблюдениям на 360 мм меньше, чем в холодный (рис. 1). В отдельные годы и на метеостанции “Теберда” в летние месяцы выпадает минимальное количество осадков, а их максимум приходится на октябрь и ноябрь.

Селевая активность в бассейне Теберды в летний период связана с приходом циклонов с юга, приносящих тепло и обильные дожди (преимущественно в июне и августе). Однако по орографическим причинам их влияние сказывается больше на геосистеме в долине р. Гоначхир, где выпадает больше осадков (рис. 2).

Метеорологическая ситуация в летние месяцы 2003 г. не отличалась ни высокой температурой, ни обильными осадками (рис. 2). К июлю намечилось небольшое повышение обоих показателей, которое держалось и в августе. Однако их значение не вышло за средние показатели для этого времени года.

Наиболее благоприятные условия для селевой активности по температуре воздуха и осадкам складывались летом 2004 г., особенно в августе, когда при высокой температуре выпадали обильные дожди. Так, на станции “Теберда” среднемесячная тем-

³ Метеорологические данные были любезно предоставлены дирекцией Тебердинского государственного биосферного заповедника.

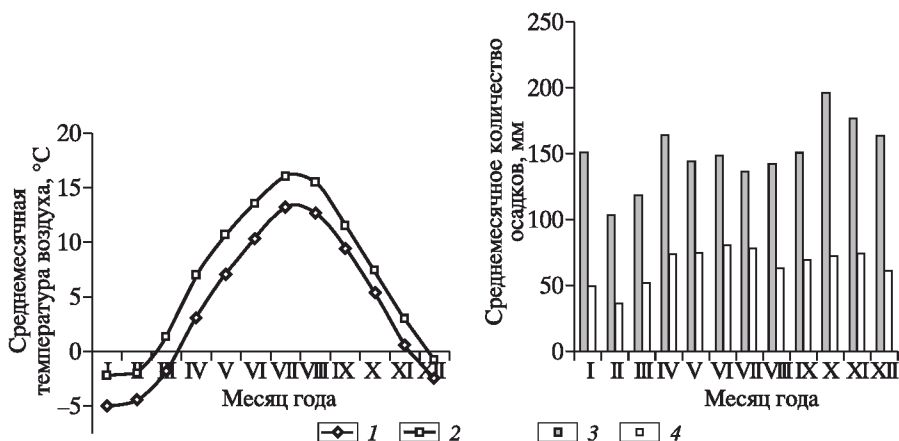


Рис. 1. Внутригодовой ход среднемесячных температуры воздуха и количества осадков на метеостанциях "Теберда" и "Клухорский перевал" по средним многолетним данным за период 1960–2004 гг.

Температура воздуха на метеостанциях: 1 – "Клухорский перевал", 2 – "Теберда"; количество осадков на метеостанциях: 3 – "Клухорский перевал", 4 – "Теберда"

пература августа составила 16.6 °C, количество осадков – 109.5 мм. На "Клухорском перевале" эти показатели составили 13.5 °C и 246.1 (!) мм соответственно.

Во все летние месяцы 2005 и 2008 гг. температура возрастала, а количество осадков неуклонно снижалось, что способствовало спокойному состоянию селевых геосистем.

Летние сезоны 2006 и 2007 гг. сильно отличались по температурам и осадкам июля и августа. После июльских условий, оптимальных для схода селей, в августе обоих годов температура росла, а осадки снижались. Изменения метеорологической обстановки происходили быстро, и инертность селевых комплексов не позволила формироваться селям.

Интересно отметить, что летние месяцы 2009 и 2010 гг. характеризовались тем, что температура и осадки находились в "противофазе" – лето 2009 г. было прохладным при обильных осадках, лето 2010 г. – аномально жарким и очень сухим. Обе ситуации не способствовали селевой активности, но в первом случае лимитирующим фактором выступало тепло, а во втором – влага.

Селево-лавинная⁴ геосистема в долине реки Гоначхир расположена на 6-м километре дороги, ведущей от устья реки к Клухорскому перевалу (рис. 3). Площадь всего комплекса, определенная в программах векторной графики⁵, составляет 120.4 га. Площадь участков, занимаемых лесом, 8 га, что позволяет сделать вывод о слабой устойчивости территории к сходам селей.

Троговая долина Гоначхира разделяет горный массив Мусат-Чери и Гоначхирский хребет, сложенные девонскими известняками, песчаниками, кварцитами и глинистыми сланцами. В долине нередко встречаются выходы гранитов и гранито-гнейсов, а также каменноугольных известняков, сланцев, песчаников и порфиринов [8]. Экспозиционные различия в снегонакоплении в долине Гоначхира незначительны из-за юго-западного направления преобладающих ветров, которое почти совпадает с направлением русла реки. Поэтому воздействия на накопление снега и, следовательно, на лавинную и селевую активность эти различия не оказывают [9].

⁴ Применительно к подобным комплексам принято употреблять термин «селево-лавинная», если есть признаки сходов лавин по селевому руслу.

⁵ Векторные схемы модельных геосистем были созданы на основе космических снимков из Интернет-ресурсов.

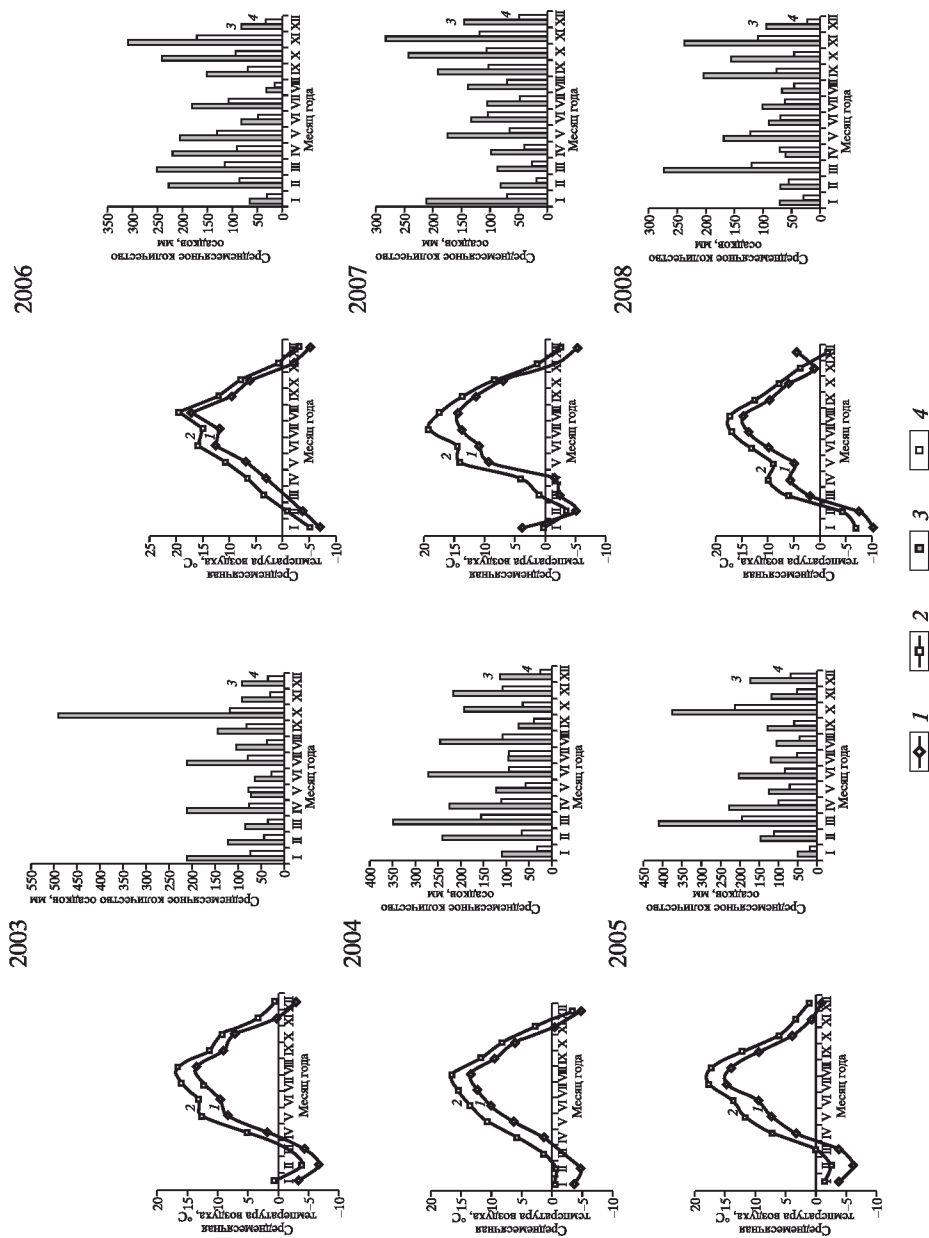


Рис. 2. Температура воздуха и количество осадков на станциях "Таберда" и "Клухорский перевал" за 2003–2008 гг.
Усл. обозначения см. рис. 1

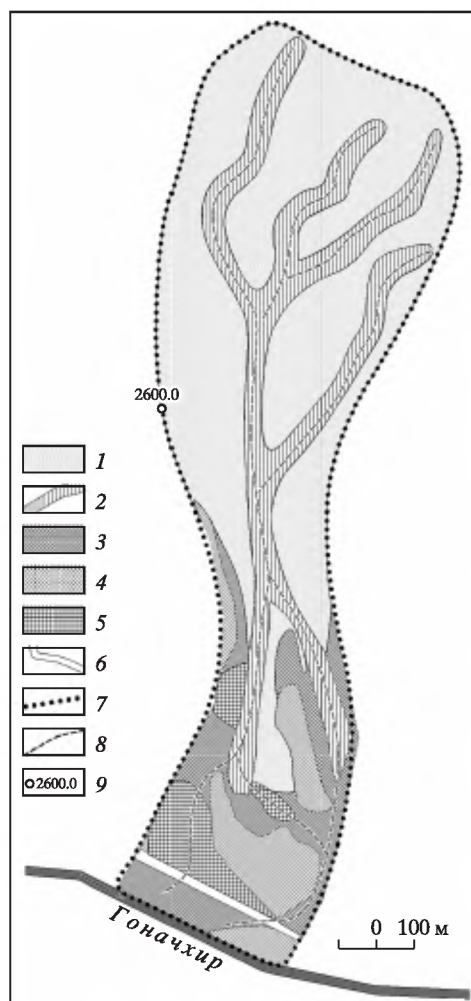


Рис. 3. Схема селевой геосистемы дождевого генезиса по правому берегу р. Гоначхир

1 – скальные породы (граниты и кристаллические сланцы), 2 – русла водотоков с селевыми отложениями, 3 – селевые отложения с фрагментами растительности, 4 – участки леса, 5 – луговая и кустарниковая растительность, осиново-березовое мелколесье, 6 – дорога, 7 – границы селевого бассейна, 8 – оси селевых русел, 9 – абс. высота вершин горных хребтов

ответственно. Ширина русла 2.5 м, как на профиле 1. Необходимость закладки профиля 2 была вызвана наличием крупного каменного завала и деревьев, мешавших потоку. Измерения, однако, не показали существенных морфометрических отличий профилей 2 и 1.

Профиль 4 расположен чуть выше места слияния двух русел. Высота левого борта левого русла – 4 м при крутизне 47°, правого – 3 м при 40°. Ширина обоих русел – по 1.5 м. Правое русло мельче, чем левое: его глубина 1 м. Высота его левого борта – 3 м при крутизне 37°, а правого – 2.5 м при 25–30° соответственно.

Сопоставление среднемесячных температуры воздуха и осадков по метеостанции “Клухорский перевал” показывает, что наиболее благоприятные условия для селевой активности сложились в августе 2004 г., когда сошел сель, достигший реки. Среднемесячная температура воздуха была близка к среднему многолетнему значению и составляла 13.5°C, но осадков выпало 246.1 мм, что для июля очень много.

В ходе работ в 2008 г. было заложено 4 поперечных профиля на разных высотах на участках изменений в мезо- и микрорельефе селевого комплекса (рис. 4).

Профиль 1 расположен в наиболее широком месте конуса, в нескольких метрах от вала, образовавшегося после расчистки дороги от селевого материала. Русло потока в этом месте имеет ширину 2.5 м и обрамлено двумя грядами. Гряды значительно различаются по ширине – 30 м (левая) и 7–8 м (правая). При этом превышения бортов русла над дном составляют 4 и 3 м, а углы наклонов бортов соответственно 30–70° и 25–30°. Сопоставление данных показывает, что в этом месте поток в основном воздействовал на левый борт, отсюда – большие углы наклона и сильный разброс их величин, как и размеров материала, слагающего борта. Кроме того, здесь проходил более широкий селевый фронт, что обусловило большую ширину левой гряды.

В почвенном покрове конуса преобладают регосолы – молодые почвы на рыхлых породах с начальными проявлениями почвообразования [10], что типично для нарушенных участков. Мощность плотного и каменистого горизонта, затронутого процессами почвообразования, около 12 см.

Профиль 2 был заложен в 10 м, а **профиль 3** – в 50 м вверх по склону от профиля 1. Морфометрические показатели профилей сходны с профилем 1. Высоты и крутизна правых бортов составляют 5 и 4 м и 30–37° и 32°, а левых – 4 и 5 м и 30° соот-

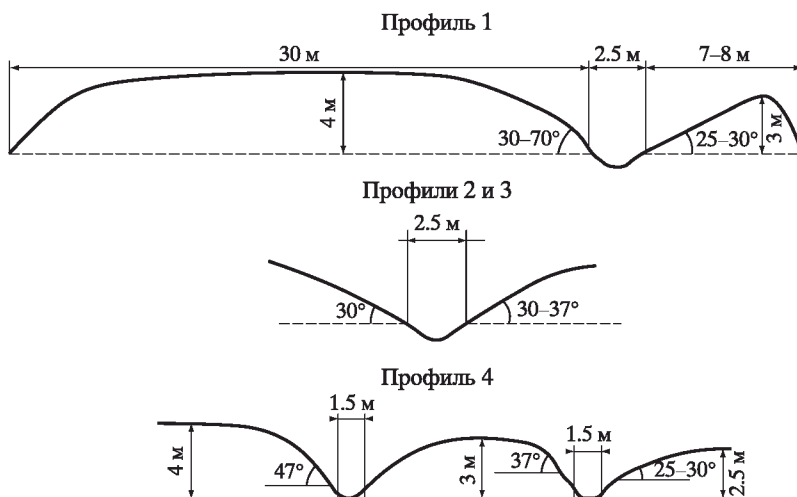


Рис. 4. Профили селевых русел геосистемы в долине р. Гоначхир

Поверхность участков селевых отложений, состоящих из мелкого материала, за-
растала до 2008 г. густым мелколесьем из березы и ивы, заместившим сообщества
“пионерных” видов. В результате схода микроселей в 2008 г. и наложения лавин на
селевые отложения в 2009 и 2010 гг. эта растительность была уничтожена, и на месте
снесенного березового мелколесья стала преобладать поросль осины.

Среди травянистых растений доминируют сложноцветные, значительна доля
розоцветных и злаков. На сложенных крупным материалом участках растительный
покров есть только в промежутках между крупными обломками, заполненных более
мелким материалом (рис. 5).

Селевая геосистема в районе Нижней Теберды располагается на восточном
склоне Аксаут-Тебердинского хребта между Нижней Тебердой и рекой Амгата – ле-
вым притоком Теберды, где находится шахта по добыче каменного угля, которая не
эксплуатируется с 2000 г. К шахте от шоссе по склону серпантином проходит грунто-



Рис. 5. Русло геосистемы в долине реки Гоначхир на расстоянии 60 м от дороги (фото В.А. Караваева, август 2010 г.)

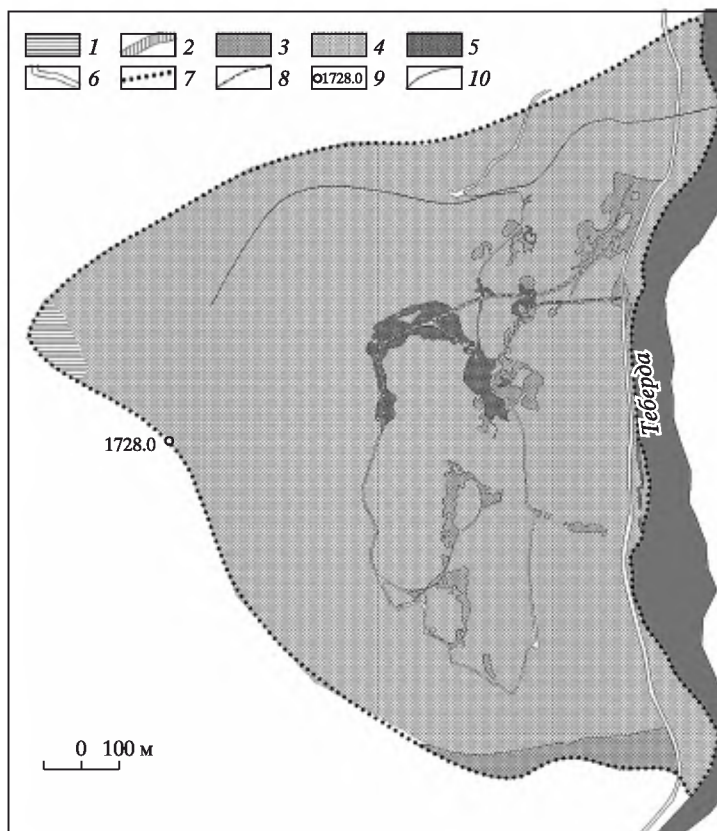


Рис. 6. Схема селевой геосистемы антропогенного генезиса в долине р. Теберды

1 – глинистые сланцы и аргиллиты, 2 – основные русла селевых потоков, 3 – луговая и кустарниковая растительность, мелколесье, 4 – лес, 5 – отвалы и россыпи угля, 6–9 – усл. обозначения см. рис. 3, 10 – русла водотоков

вая дорога. От шахты спускаются угольные отвалы площадью 5.7 га, которые являются источником материала для селевых потоков (рис. 6).

Склоны на этой территории сложены нижеюрскими глинистыми сланцами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Вершины – среднеюрскими аргиллитами, песчаниками, известняками [8]. Таким образом, к природным причинам селевой активности в данном месте относятся и легко размываемые породы – глинистые сланцы, также питающие сели.

Активизация селевых процессов в данном бассейне, наряду с природными причинами, связана и с антропогенными факторами: во-первых, с шахтными водами, питающими селевые потоки; во-вторых, с вырубками на склоне. Сведение древесной растительности способствует активизации эрозионных процессов, формирующих новые селевые русла.

На склонах бассейна отчетливо выделяются пять ступеней. Вследствие этого селевые потоки приобретают каскадный характер, теряют на ступенях материал и энергию, а конусы, выходящие на шоссе, оказываются небольшими по размерам и площади.

По одной из таких ступеней вдоль склона протекает грунтовая дорога, по которой сел прошел часть пути. Далее, найдя удобное понижение, сел устремился вниз по склону к руслу, где его подпитала вода родника, и еще ниже сел вышел на шоссе около источника минеральной воды. Крупный сход селя на данном участке был ранее – в

2004 г., как и в Гоначхире. Последний – весной 2008 г., спровоцированный прорывом шахтных вод, случившимся, предположительно, после исчезновения металлической двери, закрывавшей вход в шахту. Сходу способствовало большое количество осадков в мае того года – 121.1 мм, что превышает майские показатели многих других годов (рис. 2).

Во время летних экспедиций 2008 и 2010 гг. было заложено три поперечных профиля (рис. 7).

Профиль 1 заложен в 5-ти м над дорогой. Русло селевого потока в этом месте имеет ширину 2.17 м и высоту правого борта 1.16 м, левого – 0.96 м. Борта практически отвесные. В ходе обследования для описания почвы в обоих бортах были сделаны зачистки.

По российской классификации обнаруженную почву можно отнести к техногенным поверхностным образованиям [10], по международной – к техносолам (technosols) [11], которые характеризуются слабо выраженными признаками почвообразования на искусственном или оказавшемся на поверхности в результате индустриальной деятельности (создание хвостов, отвалов и т.п.) субстрате.⁶

На левом борту под горизонтами A1 и AB на глубине от 46 до 107 см расположено три прослоя селевых отложений: 46–75, 75–90 и 90–107 см. Между собою они различаются по механическому составу, плотности и включениям. Сходившие в разное время потоки имели сходную траекторию, но степень участия угля в составе отложений была различной. Так, средний горизонт, содержит максимальное количество вкраплений угля, вынесенного из отвалов шахт. Эти данные свидетельствуют о долговременном существовании в данном месте селевой геосистемы. На правом борту селевые отложения отсутствуют, поскольку удары сходивших здесь в разное время селей и лавин приходились на левый борт.

Профиль 2 расположен выше по склону. Ширина русла 1.72 м, высота левого борта 1.7 м, правого – 1.5 м. Далее два рукава потока сливаются. **Профиль 3** находится над местом слияния. Ширина русла здесь составляет около 1 м, высота левого борта также 1 м, правого – 0.5 м.

Выше по склону расположен уступ, по которому проходит грунтовая дорога, ведущая к шахте. Частично ее перекрывает угольная осыпь с двумя крупными селевыми лотками, которые находятся на склоне крутизной 50°.

В 10 м выше дороги к шахте правый лоток имел ширину дна 0.7 м, высоты левого и правого бортов – 1.4 и 1.2 м соответственно. Расстояние между краями бортов правого лотка достигает 10 м при ширине русла 1.5 м. Высота и крутизна бортов:

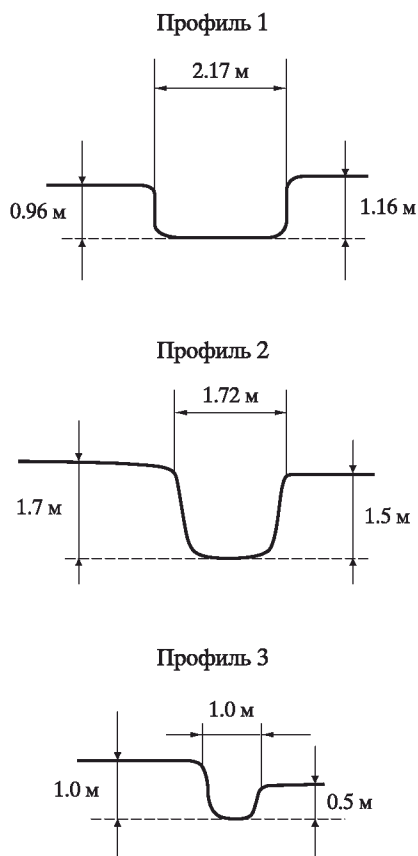


Рис. 7. Профили селевых русел геосистемы в долине реки Теберда

⁶ Авторы благодарят ст. научн. сотр. лаборатории почвоведения ИГРАН Р.Г. Грачёву за ценные консультации по определению почв.



Рис. 8. Засыпанные углем селевые лотки (угольная осыпь с селевыми врезами) геосистемы в районе Нижней Теберды (фото В.А. Караваева, август 2010 г.)

левого – 5 м и 35°, правого – 6 м и 37°. Левый лоток обследован не был, однако можно было видеть, что склоны его бортов, в отличие от правого, обрывистые.

Восстановление растительного покрова происходит здесь лишь на пологих склонах. На участке между шахтой и дорогой встречаются редкие экземпляры крестоцветных и сложноцветных (коровяк, полынь), а также молодые сосны, расположенные в основном в нижней части у дороги.

При обследовании объекта в августе 2010 г. было установлено, что описанные выше лотки засыпаны углем, вынесенным из шахты потоками воды (рис. 8). Уголь, как основной материал этого селевого комплекса, легко перемещается, его гигроскопичность приводит к существенному увеличению массы при увлажнении.

Выводы

По данным наблюдений за несколько лет выявлены следующие особенности структуры и динамики рассмотренных модельных геосистем.

1. Основной особенностью динамики лавинно-селевой геосистемы в долине р. Гоначхир является существенный диапазон флуктуаций ее структуры. В последнее десятилетие наиболее благоприятные условия по температуре воздуха и осадкам для селевой активности складывались летом 2004 г., когда здесь сошел сел, достигший реки. Спустя четыре года участки, сложенные мелким материалом, заросли мелколесьем из березы, осины и ивы. Микроселями в 2008 г. и лавинами в 2009 и 2010 г. эта растительность была уничтожена; на месте снесенного березового мелколесья стала преобладать поросль осины.

2. Селевая активность в бассейне Теберды в летний период связана с приходом южных циклонов, приносящих тепло и обильные дожди. Однако их влияние сказывается в большей степени все же на геосистеме бассейна р. Гоначхир, где выпадает больше осадков.

3. В бассейне р. Гоначхир лесные сообщества занимают небольшую площадь, что способствует высокой селевой и лавинной активности, проявляющейся в частых сходах селей (1 раз в 3–4 года).

4. Рельеф селевого комплекса в районе Нижней Теберды отличается высокими темпами изменений. Особенно заметно это в верхней части комплекса, где крупные лотки засыпаются углем при его выносе из шахты потоками воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плюснин В.М. Ландшафтный анализ горных территорий. Иркутск: Изд. ИГ СО РАН, 2003. 257 с.
2. Крохмаль А.Г., Панова С.В., Хворостов В.В. Факторы развития селевых явлений в бассейне рек Кубани и Кумы // Научная мысль Кавказа: науч. и обществ.-политич. журнал. Ростов-н/Д: СКНЦ выш. шк., 2001. № 1 (17). [http:// www. kavkaz-uzel.ru](http://www.kavkaz-uzel.ru)
3. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. II. Последствия изменений климата. М.: Росгидромет, 2008. 288 с.
4. Казаков Л.К. Ландшафтоведение (природные и природно-антропогенные ландшафты). М.: Изд. МНЭПУ, 2004. 264 с.
5. Братков В.В., Салтагаров Д.С. Ландшафты Северо-Западного и Северо-Восточного Кавказа // Тр. Тебердинского гос. биосферного заповедника. М.–Ставрополь: Илекса–Ставрополь-сервисшкола, 2001. Вып. 25. 256 с.
6. Волобуева Л.Л., Хворостов В.В. Условия формирования селевых потоков и селеопасные районы Северного Кавказа // Тез. докл. науч.-практ. конференции. Теберда, 15–18 октября 2003 г. Ростов-н/Д: 2003. С. 14–17.
7. Кадастр лавинно-селевой опасности Северного Кавказа / М.Ч. Залиханов. С-Пб.: Гидрометеиздат, 2001. 112 с.
8. Геологическая карта Кавказа. М-б 1:500000. М.: НПО “Аэрогеология” Мингео СССР, 1978. 8 л.
9. Утяков П.А. Некоторые наблюдения за снежными лавинами и их влиянием на растительность в условиях Тебердинского заповедника // Тр. Тебердинского заповедника. Ставрополь: Ставропольск. кн. изд-во, 1960. Вып. II. С. 43–62.
10. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
11. IUSS Working Group for Soil Resources 2006 // World Soil Resources Report 103. Rome: FAO, 2006. 122 p.

Ин-т географии РАН,
НИИиПИ Генплана, Москва

Поступила в редакцию
15.03.2011

DYNAMICS OF MUDFLOW SYSTEMS AT TWO SITES IN THE TEBERDA RIVER VALLEY (NW CAUCASUS)

V.A. KARAVAYEV, A.V. VOSKOVA

Summary

Anthropogenic mudflow landscape in the Teberda river valley and avalanche-mudflow landscape of the Gonachkhira river valley are described. Mudflow activity at both sites depends mainly on summer cyclones, carrying warmth and precipitation. This influence is especially strong in Gonachkhira valley, where precipitation is heavier. Rapid and different changes are characteristic to landscape of this site. Large mudflow took place in 2004, several micro-mudflows in 2008, and avalanches in 2009–2010. These events each time changed young small forest composition and cover sediment layer.

Mudflows in the Lower Teberda site occur on the surface dump of old coalpit. This highly erodible ground undergone heavy washout by melt, rain, and mine water. Rapid alternation of erosion and accumulation lead to high changeability of micro- and mesorelief.