

В. И. КОСТЮКОВСКИЙ

ВОЗМОЖНОСТЬ РАСЧЕТА РАЗМЕРОВ ХОЛМИКОВ-КОС У РАСТЕНИЙ В ПЕСЧАНЫХ ПУСТЫНЯХ

(Представлено академиком И. П. Герасимовым 11 IV 1974)

Холмики-косы у растений являются типичным элементом микрорельефа песчаных пустынь, неоднократно привлекавшим внимание исследователей ((¹, ², ⁶, ⁸⁻¹⁰) и др.).

По большей части авторами отмечалось наличие холмиков-кос у растений, высказывались предположения о тенденции их развития, о соотношении их размеров (длины, ширины и высоты). Холмики-косы представляют собой скопления песка, выпавшего из ветропесчаного потока в ветровой тени растения, и состоят из конического холмика и косички, вытянутой в направлении последнего ветра.

Наши наблюдения, произведенные в течение 1969—1972 гг. в песчаных пустынях Средней Азии (в Каракумах, Ферганской долине и в Кызылкумах), показали, что размеры холмиков-кос теснейшим образом связаны с размерами растения. В случае разрушения холмиков-кос у растений, они в скором времени восстанавливаются, причем вновь возникшие холмики-косы имеют те же размеры, что и уничтоженные. Так, в районе Кировского лесничества в Ферганской долине нами были уничтожены 13 холмиков-кос у различных растений. В течение 7—12 час. при ветре 12—17 м/сек у растений вновь образовались холмики-косы тех же размеров, что и уничтоженные, после чего рост их прекратился.

Этот опыт доказывает, что размеры холмиков-кос у тех или иных растений постоянны и в очень малой степени зависят от силы и продолжительности ветра, количества переносимого песка, продолжительности существования холмика-косы и т. д.

По мнению М. П. Петрова (⁸) и И. М. Островского (⁷), высота растения относится к длине холмика-косы как 1 : 10. А. М. Степановым (⁹) приводятся данные о том, что отношение высоты растения к длине холмика-косы колеблется в пределах от 1 : 4 до 1 : 9. Однако авторы не указывают диаметра приземной части кроны растения. Между тем наши наблюдения показывают, что именно он играет немаловажную роль в образовании холмика-косы и в немалой степени определяет размеры последнего.

У растений штамбовой формы (например, смирновия, песчаная акация или верблюжья колючка) холмики-косы вообще не образуются. Для их образования необходимо, чтобы нижние ветви растения, его крона касались поверхности почвы.

Для выяснения зависимости длины холмика-косы от высоты и диаметра приземной части кроны растения нами была вычислена корреляционная связь между этими тремя величинами на основе 203 замеров.

Было графически установлено, что связь между высотой и диаметром приземной части растения, с одной стороны, и длиной холмика-косы, с другой, близка к линейной. Затем, по методике А. К. Митропольского (⁵) был вычислен множественный коэффициент корреляции $R=0,802$, а также

частные коэффициенты корреляции $r_{lh}=0,517$ и $r_{ld}=0,425$ и составлено уравнение регрессии:

$$l=2,4h+1,3d-3,6,$$

где l — длина холмика-косы, h — высота растения, d — диаметр приземной части кроны в направлении, перпендикулярном ветру.

Расчеты показывают, что заметное отклонение длины холмика-косы от ее расчетной величины может наблюдаться в 9 случаях из 100.

Среднее квадратичное отклонение истинной длины холмиков-кос от расчетной составляет 23%. Для целей геоморфологических наблюдений и для планирования лесомелиоративных мероприятий такая точность вполне приемлема.

В качестве примера приводится график зависимости длины холмика-косы от высоты растения и диаметра его приземной части для случая, когда диаметр приземной части растения относится к его высоте как 1 : 2 (рис. 1).

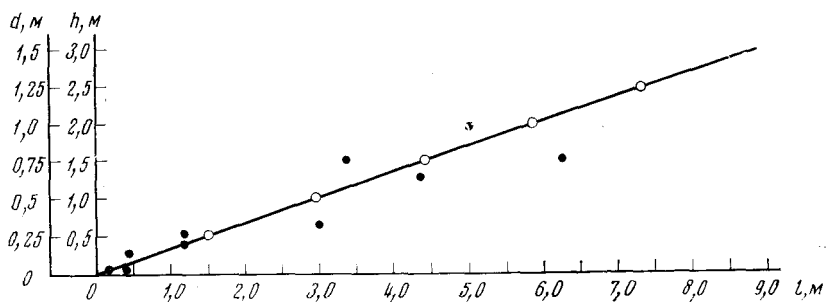


Рис. 1. Зависимость длины холмиков-кос (l) от высоты растения (h) и диаметра приземной части его кроны (d), рассчитанная по формуле $l=2,4h+1,3d-3,6$ для случая $d=1/2h$; светлые кружки — $l_{расч}$, темные — $l_{измер}$

Кроме высоты растения и диаметра приземной части его кроны на длину холмиков-кос влияет ряд факторов: ажурность растения, рельеф местности, характер подстилающей поверхности и т. д. Факторы эти оказывают различное влияние на длину холмиков-кос.

Большая разреженность растения приводит на рыхлых песках к уменьшению длины холмиков-кос. У растений с плотной кроной длина холмиков-кос обычно больше рассчитанной по формуле $l=2,4h+1,3d-3,6$ (табл. 1).

На твердой непесчаной поверхности (такыры, галечники, скальный грунт) с песчаными наносами наблюдается обратная картина: длина холмиков-кос у разреженных растений большей частью больше, а у плотных — меньше расчетной (см. табл. 1).

Таблица 1

Частота отклонений (%) длины холмиков-кос от рассчитанной, в зависимости от ажурности растений

Отношение длины холмиков-кос к расчетной	Ажурность			Отношение длины холмиков-кос к расчетной	Ажурность		
	<30%	31—70%	>71%		<30%	31—70%	>71%
На рыхлых песках (85 замеров)				На такырах (70 замеров)			
Длиннее	17,5	30,6	60,0	Длиннее	58,5	21,8	11,1
Равно	30,4	46,9	26,6	Равно	21,0	50,0	16,6
Короче	52,1	22,5	13,4	Короче	20,5	28,2	72,3

Причину этого явления следует искать, по-видимому, в том, что на твердой поверхности песчинки при ударе подсакаивают выше, чем на песке (11). Поскольку у продуваемых растений ветровая тень несколько ниже, чем у плотных, песчинки на твердой поверхности выходят за ее пределы и уносятся ветром.

Однако, как видно из табл. 1, у растений, крона которых имеет среднюю ажурность (31—70%), длина холмик-кос примерно в 50% случаев совпадает с рассчитанной.

Несовпадение этих величин в остальных 50% случаев объясняется влиянием ряда других причин, среди которых немаловажную роль играет экспозиция склонов по отношению к ветру.

Многими исследователями было установлено, что при подъеме ветрового потока вверх по склону происходит сложение ветровых струй и скорость ветра в приземном слое возрастает (11, 2, 4). При спуске ветрового потока по пологому склону скорость ветра в приземном слое, напротив, снижается. При этом на наветренных склонах ветровая тень у растений оказывается длиннее, по ниже, чем на подветренных. Этим объясняется то, что на наветренных склонах, сложенных твердыми породами (гальечник, суглинок, скальные породы), холмик-косы короче, а на подветренных — длиннее расчетных (табл. 2).

На склонах, сложенных рыхлыми песками, наблюдается обратная картина. Здесь на наветренных склонах длина холмик-кос больше, а на подветренных меньше расчетной (см. табл. 2).

Из табл. 2 можно, кроме того, сделать вывод, что на горизонтальной поверхности длина холмик-кос чаще всего будет приближаться к рассчитанной по предложенной нами формуле.

Кроме ажурности растения и экспозиции склонов, на длину холмик-кос оказывают влияние крутизна склонов (9), наличие с наветренной стороны от растения дополнительных преград на пути ветропесчаного потока и др.

Количество песка, переносимого в ветропесчаном потоке, очевидно, не играет решающей роли, так как растение будет накапливать песок до тех пор, пока это позволяет его ветровая тень, а после того как холмик-коса достигнет размеров, определяемых размерами растения, рост его прекращается.

Поскольку холмик-косы являются основой целого ряда форм рельефа пустынь (прикустовых бугров, а также, возможно, песчаных гряд), воз-

Таблица 2

Зависимость длины холмик-кос у растений от экспозиции склонов по отношению к ветру

Экспозиция склонов по отношению к ветру	Число замеренных холмик-кос	Число случаев отклонения длины холмик-кос от рассчитанной, %		
		короче	равно	длиннее

На уплотненной поверхности

Горизонтальная поверхность	67	31,3	41,8	26,9
Наветренный склон	27	53,9	29,4	16,7
Подветренный склон	18	12,5	6,0	81,5

На рыхлой песчаной поверхности

Горизонтальная поверхность	38	10,5	55,2	34,3
Наветренный склон	41	21,9	17,1	61,0
Подветренный склон	18	61,1	33,3	3,6

возможность расчета их размеров имеет большое значение для геоморфологических исследований. Еще более важна возможность расчета размеров холмик-кос для определения ширины защитной зоны древесно-кустарниковых противодефляционных посадений в песчаной пустыне.

Среднеазиатский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
Ташкент

Поступило
11 II 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. Е. Бельгибаев, Б. А. Федорович, Проблемы освоения пустынь, № 2 (1972).
² А. В. Гвоздилов, Некоторые вопросы теории и практики закрепления и облесения песков Средней Азии. Реф. докторской диссертации, Ташкент, 1966. ³ М. К. Граве, Тр. Инст. географии АН СССР, в. 80 (1960). ⁴ Л. Г. Добрин, Основные закономерности динамики бархана и их практическое значение. Автореф. кандидатской диссертации, Ашхабад, 1965. ⁵ А. К. Митропольский, Техника статистических вычислений, изд. 2, «Наука», 1971. ⁶ В. А. Обручев, Сборн. в честь 70-летия Д. Н. Анучина, М., 1913. ⁷ И. М. Островский, Сборн. Структурная и климатическая геоморфология. К 60-летию академика И. П. Герасимова, М., 1966. ⁸ М. П. Петров, Тр. Инст. географии АН СССР, в. 39, Проблемы геоморфологии (1948). ⁹ А. М. Степанов, Проблемы освоения пустынь, № 4 (1968). ¹⁰ Б. А. Федорович, Пески пустынь, их происхождение, развитие рельефа и вопросы освоения. Автореф. докторской диссертации, М., 1952. ¹¹ R. Bagnold, The Physics of Blown Sand and Desert Dunes, London, 1954.