

6. *Парфенов Л. М., Понeko В. А., Понeko Л. И.* Главные структурно-вещественные комплексы острова Шикотан и их геологическая природа//Геология и геофизика. 1983. № 10. С. 650—653.
7. *Кононов М. В., Зоненшайн Л. П., Голионко Б. Г.* Структурное положение острова Шикотан в системе Курильской островной дуги//Геология морей и океанов. М.: Ин-т океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР, 1990. С. 125.
8. *Kiminami K.* Sedimentary History of the Late Cretaceous Paleocene Nemuro Group, Hokkaido, Japan: a For-Arc Basin of the Paleo-Kuril Arc-Trench System//Geol. Soc. Japan. 1983. V. 89. N11. P. 607—624.
9. *Наумов Н. В.* Горизонтальные деформации земной коры острова Шикотан//Прогноз сейсмической опасности на Дальнем Востоке. Тез. докл. 4 науч. сессии Дальневост. секции МСССС. Ю-Сахалинск, 1984. С. 79.
10. *Куделькина Т. Т.* Предварительные результаты исследования современных вертикальных деформаций на о. Шикотане//Количественная сейсмология и сейсмостойкое строительство на Дальнем Востоке. Тез. докл. 5 науч. сессии Дальневост. секции МСССС. Магадан, 1985. С. 63—64.
11. *Злобин Г. К.* Строение земной коры и верхней мантии Курильской островной дуги. Владивосток: ИМГиГ ДВО АН СССР, 1987. 150 с.
12. *Грабков В. К.* Курильская геосинклинальная система//Проблемы эндогенного рельефообразования. М.: Наука, 1976. С. 393—395.
13. *Аверьянова В. Н.* Глубинная сейсмоструктура островных дуг. М.: Наука, 1975. 220 с.
14. *Грабков В. К., Павлов Ю. А.* Новейшие движения и изостатическое состояние земной коры в районе Курильской островной дуги//ДАН СССР. 1972. Т. 203. № 3. С. 650—653.
15. *Косыгин В. Ю., Павлов Ю. А.* Геологическая природа гравитационного поля южной части Курильской островной дуги//ДАН СССР. 1975. Т. 220. № 3. С. 135—139.
16. *Гравитационное поле и рельеф дна океана/Ред. С. А. Ушаков. Л.: Недра, 1975. 295 с.*
17. *Ушаков С. А.* Вязкость и динамические процессы в коре и в верхней мантии//Вестник МГУ. Сер. Геол. 1968. № 1. С. 62—75.
18. *Ромашова О. Н., Гайнанов А. Г.* Изостазия Курильской островной системы. Владивосток: ИМГиГ ДВО АН СССР, 1989. 97 с.

Институт океанологии
им. П. П. Ширшова АН СССР

Поступила в редакцию
19.III.1991 г.

SMALL KURILL RIDGE TOPOGRAPHY AND SUBDUCTION PROCESS WITHIN THE KURIL-KAMCHATKA TROUGH

A. Ya. MARKOV

S u m m a r y

The Small Kuril Ridge is a typical example of non-volcanic island arc resulted from the process of subduction. The islands topography analysis reveals the structure having been formed under stable tectonic regime and strong tangential compression directed from the trough towards the arc. In spite of high values of the residual gravity anomaly within the islands, they did not submerge and continued to «float» for a long period because of dynamic support from the subsiding oceanic plate in the Kuril-Kamchatka trough.

УДК 551.435.646

Н. В. ХМЕЛЕВА, Б. Ф. ШЕВЧЕНКО

РЕЗУЛЬТАТЫ 25-ЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ ОСЫПИ В ДОЛИНЕ Р. ЖОЭКВАРА (АБХАЗИЯ)

Осыпи широко распространены в горных и предгорных районах, активно осваиваемых в настоящее время. Поэтому изучению осыпей уделяется значительное внимание [1—5] и их морфология достаточно хорошо исследована. Механизм их формирования, требующий длительных стационарных и полустационарных наблюдений, пока исследован недостаточно. В этом плане особенно эффективен метод фототеодолитной съемки. Впервые он был применен М. И. Ивероновой [6], а затем и рядом других исследователей [7—10].

Основополагающей является работа М. И. Ивероновой, использовавшей начальную фототеодолитную съемку как типографическую для характеристики морфологии осыпи, а повторные снимки — для изучения на основе метода псевдопараллакса динамики ее обломочного чехла. Ф. В. Никулин с соавторами [11] применил при обработке снимков способ эпиполярных смещений, при котором направление перемещения частиц принимается не параллельным базису фотографирования в отличие от способа, использованного И. М. Ивероновой, где направление движения частиц параллельно базису фотографирования.

В способе эпиполярных смещений при стереоскопическом наблюдении разновременных снимков, полученных при съемке с одной точки, после ориентирования снимков вдоль направления движения частиц переместившиеся обломки воспринимаются приподнятыми над плоскостью, образованной неподвижными предметами. Форма объемного зрительного восприятия частиц является дешифровочным признаком характера перемещения, а степень наблюдаемого удаления частицы от плоскости неподвижных предметов соответствует величине перемещения.

Результаты названных выше исследователей, применивших фототеодолитную съемку, базируются на относительно коротких (2—7 лет) рядах наблюдений. В настоящей статье используются данные 25 летних наблюдений, что позволяет более полно изучить механизм формирования осыпей и оценить в нем роль отдельных факторов.

Исследуемая осыпь расположена на склоне долины р. Жоквава в зоне влажных субтропиков Черноморского побережья Абхазии и принадлежит к типу осыпей шлейфов подножья. Первопричиной зарождения осыпи служит уступ, с которого на нижерасположенный склон поступают под воздействием процессов выветривания как отдельные обломки, так и в результате обвалов крупные блоки пород. В образовании последних немаловажную роль играет расчленение уступа эрозийными формами. Высота уступа от 20 до 50 м, сложен он известняками. Крутизна поверхности осыпного шлейфа в верхней и средней частях 35°, в нижней — 10°. Базисом гравитации осыпи является высокая пойма реки. Осыпь щебнисто-глыбовая, средний размер слагающих ее с поверхности частиц 11 см. По объему накопившегося рыхлого материала осыпь, как видно из табл. 1, относится к средним по размеру.

Наблюдения за осыпью проводятся с 1963 г. ежегодно в сентябре. Специальные наблюдения за режимом действующих факторов не ведутся. В качестве последних, исходя из нахождения осыпи во влажных субтропиках и сейсмически активном районе (происходят землетрясения силой 5—6 баллов), взяты увлажнение территории и ее сейсмическая активность. Для их оценки используются данные близрасположенных станций и постов гидрометеорологической и сейсмической служб, которые обрабатываются по специальной методике [16, 17]. В результате удается устанавливать связь между изменениями параметров осыпи и режимом факторов в годовом интервале (этапе) между съемками. Типизация этапов наблюдений по режиму увлажнения [18] позволяет оценить роль этого фактора в механизме формирования осыпи.

На поверхности осыпного шлейфа нередко встречаются следы обрушения блоков пород, что наводит на мысль о большой их роли в питании шлейфа. Судя по литературным данным, исследователи осыпей не имеют возможности разделить объемы материала, поступающего на осыпь в результате обвалов и за счет падения отдельных обломков, образующихся при шелушении уступа или других причин. Нам это удалось сделать на основе анализа данных фотограмметрических измерений параметров осыпи в ее динамике и показателей воздействующих факторов (осадков и сейсмической активности) табл. 2.

Скорости отступления уступов, по данным других авторов, наиболее близкие к нашим, получены на Кавказе: 4,6 см/год [19], 2,9 см/год [13]. Следует отметить, что они, как и наши, больше скоростей отступления подобных уступов в Крыму. Это, по-видимому, связано не только с региональными различиями

Объемы осыпей по данным некоторых исследователей

Объем, м ³	Район	Автор
10 000—26 000 58 000	Среднее Поволжье Северный Йоркшир	Трофимов [5] Longhren A., Longhren R. [12]
250 000—700 000 300 000 450 000	Южный склон Большого Кавказа Западный Кавказ, южн. предгорье Алтай	Гобеджишвили [13] Шевченко, Хмелева Матвеев [1]
1 000 000 7 000 000 12 000 000	Канадские Скалистые горы Хребет Терсей-Ала-Тау Альпы	Gardner James [14] Иверонова [6] Brückl E., Brunner F., Gerber E., Scheidegger A. [15]

Таблица 2

Изменение параметров осыпи и режима факторов, обуславливающих ее развитие

Параметры	1963—1968 гг.	1968—1974 гг.	1974—1981 гг.	1981—1987 гг.
Скорость отступления уступа, см/год	2,5	1,5	6,6	14,7
Объем поступающего с уступа материала, м ³ /год*	402	245	1079	2406
Изменение объема рыхлого чехла, м ³ /год	+1309	+1752	+189	-824
Среднее уменьшение мощности рыхлого чехла в нижней части шлейфа, см	14	17	15	7
Сумма осадков	Менее средней многолетней		Много более средней многолетней	Средняя многолетняя
Общая продолжительность ливней, мин	403	255	807	>453**
Общая энергия землетрясений (10 ¹⁰ эрг ^{1/2})	12,82	15,99	50,59	>1,86**

*Коэффициент разрыхления материала, поступающего с уступа, принят равным 1,5.

**Данные неполные.

параметров факторов осыпеобразования в Крыму и на Кавказе, но также с расчлененностью эрозионными формами уступов изучаемых осыпей.

Кроме того, при изучении осыпей с помощью фототеодолитного метода нами и Р. Г. Гобеджишвили рассчитывались средние скорости отступления уступа на большом (в несколько сот метров) его протяжении. При изучении осыпей другими методами скорость измеряется чаще на коротких — в несколько десятков метров — его отрезках.

На исследуемой нами осыпи разрешение уступа (скорость его отступления, следовательно, и объем поступающего на шлейф материала) происходит неравномерно (табл. 2). Скорость отступления уступа во вторую половину периода наблюдений (1974—1987 гг.) выросла в несколько раз по сравнению с первой (1963—1974 гг.). Характерно, что первая половина периода наблюдений соответствует фазе пониженного увлажнения, а вторая — фазе повышенного увлажнения. Фаза повышенного увлажнения совпала с резким увеличением сейсмической активности и продолжительности ливней, результатом чего явилось исключительно интенсивное разрушение уступа.

Объемы обломочного материала, накопившегося на осыпи, и режим факторов в этапы с зафиксированными обвалами

№ обвала	Этап наблюдений	Объем материала (м ³), накопленного за счет		Осадки		Энергия землетрясений 10 ¹⁰ эрг ^{1/2}	Режим факторов в предшествующем этапе
		обвалов	прочих процессов	сумма относительно среднего многолетнего	общая продолжительность ливней, мин		
1	IX.1963—III.1964	223 (30)*	531	Меньше	25	1,1	Осадков больше средней многолетней, ливней много, сейсмичность интенсивная
2	IX.1967—IX.1968	1016 (49)	1062	Больше	39	3,3	Очень много ливней, сейсмичность интенсивная
3	IX.1975—IX.1976	391 (92)	34	Много больше	125	8,7	
4	X.1978—IX.1979	250 (88)	34	Равна	153	3,2	
5	IX.1979—IX.1980	441 (93)	34	Меньше	70	1,8	

*Цифры в скобках здесь и ниже — процент материала от общего объема аккумуляции.

Поступление материала на шлейф происходит не только за счет разрушения уступа, но и при разрушении коренных останцов. В начале наблюдений над шлейфом возвышались два останца, имевших форму усеченных пирамид высотой до 15 м. Меньший останец был разрушен спустя 16 лет от начала наблюдений. За 11 первых лет его высота уменьшилась на 1,03 м (9,4 см/год). Высота более крупного за 24 года уменьшилась на 1,08 м (4,5 см/год). Данные, характеризующие объемы обломочного материала, образованного за счет обвалов и иных причин, представлены в табл. 3.

Из табл. 3 явствует, что интервалы между обвалами весьма неравномерны (3,5—7—2—1 лет). В результате обвалов на осыпь поставлялось от 30 до 90% материала. В случае обвала в данном годовом интервале он являлся чаще основным источником поступления обломочного материала на осыпь. Из 26 этапов наблюдений обвалы отмечены в 5, а доставленный ими на шлейф материал составляет 9,1% от общего объема материала, накопленного на осыпи за это время.

Анализ факторов в этапы, когда происходили обвалы, а также предшествующих условий свидетельствует, что, чем больше общая продолжительность ливней и суммарная энергия землетрясений, тем больше вероятность обвала. Два первых обвала доставили на шлейф не более 50% объема рыхлого материала, накопленного за это время, а следующие три, возникшие в этапы с интенсивной ливневой деятельностью, — каждый около 90%. Максимальное количество обломочного материала зафиксировано в результате второго обвала, хотя в этом этапе продолжительность ливней была небольшой и сейсмическая активность не очень высокой. Эти повышенные объемы явились, по-видимому, следствием обильных ливней и высокой сейсмической активности предыдущего этапа. 1 и 5 обвалы подготовлены выветриванием и активностью основных факторов также предшествующих этапов.

Отмечается неравномерность возникновения обвалов вдоль уступа, питающего

осыпь: два обвала произошли на северном фланге, два — в центре, один захватил южную и центральную части.

Обрушивающиеся на поверхность шлейфа блоки пород распадаются на частицы разного размера и вместе с образовавшимися при камнепадах обломками перемещаются вниз по склону. Большая часть наиболее крупных из них (диаметром 1 м), достигает подножья осыпи во время обвала. Некоторые крупные глыбы остаются под уступом. Они смещаются вниз по склону постепенно или оказываются засыпанными обрушившимися позднее обломками. Более мелкие, как свидетельствуют исследования Ф. В. Никулина [20—22], перемещаются вниз по склону поодиночке или ассоциациями, состоящими из обломков нередко разной крупности. В зависимости от режима основных факторов изменяется их скорость смещения и типы ассоциаций. Таким путем в процессе смещения обломков по склону и их сортировки формируется продольный профиль осыпи.

Его формирование происходит в результате двух основных причин: регрессивного смещения уступа и удлинения склона рыхлого чехла в процессе гравитационного перемещения обломков. На изучаемой осыпи в течение всех 25 лет наблюдений по продольному профилю достаточно четко прослеживаются две зоны — транзита и аккумуляции. Продольный профиль зоны транзита прямой со средней крутизной 35° , зоны аккумуляции — вогнутый, крутизной 20° .

Основная тенденция формирования осыпного шлейфа — преимущественное трансгрессивное перемещение его границы в направлении от стенки уступа. Особенность увеличения площади шлейфа состоит в том, что с ростом зоны транзита и всего шлейфа уменьшается площадь зоны аккумуляции. С 1963 по 1987 г. площади всей осыпи и зоны транзита возросли соответственно на 9 и 11,5%, а площадь зоны аккумуляции уменьшилась на 15,9%.

Баланс рыхлого чехла осыпи зависит от процессов накопления и удаления материала со шлейфа. Приведенные в табл. 2 данные об изменении объема рыхлого чехла являются довольно неожиданными, так как увеличение поступающего материала с уступа и отсутствие непосредственного размыва рекой Жозквара низов осыпи давало основание предполагать, что в течение всего времени наблюдений объем рыхлого чехла должен увеличиваться.

Однако анализ материалов наблюдений показал, что в последние два периода объем рыхлого чехла осыпи уменьшался. Рост объема шлейфа осыпи шел исключительно за счет зоны транзита, а зона аккумуляции хотя и слабо, но уменьшалась в объеме, о чем свидетельствует уменьшение мощности рыхлого чехла нижней части осыпи (табл. 2).

В третьем и четвертом периодах нижняя граница осыпи продвинулась к руслу р. Жозквара настолько близко, что на северном фланге оказалась под непосредственным воздействием ее паводков. Рост увлажненности в это время способствовал уплотнению рыхлого чехла, т. е. уменьшению его объема. Активизация ливневой деятельности увеличивала количество материала, удаляемого с поверхности. Уменьшение объема рыхлого чехла осыпи в нижней части является признаком изменения продольного профиля. В дальнейшем этот момент при условии воздействия дополнительного импульса (усиление увлажненности или сейсмической активности) должен послужить причиной нарушения устойчивости осыпи. Последнее приведет к смещению масс обломочного материала верхней части чехла вниз по склону. Перемещению поверхностного рыхлого чехла будет способствовать и поверхность скольжения, образованная слоем крупных обломков, сцементированных мелкоземом под рыхлым чехлом. Эту поверхность можно было наблюдать после крупного обвала на северном фланге осыпи, когда она обнажилась в результате смещения вниз по склону слоя поверхностного рыхлого чехла.

Переместившиеся к подножию шлейфа массы рыхлых отложений в случае прохождения по р. Жозквара мощного паводка окажутся вовлеченными в поток.

Именно такое явление наблюдалось при прохождении по р. Жюэжвара катастрофического селя в 1944 г., вызвавшего большие разрушения в г. Гагра.

Выводы

1. Скорость отступления уступа, питающего осыпь, а следовательно, и объемы поступающего материала находятся в прямой зависимости не только от ливневой и сейсмической активности, но и от их сочетания и степени подготовленности материала выветриванием.

2. Результаты исследований свидетельствуют, что при общей тенденции развития осыпного чехла, выражающейся в увеличении его объема, отмечаются стадии, когда эта тенденция нарушается под воздействием речного потока. Эта закономерность свойственна осыпям, базис гравитации которых пойма реки.

3. Возможности фотограмметрического метода и продолжительный период наблюдений позволяют выявить не только изменения тенденции формирования рыхлого чехла осыпи от накопления материала к удалению его, но и установить ведущую роль обвалов в доставке обломочного материала на шлейф в соответствующих этапах наблюдений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Матвеев С. Н.* Осыпи долины Чулышмана//Проблемы физической географии. М.: Изд-во АН СССР. 1939. Вып. VII. С. 38.
2. *Матвеев Н. П.* Природа россыпей каменных потоков и осыпей массива Денежкина Камня на Северном Урале//Уч. зап. Моск. обл. пед. ин-та. 1963. С. 47—92.
3. *Шайдеггер А. Е.* Теоретическая геоморфология. М.: Прогресс, 1964. 450 с.
4. *Коржув С. С.* Каменные плащи Сибири//Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1973. № 2. С. 20—33.
5. *Трофимов А. М.* Основы аналитической теории развития склонов. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1974. 300 с.
6. *Иверонова М. И.* Движение осыпей//Работы Тянь-Шаньской физ.-геогр. станции АН Кирг. ССР. М.: Изд-во АН СССР, 1954. Вып. 60. С. 36—78.
7. *Никулин Ф. В., Хмелева Н. В., Шевченко Б. Ф.* Результаты стационарных исследований склоновых и русловых процессов фото-теодолитным методом//Современные экзогенные процессы. Тезисы докладов. Киев: Наук. думка, 1968. Ч. 2. С. 63.
8. *Благоволин Н. С., Цветков Д. Г.* Опыт применения повторной наземной фотограмметрической съемки для изучения динамики рельефа//Геоморфология. 1971. № 1. С. 76—88.
9. *Гобеджишвили Р. Г.* Изучение гравитационных процессов в Западной Грузии методом повторной фототеодолитной съемки//Геоморфология. 1973. № 4. С. 74—82.
10. *Мардосене Д. В., Путримас Р. С., Вайнаукас В. В.* Геометрическое исследование эрозионных процессов берегов рек фотограмметрическим методом//Респ. Межвед. науч.-техн. сборник. Геодезия, картография и аэрофотосъемка. Вып. 35. Львов: Вища школа. 1982. С. 130—137.
11. *Никулин Ф. В., Хмелева Н. В., Шевченко Б. Ф.* Об изучении движения осыпи фотограмметрическим методом//Геоморфология. 1971. № 1. С. 103—110.
12. *Longhren Ann. L., Longher Robert J.* Stone chute development on a limestone scree//Earth Sufr. Process., 1979. № 2. P. 191—197.
13. *Гобеджишвили Р. Г.* Изучение осыпей на ключевых участках//Изучение современных рельефообразующих процессов в горных районах стереофотограмметрическими методами. Тбилиси: Мецниереба. 1984. 140 с.
14. *Gardner James S.* The nature of talus shift of alpine talus slopes: on example from the Canadien Rocky Mountains//Res. Pol. and alp. Geomorphol. Norwich, 1973. P. 95—106.
15. *Brückl E., Brunner F., Gerber E., Scheidegger A.* Morphometrie einer Schutthalde//Mitt. Osterr. Geogr. Jes. 1974. № 2—1. P. 79—96.
16. *Хмелева Н. В.* Опыт применения длительнопериодических стационарных исследований с использованием фототеодолитных съемок при изучении экзогенных процессов (на примере горных территорий)//Геоморфология. 1986. № 4. С. 58—63.
17. *Хмелева Н. В., Виноградова Н. Н., Шевченко Б. Ф., Самойлова А. А.* Денудация и наносы горных рек Черноморского побережья Грузии//Геоморфология, 1988. № 1. С. 78—83.
18. *Самойлова А. А.* О роли атмосферных осадков в рельефообразовании (на примере влажных субтропиков Черноморского побережья Кавказа)//Деп. ВИНТИ. № 5961 от 28.09.87 Вестн. МГУ. Сер. геогр. 1988. № 1. С. 88.
19. *Кочетов Н. И., Дубровин Н. И., Безруков В. Ф.* Интенсивность современной денудации откосов дорожных выемок Сочиного района (Западный Кавказ)//Геоморфология. 1980. № 2. С. 31—35.
20. *Никулин Ф. В.* Новый метод изучения механизма и скорости движения чехла обломков на крутых склонах//Вестн. МГУ. Сер. геогр. 1975. № 3. С. 82—88.

21. Никулин Ф. В. Методика повторной наземной стереофотограмметрической съемки//Склоновые процессы. М.: Изд-во МГУ. 1977. Вып. 2. С. 54—98.
22. Никулин Ф. В., Хмелева Н. В. Материалы стереоскопического моделирования движения крупнообломочных осыпей. Географический ф-т МГУ им. Ломоносова. М. 1988 — Деп. ВИНТИ. № 1307—8—89.112 с.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
21.IX.1990 г.

25-YEAR OBSERVATIONS DATA OF A SCREE SLOPE IN THE JOEKVARA VALLEY (ABKHASIA)

N. V. KHMELEVA, B. F. SHEVCHENKO

S u m m a r y

Long-term stationary observations were carried out on a scree formation within the wet tropics of Western Caucasus using repeated phototheodolite survey. The volume of debris coming to the scree apron has been found to bear a certain relationship to moisture regime and seismicity of the area. The input and output in the budget of gravitational flow (which feeds the scree apron) has been calculated and stadial changes in the longitudinal profile have been identified in the screes which rest on floodplain; the stages are presumably due to rivers action under changing moisture regime.