

4. Лохтин В.М. О механизме речного русла. СПб.: 1897.
5. Бастраков Г.В. Оценка и прогноз противозерозионной устойчивости склоновых земель. Брянск: Изд-во БГПИ, 1983. 45 с.
6. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеониздат, 1965. 328 с.
7. Чалов Р.С., Завадский А.С., Панин А.В. Речные излучины. М.: Изд-во МГУ, 2004. 371 с.
8. Перевоицков А.А. Скорости формирования современного пойменного аллювия (наилка) // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2003. с. 135–148.

Удмуртский госуниверситет

Поступила в редакцию  
24.05.2006

## HORIZONTAL CHANNEL DEFORMATION AND THEIR FACTORS ON THE RIVERS OF UDMURTIA

L.N. PETUKHOVA, I.I. RYSIN

### S u m m a r y

Riverbed displacements at 55 test sites on the streams of different orders were analysed. The intensity of the riverbed score depends on different natural factors and human activity within the drainage basin.

УДК 551.435.646(234.9)

© 2006 г. Н.В. ХМЕЛЕВА, Б.Ф. ШЕВЧЕНКО

## **РОЛЬ ОСЫПЕЙ В ФОРМИРОВАНИИ НАНОСОВ ГОРНЫХ РЕК И СВЯЗЬ ДИНАМИКИ ОСЫПЕЙ С СОЛНЕЧНЫМИ ЦИКЛАМИ (РЕЗУЛЬТАТЫ СТАЦИОНАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ)**

Среди источников формирования наносов горных рек значительная роль принадлежит гравитационным процессам, в ходе которых на склонах долин образуются осыпи. Развиты они не только в долинах горных рек, но и равнинных. При близком расположении их шлейфов к рекам вследствие большой интенсивности увеличения объема обломочного материала нижние участки осыпей часто оказываются в сфере деятельности речных потоков и при размыве пополняют их наносами. Нередко осыпи являются потенциальными объектами негативных явлений вплоть до селевых.

Вследствие высокой динамики осыпи раньше других форм рельефа явились объектом эпизодических наблюдений, которые проводились на Алтае с применением простых методов фиксации [1]. Стационарные наблюдения за осыпями относятся к 40-м годам XX в., когда впервые было начато изучение их динамики в горах Тянь-Шаня [2]. В 1960–70 гг. возрастает интерес к стационарным исследованиям в разных регионах. Тогда же с целью выявления механизма формирования осыпей и наблюдений за их механизмом начали применяться повторные фототеодолитные съемки [2–8].

Среди осыпей в зависимости от элементов, образующих их структуру, выделяют два типа. Осыпи – конусы представлены рытвиной в форме канала, дренирующей горный склон, по которому выносятся обломочный материал из образованного им конуса выноса. Второй тип – осыпь шлейфа подножия включает высокий уступ, образованный за счет выхода на поверхность скальных пород, и шлейф, формирующийся за счет поступающих обломков в процессе разрушения уступа.

Стационарные наблюдения за одной из осыпей типа шлейфа подножия на склоне Гагрского хребта в зоне субтропиков предгорий Черноморского побережья Кавказа, были начаты в 1963 г. Осыпь входила в комплекс объектов, выбранных по бассейновому принципу и включающих также формы временных водотоков и русловые формы реки, определяющие формирование наносов горных рек. Наблюдения являлись составной частью работ, начатых под руководством проф. Н.И. Маккавеева экспедицией Географического факультета на Черноморском побережье; цель их сводилась к установлению объемов наносов рек этого района, транспортируемых в береговую зону моря. Поскольку в районах исследований широко распространены гравитационные процессы, являющиеся одним из источников образования осыпей, важно было выявить механизм их формирования и определить критические условия выноса материала из них в реки.

Исследованная осыпь находится на Южном Кавказе в нижней части склона долины р. Жоэква, в 4 км от ее устья. Шлейф осыпи сложен обломочным материалом, поступающим с уступа, образованного выходом крупноплитчатых известняков в диапазоне абсолютных высот 200–400 м. Высота уступа над урезом р. Жоэква 85 м, крутизна – 70°. Объем шлейфа 314500 м<sup>3</sup>, длина 200 м, ширина 115 м. Нижняя граница шлейфа перемещается вниз по склону и по мере нарастания его объема в отдельные годы достигает поверхности поймы реки на южном фланге, на северном – опирается на фрагмент надпойменной террасы. По гранулометрическому составу материал, слагающий поверхность шлейфа, щебнисто-глыбовый; 40% площади занято щебнем, 36% – глыбами, мелкоземом и растительностью – 24%. В зависимости от крутизны поверхности шлейфа по его продольному профилю выделяются примыкающая к подножию уступа зона транзита крутизной 35° и сменяющая ее ниже по склону зона аккумуляции крутизной 10°. По-видимому, за счет разрушения уступа из него на поверхность шлейфа поступает обломочный материал. Ежегодные поступления невелики, что связано с небольшой площадью уступа. Поверхность шлейфа осложнена формами струйчатого размыва, рывтинами и ложбинами. Фиксация изменений состояния осыпи производилась ежегодно методом повторной фототеодолитной съемки в течение 28 лет (1963–1990). По результатам стереофотограмметрической обработки снимков помимо морфометрических показателей, определяемых традиционными фотограмметрическими способами, использовался метод эпиполярных смещений, позволяющий получать дополнительные параметры механизма формирования осыпи. Суть его в том, что при обработке на приборах разновременных снимков можно получать стереофотограмметрическую модель изменений поверхности изучаемого объекта и в случае осыпи измерить скорости перемещения обломков (и отдешифрировать характер перемещения), объемы поступления материала с уступа и другие данные. С использованием этого способа разработана методика определения на осыпи дополнительных показателей [9]. В итоге получен комплекс параметров: изменение объема шлейфа, скорости отступления уступа и перемещения обломков разной крупности и др. Спустя 18 лет после начала наблюдений нижняя граница шлейфа достигла поймы, оказалась в зоне воздействия паводков р. Жоэква и была размыта. Требовалось знать, какой объем материала, поступающий из шлейфа в реку, пополнил ее наносы. Это оказалось возможным определить по соотношению объемов материала, поступающих с уступа в процессе его разрушения, и изменений объема шлейфа по следующему уравнению:

$$V_{ит} = V_{уст} - V_{упл} - V_{уд}, \quad (1)$$

где  $V_{ит}$  – объем шлейфа в м<sup>3</sup>,  $V_{уст}$  – поступивший с уступа объем,  $V_{упл}$  – уплотнение материала,  $V_{уд}$  – перешедший в наносы объем.

Все величины в уравнении получены при стереофотограмметрической обработке съемок осыпи независимо друг от друга.

При расчете по уравнению (1) оказалось, что поступление обломков за счет разрушения уступа меньше нарастания объема шлейфа. Возникла мысль, что этот материал поступает за счет какого-то дополнительного неучтенного источника. Предположили, что он находится выше бровки уступа осыпи в забровочной части склона, на котором она

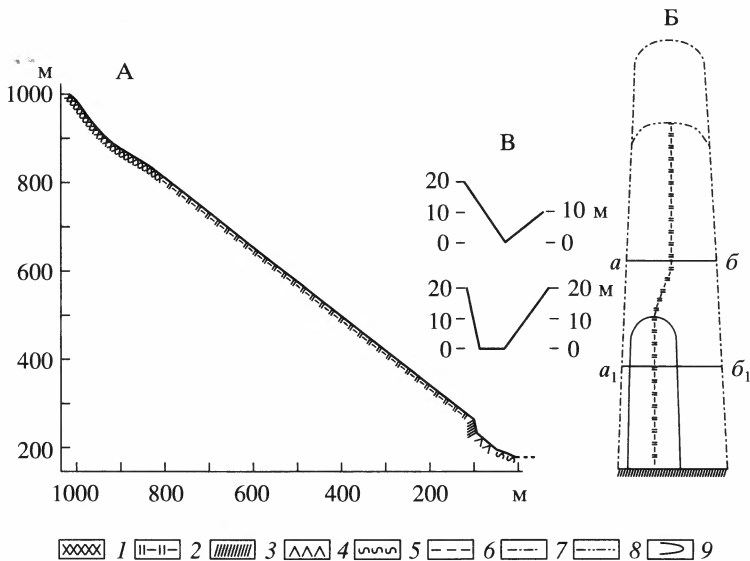


Схема системы “забровочная часть склона – осьпь – река”

А – продольный профиль осьпи и забровочной части склона, Б – схема забровочной части склона, В – поперечные профили ложбины.

1 – склон, 2 – тальвег ложбины, 3 – уступ, питающий осьпь, 4 – шлейф осьпи, 5 – пойма, 6 – урез воды, 7 – водосбор ложбины, 8 – верховья ложбины, 9 – днище ложбины

расположена. Таким образом, подтверждается высказывание проф. Н.И. Маккавеева в начале работ, что осьпи могут формироваться не только на склонах долин, но и на верхних участках горных склонов бассейнов рек. Исходя из этого мы решили, что “невязка”, полученная при вычислениях объемов, порождена не учтенным источником и в правую часть уравнения был введен дополнительный член  $V_{забр}$ , соответствующий поступающим с забровочной части объемам материала. После преобразований уравнения (1) получаем:

$$V_{забр} = V_{ит} + V_{упл} + V_{уд} - V_{ус}. \quad (2)$$

По нему рассчитывался для каждого интервала наблюдений объем материала, поступающего из забровочной части. Важно было установить происхождение объема этой массы обломков и определить местоположение источника. Поскольку непосредственными наблюдениями с использованием метода повторной фототеодолитной съемки забровочная часть склона хребта не захватывалась, с целью выявления ситуации на нем использовалась крупномасштабная топографическая карта. На основании анализа особенностей рельефа на склоне хребта в частности на участке, непосредственно примыкающем к бровке уступа, установлено, что выше бровки склон протягивается почти на 1000 м; на всем протяжении его крутизна постоянна и равна  $30^\circ$ , завершается он гребнем хребта крутизной  $40^\circ$  (рис., А). Гребень хребта служит водоразделом между бассейнами рр. Жозквара и Бзыбь. Поверхность хребта дренируется сетью параллельно ориентированных и уходящих вверх по склону ложбин, верховья которых доходят почти до гребня хребта на высоте 1000 м. Они врезаны в скальные породы на глубину до 20 м (рис., Б). Одна из ложбин в нижнем течении опирается на поверхность уступа, питающего осьпь и являющегося ее местным базисом. В верхнем и среднем течении ложбина имеет почти V-образную форму (рис., В), ее крутые склоны переходят в тальвег. Верхние части склонов ложбины относительно выположены и переходят в подобные склоны соседних ложбин. По существу ширина ложбин соответствует расстоянию между их

водоразделами. От верховья вниз по течению ширина ложбины увеличивается от 150 до 250 м (рис., Б). В верхней части склона ложбина совпадает с границей бассейна площадью 15 га. Длина ложбины 770 м, продольный профиль выработанный. В нижней части перед сочленением с бровкой уступа поперечный профиль ложбины приобретает корытообразную форму (рис., В). Таким образом, элементы осыпи, образующие ее структуру, расположены в двух вертикальных зонах горного склона. Большая часть ложбины находится в его верхней вертикальной зоне со свойственными ей условиями увлажнения. Они характеризуются во влажных субтропиках повышенной увлажненностью с большим числом ливней, чем в нижней зоне. Последняя соответствует долине реки, на склоне которой находятся уступ и шлейф осыпи.

При оценке питания шлейфа обломочным материалом из забровочной части важно было установить его гранулометрический состав и выяснить, питается ли шлейф, как и уступ, за счет обломков, образующихся в результате гравитационных процессов или деятельности формирующихся здесь временных водотоков. Трудно представить, что при большой крутизне склонов и продольного профиля ложбины в ней могут формироваться и накапливаться обломки крупного гранулометрического состава за счет выветривания и гравитационных процессов. Если это так, то должна существовать корреляция между временем их образования и накопления за этот счет объемов материала, поступающего с уступа и с забровочной части. В случае формирования их за счет одних и тех же основных региональных факторов, повышенной увлажненности и сейсмической активности, необходимо было выявить соотношение объемов материала, поступающего на шлейф раздельно с уступа и забровочной части. Для этого использовались данные расчетов по интервалам съезок объемов выноса материала на шлейф из каждого источника. При оценке роли факторов в изменении объемов обломочного материала, поступающего из источников, учитывалась типизация увлажненности, установленная для 30-летнего ряда проведенных наблюдений (интенсивность увлажненности определялась по годовым интервалам наблюдений за осypью по соотношению среднегодового количества осадков, числа ливней и их продолжительности [10]). При сопоставлении данных параметров факторов и отдельных процессов выяснилось, что период стационарных наблюдений (1963–1990) совпадает с двумя 11-летними солнечными циклами XX и XXI. Четные циклы характеризуются пониженной сейсмической активностью по сравнению с нечетными.

Было установлено, что механизм экзогенных процессов находится под воздействием солнечной активности. Ее величина определяется числом Вольфа и изменяется в границах отдельных циклов. Кривая изменений ее во времени имеет синусоидальную форму. Возрастание или понижение солнечной активности проявляется соответственно в изменениях увлажненности, а с ней и интенсивности деятельности экзогенного процесса. В начале цикла на восходящей ветви солнечной активности (а) она нарастает и после достижения максимума, на нисходящей ветви – понижается (б). При оценке влияния факторов на величины объемов материала, поступающих из разных источников, косвенными показателями изменения факторов служили границы периодов нарастания и спада солнечной активности (таблица).

**Результаты.** Судя по данным таблицы, на нисходящей ветви XX солнечного цикла отмечается повышенная активность эрозионных процессов по сравнению с восходящей. В течение почти 30-летнего ряда наблюдений не зарегистрированы случаи превышения поступления объемов материала с уступа относительно выноса из ложбины. Поступления материала из уступа, превышающего выносимые из ложбины объемы, наблюдались на нисходящей ветви XX цикла и восходящей ветви XXI цикла при повышенных параметрах факторов. Последний факт можно расценивать как результат обвалов блоков пород с уступа, когда, кроме повышенной сейсмической активности, отмечалась значительная общая продолжительность ливней. На нисходящей ветви XX и восходящей ветви XXI циклов вследствие повышенной интенсивности факторов из обоих источников поступило максимальное количество материала. Это привело к тому, что с нарастанием объема шлейфа нижняя граница его сместилась в зону воздействия паводков

**Изменения основных факторов и объемов обломочного материала, поступающего из источников в зависимости от солнечных циклов**

Циклы изменений солнечной активности		Факторы		Изменения объема шлейфа, м <sup>3</sup>	Объем обломочного материала, м <sup>3</sup>				Объем материала, перешедшего в наносы, м <sup>3</sup>
					уступ		ложбина		
		продолжительность ливней, мин	энергия землетрясений, 10 <sup>10</sup> эрг <sup>0.5</sup>		всего	годовой максимум	всего	годовой максимум	
XX	a	403	12.82	+6547	2747	1016	5346	1459	55
	б	255	15.99	+10513	1571	388	12614	2986	60
XXI	a	807	25.41	+1320	5487	1168	3581	1112	3362
	б	567	34.18	-4944	14436	2406	9309	3220	19309

р. Жюэква, часть материала из шлейфа перешла в ее наносы, а объем шлейфа стал уменьшаться.

Анализ поступления материала из источников свидетельствует, что в зависимости от специфики продуцирования и его транспортировки выявлены следующие статистические тенденции. С уступа, питающего осыпь, материал поступает преимущественно под воздействием сеймики. Его поступление с забровочной части склона обратно пропорционально продолжительности ливней и отклонению от нормы суммы выпавших осадков. Материал выносятся, таким образом, потоками при количестве осадков, близком к норме, т.е. относительно равномерно в течение всего года.

Судя по результатам анализа (табл.), образованию повышенных объемов обломочного материала способствуют факторы, свойственные нисходящей ветви XX и восходящей ветви XXI солнечных циклов. За счет этого в ложбине формируются временные водотоки, и проявляются делювиальные процессы. Интенсификации их способствует большая крутизна склонов. Потоки характеризуются повышенной скоростью и высокой транспортирующей способностью. С образованием водотоков в ложбине обломки включаются в транспорт и смещаются вниз по ее течению.

Вторым источником временных потоков в ложбине служит талая вода, образующаяся при снеготаянии. Привершинные участки гребня хребта, к которому подходит вершина ложбины, в осенне-зимнее время перекрываются снегом, нижняя граница которого на этом участке спускается на горных склонах до высот 900–950 м [11]. Там же снег ежегодно выпадает в течение нескольких дней. В суровые зимы на хребтах может образовываться устойчивый снежный покров. В зависимости от режима накопления и таяния снега в привершинном участке склона хребта в ложбине формируются временные водотоки, выделенные Н.И. Маккаевым как особый тип снежицы [12]. При небольших расходах воды в ложбине воздействие больших уклонов поверхности в ее бассейне приводит к выносу из бассейна обломочного материала. В период снеготаяния развивается процесс солифлюкции, который со смещением рыхлых отложений производит значительную денудацию и переносит обломочный материал. Судя по результатам экспериментальных исследований, под воздействием солифлюкции при больших уклонах могут транспортироваться также значительные по размеру обломки [13]. При большой площади бассейна и больших уклонах обломки стягиваются в ложбину, дополняя объемы наносов, поступающих за счет делювиального смыва и эрозионной деятельности временного водотока. По-видимому, за счет этих процессов из ложбины на шлейф выносятся преимущественно обломки относительно мелкого размера. Доказательством тому является большой процент площади поверхностного слоя осыпи, покрытой щебнистым материалом. Как показали измерения по фототеодолитным снимкам, доля более мелкоземистого материала значительно меньше. Он захороняется в щебнистом и особенно глыбовом материале, т.е. проявляется так называемый ситовый эффект. Следствием этого является по-видимому наличие в нижней части шлейфа осыпи попе-

речных ступеней, образовавшихся в результате “сплыва” поверхностного слоя отложений, залегающего на нижнем, насыщенном более мелкоземистым материалом. Такие ступени были зафиксированы нами на осыпи во время стационарных наблюдений 1968 г. Их образование, по-видимому, связано с повышенной увлажненностью в это время и сильным Бзыбским землетрясением. Анализ соотношения величин объемов обломочного материала, поступающих на шлейф осыпи по периодам наблюдений из разных источников, свидетельствует, что в зависимости от интенсивности деятельности и сочетания основных рельефообразующих факторов – увлажненности и сейсмической активности – отмечаются большие различия. Если в одном периоде их больше поступает из одного источника, то в другом – почти синхронно и в равном количестве. Максимальные величины отмечаются в период нисходящей ветви XXI цикла солнечной активности за счет повышения энергии землетрясений и, хотя уменьшается продолжительность ливней по сравнению с нисходящей ветвью XX и восходящей – XXI циклов, из ложбины материала поступило на 25% больше, чем с уступа. Это связано по-видимому с тем, что суммарная величина изменений объема рассчитана за длительный период, при котором отражаются особенности механизма интенсивно действующих процессов в соответствующие короткие промежутки времени в отдельных периодах. Тщательный анализ режима осадков в период нисходящей ветви XXI цикла выявил, что средняя величина их была ниже, но в это время было больше годовых периодов с интенсивными ливнями, чем и объясняется повышенный объем выноса из ложбины. Именно эти соотношения объемов из разных источников являются следствием механизма их формирования в течение длительного времени и приводят к различию гранулометрического состава отложений шлейфа осыпи. Что касается годовых максимумов поступления материала из разных источников, то отмечаются большие их колебания. В конце XXI цикла объем обломочного материала оказался равным величине, перешедшей в это время из шлейфа в наносы реки. Причиной смещения нижней границы шлейфа явилось достижение им в определенный момент критической величины объема, выводящей его из равновесного состояния. Вследствие резкой интенсификации факторов наращивание шлейфа явилось причиной смещения обломочного материала из шлейфа на пойму. Сопоставление объема обломочного материала в системе ложбина – уступ – шлейф – русло свидетельствует, что объем шлейфа относительно его первоначальной величины за период стационарных наблюдений увеличился на 20%. За это время с уступа поступило 7.3%, из ложбины забровочной части – 12.5%, в наносы реки перешло 6.8%. Таким образом, в гранулометрическом составе отложений шлейфа стал преобладать щебнистый материал. Шлейф в течение длительного времени был ловушкой накопления обломочного материала. При контакте его нижней границы с рекой он должен играть значительную роль в пополнении наносов реки. За счет размыва его отложенный в период стационарных исследований наносы реки наполнились на 22000 м<sup>3</sup> обломочного материала. Таким образом, щебнистый материал в осыпях – шлейфах подножия формируется в значительной степени за счет эрозионной сети временных водотоков, действующих внутри бассейнов рек. Источником формирования влекомых наносов рек при размыве шлейфа служит крупнообломочный материал, попадающий в реки при разрушении уступа. Помимо формирования наносов рек за счет склоновых процессов, обломочный материал на осыпи типа шлейфа подножья поступает еще за счет эрозионных процессов внутренних территорий бассейнов рек.

Обломочный материал, переходящий из шлейфа во влекомые наносы реки, поступает за счет накапливающегося в шлейфе крупнообломочного материала, источником образования которого является разрушающийся уступ. Пополнение им шлейфа, в отличие от относительно равномерного поступления материала из ложбины, осуществляется в меньшем объеме и чаще эпизодически в периоды сочетания повышенной сейсмической активности с усилением ливневой деятельности. Аккумуляция его приурочена к зоне транзита шлейфа, примыкающей к подножию уступа. Из него материал смещается вниз по поверхности шлейфа под воздействием преобладающего в этой зоне механизма транспорта более мелких фракций, когда они, двигаясь, поступают в зону аккумуляции.

Из нее при размыве отложений шлейфа рекой часть их включается в состав наносов реки одновременно со щебнистым материалом. Другая – аккумулируется на пойме и в зависимости от крупности переходит в состав наносов при последующих паводках.

Результаты анализа динамики осыпи в долине р. Жозьквара в течение этапа стационарных наблюдений дают основание считать, что эта осыпь представляет особый тип. В отличие от гравитационных она по механизму формирования принадлежит к гравитационно-флювиальному типу. Это особый тип осыпей. Вследствие формирования ее шлейфа за счет флювиального фактора в его составе наряду с крупнообломочной фракцией содержится мелкозем. В результате формирования его за счет флювиальных источников в нем образуется водоносный горизонт. Поэтому, в отличие от гравитационных осыпей, шлейф таких осыпей характеризуется повышенной деформацией, проявляющейся в сползании осыпи вниз по склону. В их динамике отмечается два этапа – нарастание объема и выход нижней границы на пойму, приводящий к возможности контакта его с рекой. Суммарная продолжительность этого цикла равна 22 годам, и соответствует 11-летним солнечным циклам. Механизм формирования осыпи из флювиальных наносов и их транспорта на шлейф контролируется региональными факторами ландшафтов влажных субтропиков верхней горной зоны склонов хребта в верхней части бассейна осыпи.

Вынос обломочного материала из шлейфа на пойму и обогащение им наносов реки является следствием сочетания деятельности факторов, определяющих водность временных водотоков и интенсивность выноса ими материала в период нисходящей ветви XXI солнечного цикла. В это время интенсифицировались сейсмическая активность и ливневая деятельность. В результате увеличения увлажненности в бассейне реки возросла ее водность (повышенные величины расходов и максимальное число паводков р. Жозьквара). Сочетание повышенных параметров деятельности факторов в бассейне ложбин, сопровождавших вынос обломков, и увеличение водности реки стимулировали сползание обломочной массы из шлейфа осыпи на пойму реки и перекрытие части ее поверхности, примыкающей к подножью шлейфа. Граница распространения его на поверхности поймы имела в плане дугообразную форму, повторяющую очертания шпоры меандра реки. При ширине поймы в 40 м максимальная ширина поверхности, занятая на пойме обломочным материалом по оси шпоры, составила ее половину, уменьшаясь к краям. Русло реки оказалось вне ее границы. Средняя крупность обломочного материала толщи по расчетам соответствовала руслоформирующей фракции наносов реки, которая оказалась целиком размывтой высокими паводками [14]. По-видимому, поступивший от размыва материал явился источником локального повышения концентрации наносов по длине реки.

В итоге следует отметить, что формирование критического объема шлейфа до поступления обломков из него в реку соответствует 22-летнему солнечному циклу. В течение XX цикла нижняя граница шлейфа осыпи оставалась стабильной, в то время как в зоне транзита происходила аккумуляция преимущественно щебнистого материала, смещавшегося в течение XXI цикла вниз по склону и достигшего поймы реки. Этому способствовало два момента. С одной стороны, достижение объема шлейфа критических размеров, с другой – повышенная деятельность факторов – ливней и сейсмиков. Итогом такого воздействия стало накопление 22000 м<sup>3</sup> обломочного материала и смещение нижней границы шлейфа на пойму. Повышенная интенсивность деятельности факторов способствовала влагонасыщению отложений шлейфа в результате поступления в них вод временных водотоков.

Другой случай контакта шлейфа осыпи с рекой был зафиксирован в 1944 г. Благоевщенским и в 1946 г. – Соловьевым. Результаты этого катастрофического селя позволяют реконструировать механизм взаимодействия реки со шлейфом осыпи в других условиях при иных взаимодействиях параметров. По-видимому в этот период в результате повышенной деятельности факторов во время XVII цикла солнечной активности со шлейфа в реку было смыто повышенное количество материала. Его масса перекрыла большую часть поймы, включая русло реки. Образовавшаяся временная запруда нако-

пила 450000 т наносов. Волна попуска со свойственной ей большой скоростью образовала мощный сель, вызвавший на протяжении 4 км нижнего течения реки большие разрушения и человеческие жертвы в г. Гагра. Таким образом, решающим моментом контакта поступающего из шлейфа материала с наносами реки, явились различия в интенсивности водности реки и формирования наносов в бассейне осыпи.

Выносы больших объемов отложений за счет их размыва наблюдались во время деятельности нечетных 11-летних солнечных циклов. Им свойственно, в отличие от четных циклов, проявление фазы экзогенных процессов с преобладанием эрозии [10]. В 1944 г. отмечена активность осыпи в период восходящей ветви XVII солнечного цикла, в 1988 г. – нисходящей XXI цикла с интервалом между ними 44 года. Но пока не ясно, является ли это соответствие деятельности двум 11-летним солнечным циклам показателем проявления активности осыпи гравитационно-флювиального типа. Возможно, что в интервале, равном 44 годам, также наблюдалась повышенная деятельность осыпи, признаки которой не удалось установить, поскольку они не сохранились в рельефе и составе наносов на пойме реки.

В заключение отметим, что осыпи гравитационно-флювиального типа играют большую роль в качестве источников наносов горных рек. При оценке причин селевой опасности на реке необходимо учитывать на участках склонов хребтов ее долины, помимо режима ее водности, проявления осыпных процессов в период соответствующего солнечного цикла и положение нижней границы шлейфа осыпи. Этот показатель определяет критические условия вероятности смещения осыпи к реке с последующим размывом и поступлением материала шлейфа в наносы реки.

Анализ динамики осыпей показал, что она тесно связана с циклами солнечной активности, которая контролирует накопление материала в их шлейфах в зависимости от региональных факторов рельефообразования, его определяющих.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев С.Н. Осыпи долины Чулышмана // Пробл. физ. географии. 1939. Вып. VII. С. 38–49.
2. Иверонова М.И. Движение осыпей // Работы Тянь-Шаньской физ.-геогр. станции АН Кирг. ССР. 1954. Вып. 60. С. 36–78.
3. Никулин Ф.В., Хмелева Н.В., Шевченко Б.Ф. Результаты стационарных исследований склоновых и русловых процессов фототеодолитным методом // Совр. экзогенные процессы. 1968. Ч. 2. С. 63–65.
4. Благоволин Н.С., Цветков Д.Г. Опыт применения повторной наземной фотограмметрической съемки для изучения динамики рельефа // Геоморфология. 1971. № 1. С. 76–88.
5. Гобеджишвили Р.Г. Изучение гравитационных процессов в Западной Грузии методом повторной фототеодолитной съемки // Геоморфология. 1973. № 4. С. 74–82.
6. Gardner J.S. The nature of talus shift of alpine talus slopes: an example from the Canadian Rockies Mountain Res. Pol. and Alp. Geomorphol. – Norwich. 1973. P. 95–106.
7. Bruckl E., Brunner F., Gerber E., Scheidegger A. Morphometrie einer Schutthalde. – Mitt. Osterr. Geogr. Ges. 1974. № 2–1. P. 79–96.
8. Мардосене Д.В., Путьмас Р.С., Вайнаускас В.В. Геометрическое исследование эрозионных процессов берегов рек фотограмметрическим методом // Респ. Межвед. науч.-техн. сборник. Геодезия, картография и аэрофотосъемка. 1982. Вып. 35. С. 130–137.
9. Шевченко Б.Ф. Опыт количественной оценки осыпей горных склонов (результаты стационарных исследований) // Геоморфология. 2004. № 3. С. 108–115.
10. Хмелева Н.В., Виноградова Н.Н., Самойлова А.А., Шевченко Б.Ф. Бассейн горной реки и экзогенные процессы в его пределах (результаты стационарных исследований). М.: Изд-во МГУ, 2000. 186 с.
11. Ромашин В.В. Морфодинамика речных русел Сочинского района Черноморского побережья Кавказа // Тр. ЦНИИС. 2002. Вып. 211. 168 с.
12. Маккаев Н.И. Сток и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1971. С. 37–39.
13. Воронин А.П. Транспортировка обломочного материала солифлюкционным потоком // Вопр. изуч. геохимии ландшафтов (м-лы МФГО СССР). 1975. С. 41–42.
14. Виноградова Н.Н., Шевченко Б.Ф. Использование транспортирующей способности рек Черноморского побережья Кавказа для увеличения их твердого стока // Исслед. русловых процессов для практики народного хозяйства. 1983. С. 189–190.

**THE ROLE OF SCREES IN THE FORMATION OF THE MOUNTAIN RIVERS FLOAT  
AND CORRELATION OF SCREE DYNAMICS WITH SOLAR CYCLES  
(ACCORDING TO STATIONARY TIME SERIES DATA)**

N.V. KHMELEVA, B.F. SHEVCHENKO

**S u m m a r y**

The specific type of gravitational-fluvial screes is revealed by means of multiannual stationary measurements and phototheodolite survey. The tail is situated under the high bench and is forming of the wash of the hollow, which drains the mountain slope. In the tail's deposits, the breakstone is predominant. When the tail reaches the floodplain of the river, low floods do not change solid runoff regime, but the high floods may generate the mudflow. Dynamics of the scree reveals strong correlation with the cycles of solar activity: the latter controls the accumulation of unconsolidated sediments in the scree.

УДК 551.4.035(61)

© 2006 г. В.П. ЧИЧАГОВ

**АРИДНОЕ ПОДНЯТИЕ КСУР В СЕВЕРНОЙ АФРИКЕ:  
ЭРОЗИОННАЯ И ДЕФЛЯЦИОННАЯ СКУЛЬПТУРА, КЛИМАТИЧЕСКОЕ  
И АНТРОПОГЕННОЕ ОПУСТЫНИВАНИЕ<sup>1</sup>**

С Африкой ассоциируются представления о песках Сахары, ураганах и пыльных бурях, погребенных руинах древних городов и проч. Но главное, конечно, здесь пески: красноватые и желтые, рыхлые и цементированные, дюн и барханов, а также пески, навешанные на склоны и водоразделы поднятий. Привлекательность обширных песчаных пространств Сахары диссонирует с их малой научной информативностью. Нередко на вопрос об их эволюции бывает затруднительно ответить, хотя форма песчаных зерен говорит о многом.

**Введение**

В центральной части северной границы Африки, в смежных районах Туниса и Ливии, расположено своеобразное поднятие, называемое "горы Ксур" (территория Туниса [1] и Ливийского хребта), имеющее в плане дугообразную форму, повторяя очертания юго-западной части залива Габес (Малый Сирт). Поднятия по своим высотам ниже 1000 м и не может относиться ни к горам, ни к горным хребтам, в его морфологии также нет признаков большинства горных сооружений. В геолого-геоморфологической литературе оно получило названия "ступени Дахара" и "Триполитанского Джебеля" [2], "плато Матмата" [3], которые имеют региональный смысл (рис. 1). На рис. 1. вековой давности рассматриваемый в статье район располагается между Большим Восточным Эргом и меридианом о-ва Джерба в зал. Габес.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 06-05-64559).