

ПЕРЕСЛЕГИНА Р. Е., ТАГИЕВ С. Т.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПЛОСКОСТНОГО СНОСА НА СКЛОНАХ ПРЕДГОРИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОПЕТДАГА (НА ПРИМЕРЕ АШХАБАДСКОГО ПОЛИГОНА)

На территории Ашхабадского геодинамического полигона (Центральный Копетдаг) осуществляется комплекс геофизических, геодезических и геолого-геоморфологических исследований. На протяжении 1966—1977 гг. проводились исследования современных экзогенных процессов. Были поставлены три основных задачи: 1) выявление ведущих процессов и закономерностей их распространения; 2) количественная оценка скорости отдельных процессов; 3) выявление соотношений между эрозионно-аккумулятивной работой рек и современными тектоническими движениями. Работы велись под руководством С. К. Горелова, при самом активном участии сотрудника Института сейсмологии АН ТуркмССР С. С. Челпанова. Результаты исследований опубликованы [1, 2] за исключением материалов по количественной оценке современного плоскостного сноса, который изучался методом реперов.

Передвижение рыхлого материала на склонах зависит от многих факторов, поэтому при его изучении учитывались не только морфологические и морфометрические особенности склонов, но и режим атмосферных осадков, их интенсивность.

Часть горной системы Копетдага, находящаяся в пределах СССР, протягивается с ЮВ на СЗ более чем на 500 км; ее можно разделить на три района: Центральный, Западный и Юго-Восточный Копетдаг.

Центральный Копетдаг, где расположен Ашхабадский геодинамический полигон, занимает наибольшую площадь и имеет максимальные высоты. Он состоит из трех горных цепей, разделенных продольными долинами и внутриворонными котловинами. Южная цепь формирует осевую часть всей горной системы с высотами более 2,5 км. Северная цепь — Передовой хребет — имеет высоту до 1000 м. Севернее Передового хребта простирается зона предгорных возвышенностей, некоторые из которых примыкают непосредственно к горному склону, другие образуют своего рода гирлянды на небольшом расстоянии от гор. Возвышенности сильно расчленены и местами распадаются на обособленные холмы и гряды, со всех сторон окруженные подгорным шлейфом. Их превышение над окружающей равниной составляет 200—300 м. В западной части Ашхабадского полигона к Передовому хребту вплотную примыкает предгорная сильно расчлененная холмистая Келятинская гряда. Она сложена песчаниками, мергелями, глинами и конгломератами неогена. В этом районе в качестве объекта исследований были выбраны два склона: один — восточной, другой — северной экспозиции и заложены профили 3, 4 (табл. 1). Склон северной экспозиции, крутизной 24°, длиной 79 м имеет сложный профиль, в верхней части ступенчатый, в средней — прямой, в нижней — вогнутый. Склон восточной экспозиции крутизной 22°, протяженностью 157 м имеет вогнутый профиль. Поверхность склонов покрыта маломощными делювиальными отложениями, представленными супесью. Растительный покров разрежен. У подножия склонов располагаются аккумулятивные шлейфы. В центральной части полигона были заложены два профиля на склонах северной экспозиции — 5 и 6 (табл. 1). На этом участке предгорные возвышенности повсюду граничат со скалистыми склонами Передового хребта. Сложены возвышенности также породами неогена. Склоны имеют выпуклые профили. Поверхностные рыхлые отложения представлены супесью. Склоны слабо задернованы. В восточной части полигона широкую полосу занимают адыры, сложенные континентальными породами неогена. Склоны прорезаны короткими крутыми ложбинами временных водотоков. Здесь на крутых склонах северной и юго-восточной экспозиций за-

Интенсивность плоскостного сноса на исследуемых склонах Центрального Копетдага

№ профиля	Период наблюдений, годы	Литология покровных образований	Длина склона, м	Крутизна склона, град.	Экспозиция склона	Среднегодовое количество осадков, мм	Суммарная величина сноса, см	Интенсивность сноса, см/год
1	1968—1977	Суглинок пылеватый	238	29	С	268	31,8	0,23
2	1968—1977	То же	83	35	ЮВ	268	21,4	0,36
3	1968—1977	Супесь	157	22	В	211	58,3	0,34
4	1968—1977	»	79	24	С	211	0,7	0,05
5	1966—1977	»	221	24	С	260	16,5	0,21
6	1966—1977	Легкий суглинок	389	16	С	263	73,3	0,49

ложены профили 1 и 2 (табл. 1). Склоны слабо задернованы. Поверхностные рыхлые отложения представлены пылеватым суглинком. Склон северной экспозиции длиной 238 м, крутизной 29° имеет прямой профиль. Склон юго-восточной экспозиции крутизной 35°, длиной 83 м имеет сложный профиль: в верхней части прямой, в средней — вогнутый, в нижней — ступенчатый. Оба склона опираются на днища логов, привязанных к руслу временных водотоков.

Климатические условия района определяются его местоположением в зоне пустынь умеренного климата. Для него характерны высокие значения суммарной радиации, достигающие 130—160 ккал/год, высокие температуры воздуха, малое количество осадков, низкая относительная влажность и высокий дефицит влажности воздуха. Все, даже высокие вершины гор расположены значительно ниже снеговой границы.

По данным метеостанции «Ашхабад, Кеши», количество осадков составило 3162,5 мм за период 1966—1977 гг. (время наблюдения за процессами плоскостного сноса), а их количество изменялось по годам от 177,8 (1970) до 437,2 мм (1969). В течение всей зимы осадки выпадают преимущественно в виде дождей. Лишь в горах на высоте более 1500 м в январе, самом холодном месяце, осадки выпадают в твердом виде. Количество осадков холодного периода (с декабря по апрель) почти повсеместно преобладает над количеством осадков теплого периода. В годовом ходе осадков минимум наблюдается в июне — сентябре и составляет преимущественно 0—15, иногда до 44,7 мм (1970 г.). Максимум наблюдается в марте — мае и составляет в среднем за месяц от 30—40 мм в предгорьях до 50—70 мм в горах. В месяц максимума осадков (март) их количество колеблется за отдельные годы по данным метеостанции «Ашхабад, Кеши» от 16,4 до 112,9 мм. В отдельные годы как минимумы, так и максимумы осадков могут быть сдвинуты на другие месяцы. Характерны ливневые дожди. Количество дней в году с ливнями за период наблюдений колебалось от 52 (1968 г.) до 80 (1967 г.). Наибольшее количество дней с ливнями (до 20) приходится на апрель. Общая продолжительность ливней от 1 до 65 ч в месяц. По характеру интенсивности осадки разделяются на: 1) морозящие — со слоем осадков 3—5 мм, продолжительностью от нескольких минут до 12—15 ч и средней интенсивностью меньше 1 мм/ч; 2) обложные — от нескольких часов до суток со средней интенсивностью 1—2 мм/ч; 3) ливневые — продолжительностью от нескольких часов до суток со средней интенсивностью 2—10 мм/ч. В исследуемом районе около 80% выпадающих дождей относятся к морозящим.

Процессы физического выветривания в исследуемом районе развиты необычайно сильно, так как почвенно-растительный покров не в силах предохранить горные породы от резких смен температур. Интенсивности этих процессов способствует трещиноватость пород.

Подготовленный выветриванием материал подвергается плоскостному сносу.

Процессы плоскостного сноса изучались нами методом реперов. Этот метод не является достаточно точным, но все же с его помощью можно выяснить закономерности перемещения мелкозема на склонах. Два профиля заложены в 1966 г., четыре — в 1968 г. на склонах северной, юго-восточной и восточной экспозиций. По всему профилю склона были забиты от 10 до 24 металлических реперов на глубину от 1 до 2 м. Измерения производились теодолитом ТТ-50 и мерной металлической лентой ежегодно в близкие сроки.

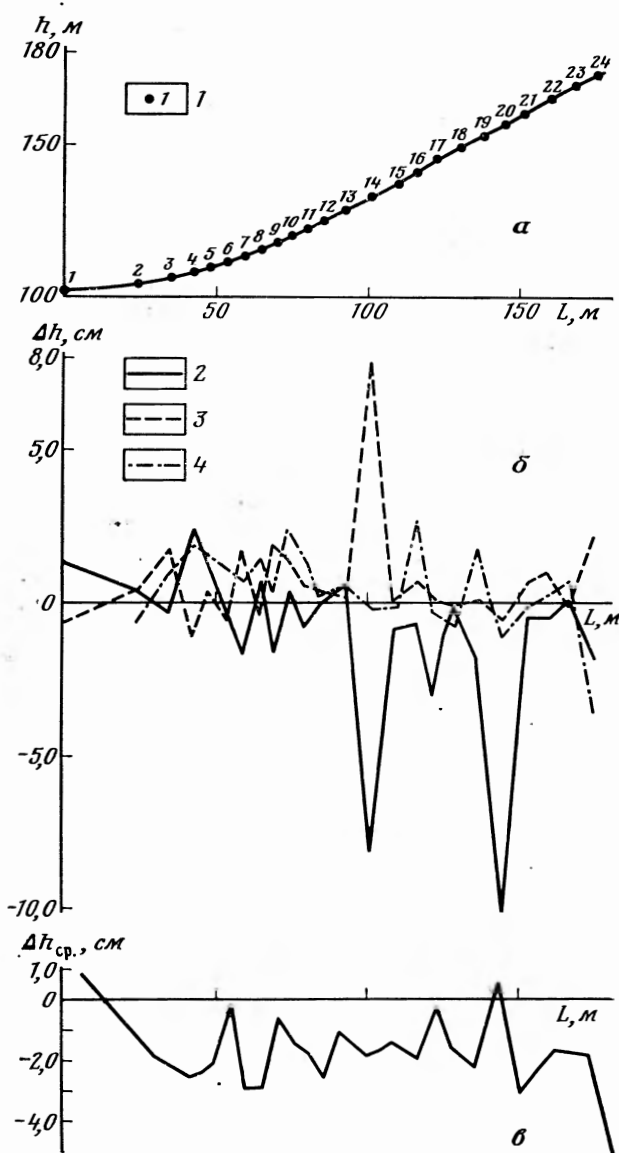


Рис. 1. Динамика процесса плоскостного сноса на склоне восточной экспозиции (профиль № 3): а — профиль склона: 1 — реперы и их номера; б — график динамики процесса плоскостного сноса: 2 — за 1970—71 г., 3 — за 1971—72 г., 4 — за 1976—77 г.; в — график среднегодового изменения плоскостного сноса за период наблюдения

Многолетние наблюдения показали, что в естественных условиях перемещение рыхлого материала по поверхности происходит неравномерно во времени и пространстве. На одних и тех же участках в разное время происходит то снос, то аккумуляция материала, что видно на графике (рис. 1, б) профиля 3, который мы взяли в качестве примера. Ме-

тодика построения графика заимствована у А. Е. Козловой [3]. На графике б, показывающем динамику процесса плоскостного сноса по годам, за исходный уровень, изображенный в виде горизонтальной линии, принят профиль склона в период заложения реперов (1968 г.). От него откладывались данные по количеству сноса (или аккумуляции) за каждый последующий год, измеряемые по реперам. Методика построения графика в, показывающего величину среднегодового изменения склона за период наблюдений, такова: за исходный уровень, как и для графика б, взят профиль склона 1968 г. Относительно этого уровня откладывались вычисленные для точек склона у реперов среднегодовые величины сноса и аккумуляции. Аналогичные графики построены по всем профилям. К сожалению, по техническим причинам мы не смогли на рис. 1, б провести кривые за все годы наблюдений, а взяли только данные за три года. Как видно из графика (рис. 1, б), процесс сноса идет сложно. За 1969—1971 гг. наблюдался интенсивный снос, особенно в верхней части склона до его середины (реперы 24—14). В нижней части склона шел процесс аккумуляции. В 1971—1972 гг. на склоне наблюдался незначительный снос, а у репера 14 отложилось столько материала, сколько было снесено в предыдущий год — 8 см. В 1976—1977 гг. по всему профилю склона преобладал процесс аккумуляции с незначительным сносом в отдельных точках склона. Таким образом, процесс плоскостного сноса имеет сложный волнообразный характер. Аналогичные выводы были получены и другими исследователями, работавшими в разных районах [3—5].

За период наблюдения, как видно из табл. 1, на всех профилях имел место отрицательный баланс вещества. Самая большая величина (73,3 см) снесенного материала наблюдается на профиле 6 за период наблюдения 1966—1977 гг. Склон северной экспозиции расположен в 2 км от совхоза «Первомайский», длина склона 389 м, угол наклона 16°. Поверхностные отложения представлены легким суглинком, коренные породы — известняки. Склон покрыт разреженной полупустынной растительностью, среднегодовое количество осадков 263 мм. Интенсивность сноса составила 0,49 см/год. Наименьшая величина снесенного материала (0,7 см) за период наблюдения 1968—1977 гг. была на профиле 4. Склон северной экспозиции расположен в 1,5 км на запад от р. Келята; длина склона 79 м, угол наклона 24°. Поверхностные отложения представлены супесью, коренные породы — песчаный известняк. Склон также покрыт разреженной растительностью, среднегодовое количество осадков 211 мм. Интенсивность сноса составила 0,05 см/год.

Нами выявлено также влияние метеорологических факторов на интенсивность плоскостного сноса на склонах. Были составлены графики, характеризующие распределение основных метеорологических элементов и баланс перемещаемого материала по годам. Для примера приведен график, составленный по данным профилей 1, 2, 6 (рис. 2). На графике видна цикличность в распределении метеоданных и баланса перемещаемого рыхлого материала, характеризующего интенсивность процесса плоскостного сноса. За период 1966—1977 гг. максимальная сумма осадков отмечалась в 1969 (437,2 мм) и в 1976 г. (358,8 мм), в этот же период наблюдалось и большее количество дней с ливневыми осадками. За это время происходит процесс сноса, замечено, что он возрастает при достаточно большой продолжительности ливневых дождей. В 1970 г. наблюдался минимум осадков (177,8 мм), и в этот период преобладал процесс аккумуляции: на всех склонах баланс перемещаемого рыхлого материала был положительным.

На процесс плоскостного сноса, как уже было сказано выше, влияет много факторов. Рассмотрим зависимость слоя снесенного материала от количества осадков (среднегодовых и максимальных) и угла наклона склона. Для этого были рассчитаны коэффициенты корреляции по формуле

$$r = \frac{n \cdot \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \cdot \sqrt{n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}}$$

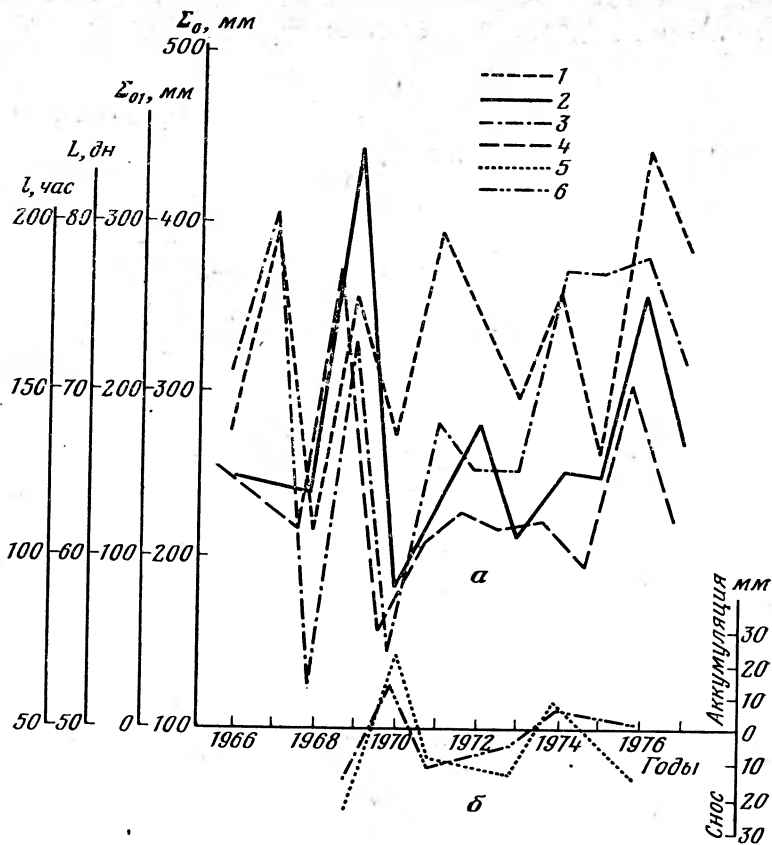


Рис. 2. Связь интенсивности процесса плоскостного сноса с метеорологическими условиями: а — кривые распределения основных метеорологических элементов за период наблюдения: 1 — продолжительность ливневых дождей (L , час.), 2 — годовое количество осадков (Σ , мм), 3 — количество дней с ливневыми дождями (L , дн.), 4 — осадки теплового периода ($\Sigma_{от}$, мм); б — баланс рыхлого материала, перемещаемого по склонам: 5 — по профилю 1, 6 — по профилю 2

где y — слой сноса материала, n — число наблюдений, x — природные факторы (среднегодовое количество осадков, максимальное количество осадков, угол наклона). Результаты вычислений приведены в табл. 2: для всех склонов характерна положительная корреляционная связь. Большая величина коэффициента корреляции (0,72) указывает на более тесную связь на профиле б между слоем сноса и углом наклона склона, а на профиле 1 на хорошую связь между слоем сноса и максимальным количеством осадков.

Таблица 2

Связь интенсивности плоскостного сноса с осадками и крутизной склонов Центрального Копетдага

№ профиля	Коэффициенты корреляции			№ профиля	Коэффициенты корреляции		
	между слоем сноса и годовым количеством осадков	между слоем сноса и максимальным количеством осадков	между слоем сноса и углом наклона склона		между слоем сноса и годовым количеством осадков	между слоем сноса и максимальным количеством осадков	между слоем сноса и углом наклона склона
1	0,59	0,72	0,30	4	0,35	0,45	0,35
2	0,45	0,43	0,47	5	0,38	0,12	0,66
3	0,25	0,46	0,16	6	0,27	0,14	0,72

1. Курбанов М., Горелов С. К., Челпанов С. С., Тагиев С., Воронцова Э. С. Глубинное строение и новейшие деформации Ашхабадской сейсмоактивной зоны. Ашхабад: Ёлым, 1973, 157 с.
2. Горелов С. К. Развитие процессов поверхностного смыва и линейной эрозии в Центральном Копетдаге. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1974, № 4, с. 90.
3. Козлова А. Е. Количественная оценка процессов плоскостного смыва на склонах в аридной зоне Тургайского прогиба (на примере плато Кызълбелтау). — Геоморфология, 1977, № 2, с. 70.
4. Титова З. А. Наблюдения над перемещением рыхлого материала под действием склонового стока в степном Забайкалье. — В кн.: Региональная геоморфология Сибири и Дальнего Востока. Л.: Наука, 1964, с. 53.
5. Campbell J. A. Micro-relief measurements on unvegetated shale. Prof. geogr., 1970, № 4, p. 78.
6. Червяков В. А. Основы математической статистики в географии. Владивосток: ДГУ, 1968, с. 86.

Институт географии АН СССР
Институт сейсмологии АН ТуркССР

Поступила в редакцию
16.XII.1982

**QUANTITATIVE ESTIMATE OF SHEET WASH
AT THE CENTRAL KOPET-DAG SLOPES
(WITH REFERENCE TO ASHKHABAD PROVING GROUND)**

PERESLEGINA R. E., TAGIEV S. T.

Summary

Sheet wash was studied at the Central Kopet-Dag slopes during 1966—1977; a complex oscillatory character of sheet wash has been observed, nevertheless the sediments budget appeared to be negative at all the slopes. Statistical treatment of data confirmed a generally positive correlation between slope wash rate, topographic conditions and precipitations.

УДК 551.4.551.245

РОЙХВАРГЕР З. Б., МАХИНОВ А. Н.

**ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА
ПОРОД НА РАЗВИТИЕ РЕЛЬЕФА**

Неоднородность литологического состава пород проявляется в рельефе неодинаково. В одних случаях наиболее устойчивые к выветриванию породы возвышаются над дневной поверхностью в виде останцов. В других — разные по устойчивости к разрушению породы не выражаются в рельефе, поскольку неровности коренного основания скрыты под толщей обломочного чехла. Иногда различные по литологии породы не выражаются морфологически даже на поверхности, лишенной рыхлого чехла (поверхность «сбрасывания»).

Определение формы и размеров останцов и неровностей рельефа коренных пород под рыхлым чехлом необходимо для понимания механизма процессов выветривания как экспонированных, так и залегающих под рыхлыми отложениями пород. Использование математических расчетов дает возможность установить, при каких соотношениях интенсивности выветривания разных пород и скорости денудации будут формироваться те или иные неровности коренных пород. Полученные результаты могут быть использованы также для определения интенсивности разрушения пород коренного основания, скрытых под толщей рыхлого чехла различной мощности.