

PALEOKARST OF THE EARLY PERMIAN PERIOD ON THE TERRITORY OF THE TATAR ASSR

S. G. KASHTANOV

Summary

Since the time of its emergence the Early Permian land has been exposed to the processes of intensive denudation. Karst is best manifested in the areas of development of the weathering crust.

УДК 551.311.3(575.4)

Т. П. ГРЯЗНОВА

БУГРЫ-ТОММОКИ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ТУРКМЕНИИ И ИХ АНАЛОГИ

Томмоки и район их распространения. В юго-западной Туркмении на приморской и особенно на подгорной равнине развиты специфические прикустовые уплотненные бугры-тommоки. Одним из районов их развития является пустынная территория, лежащая к северо-западу от хр. Копет-Даг и к югу от хр. Малый Балхан, которую называют Малобалханским или Данатинским коридором. Он представляет собой узкую полосу плоской, суглинистой пролювиальной подгорной равнины, наклоненной к подножиям гор и одновременно на юго-запад. В прилегающей к горам части равнина сложена главным образом грубым щебнистым пролювиальным материалом, основная масса которого сносится с Копет-Дага (хр. Кюрен-Даг) и лишь незначительная — со стороны Малого Балхана. Данатинский коридор дренируется крупным руслом временного водотока Обой-Чай, который образует сухую дельту в центре коридора. К руслу Обой-Чая со стороны Копет-Дага и Малого Балхана направляются мелкие овраги и промоины.

Для этой части равнины с разреженной пустынной растительностью характерно довольно редко встречающееся образование — песчано-глинистые бугры, впервые описанные В. А. Обручевым (1913). Затем они были обнаружены на западном берегу Каспия, в окрестностях Баку, И. Я. Зактрегером (1928), Г. С. Саркисяном (1935), А. А. Федоровским (1938). Позднее их описали А. Г. Доскач (1948) и И. Я. Ермилов (1949, 1950), назвавший их томмоками, что по-туркменски означает «бугры». Томмоки изучали также Л. Е. Родин (1954), А. П. Лавров и В. П. Констюченко (1954), М. К. Граве (1960), встретивший такие бугры северо-западнее Казанджика. Подобные бугры отмечены и в Ферганской долине (Розанов, 1951).

Нами изучен участок развития томмоков на плоской солончаковой равнине в западной части Данатинского коридора — в 5—6 км восточнее г. Кум-Даг и в 2—3 км северо-западнее останцового бугра Кобек. Поднимающиеся над равниной молодые брахиантклинальные возвышенности (Кобек, Боядаг и др.), несмотря на незначительное количество осадков, сильно расчленены временными потоками, которые разрушают лишенные дернового покрова склоны и сносят с них легко поддающиеся размыву продукты выветривания. В результате здесь образуются многочисленные промоины и овраги.

Выйдя на равнину, временные потоки отлагаются соли, выщелоченные из слагающих склоны засоленных пород, что приводит к образованию крупных солончаков вокруг возвышенностей. Солончаки широко развиты здесь и вследствие аридности климата, высокого уровня соленых грунтовых вод, капиллярности грунтов. В климатическом отношении этот район характеризуется резкой континентальностью, особенно нали-



Рис. 1. Томмоки на солончаковом такыре в 5—6 км к ВСВ от г. Кум-Дага.

Фото А. С. Кесь

чием высоких летних температур (средн. макс. $+36^{\circ}$, абсолютный максимум $+46^{\circ}$); при резких зимних похолоданиях (средн. минимум до -11° , абсолютный мин. -19°); годовое количество осадков составляет 170—200 мм.

Осенью и зимой по Южно-Балханскому — Данатинскому коридору в сторону Каспийского моря дуют постоянные холодные ветры восточного и северо-восточного направлений. Весной они имеют обратное направление — от более холодного моря в сторону нагретой пустыни — и отличаются меньшей силой (Мягков, Оксенич, 1958). Сильные ветры при сухом климате, бедности растительного покрова и высокой летней температуре воздуха благоприятствуют развитию эоловых процессов — дефляции коренных пород на открытых пространствах и аккумуляции эолового мелкозема в ветровой тени.

На поверхности исследованного нами участка, представляющей собой солончаковый такыр с редкой пустынной растительностью, повсеместно имеются следы недавнего нахождения воды — много небольших сухих руслиц и промоин, покрытых отслаивающейся такырной корочкой. Все руслица вытянуты преимущественно с ЮЗ на СВ. К югу и юго-западу от этого участка расположен небольшой останцовый массив высотой 10—12 м, на котором сформировалось несколько полузаросших песчаных гряд. Здесь развито множество томмоков, которые приурочены не только к плоской солончаковой поверхности, но и поднимаются на пологие склоны останцового массива.

Бугры-тommоки в плане имеют асимметричную продолговато-овальную форму с более или менее острым концом, вытянутым по направлению ветра (рис. 1). Наиболее высокая наветренная часть бугров обычно приурочена к кусту. Наветренные склоны круты (угол от 20—25° до 40—42°), подветренные — пологи (угол от 10—25° в верхней части), снижаются постепенно и обычно лишены растительности.

Форма и размеры бугров зависят от куста-преграды, в ветровой тени которого они образуются. Чем выше куст, тем выше, длиннее и относительно уже бугор. Если куст широкий, то образующийся около него овальный бугор—шире, короче и более распластан. Высота бугров в описываемом районе колеблется от 18—20 см до 1,5 м, при длине от 1 до 9—10 м.

В форме и расположении томмоков отчетливо видна зависимость от направления господствующего северо-восточного ветра. Они ориентированы с СВ на ЮЗ по азимуту 215—225°. Прикустовые бугры расположены на поверхности такыра то разрозненно, по одному, то образуют группы, расстояние между которыми 20—30 м. В пределах группы расстояние между буграми колеблется от 1 до 8 м. Иногда два-три бугра сливаются в одну неправильную форму, последовательно соединяясь друг с другом и формируя продольную ветру цепочку.

Происхождение томмоков. Томмоки образуются на поверхности периодически затапливаемых и размокающих такыров, солончаков и временных водоемов в сезоны их усыхания. На высыхающей поверхности такыра появляется и затем скручивается тонкая глинистая корка («пустынный папирус»). В результате его постепенного разрушения образуются небольшие глинистые обломки, которые под действием ветра измельчаются, превращаясь в крупинки, и затем легко переносятся на небольшое расстояние.

Встречая на своем пути препятствия в виде кустиков и неровностей, возвышающихся над гладкой поверхностью такыра, эти частицы задерживаются, образуя, таким образом, эоловые накопления. От дождя глиняные крупинки разбухают, слипаются, а после высыхания поверхность смоченных дождем бугров покрывается коркой, обычно засоляющейся и бронирующей поверхность томмока. В дальнейшем этот корковый слой в результате действия солнечных лучей и ветра еще больше засыпает и растрескивается.

Существуют две точки зрения на образование бугров. Согласно первой, наиболее распространенной, томмоки обязаны своим происхождением эоловым процессам, будучи разновидностью прикустовых холмиков-кос (Ермилов, 1949; Родин, 1954; Граве, 1960). Согласно другим взглядам, томмоки образуются в результате того, что бугорки кучевых песков, покрываясь ежегодно потоками мутных вод, приносимыми с гор, каждую весну облекаются тонкой глинистой корочкой, причем пределом роста бугров такого типа является высота слоя воды, скапливающейся в течение более или менее продолжительного срока на поверхности данного участка (Доскач, 1948). А. П. Лавров и В. П. Костюченко (1954), указывая на превалирующую роль ветра в образовании бугров, отмечают также большое значение водного фактора в приносе и аккумуляции иловатой фракции.

Наши данные подтверждают выводы И. Я. Ермилова, Л. Е. Родина, М. К. Граве и заставляют присоединиться к эоловой гипотезе. В пользу последней свидетельствует прежде всего форма бугров, четко выраженная и всегда сохраняющая одинаковую ориентировку, совпадающую не с уклоном местности, а с направлением господствующих ветров. Кроме того, томмоки в рассматриваемом районе располагаются поперек склона останцового массива, что исключает возможность их водной аккумуляции.

На эоловое происхождение томмоков указывает и строение бугров. Мы сделали несколько продольных и поперечных разрезов. При подробном рассмотрении отложений, слагающих бугры, обращают на себя внимание, во-первых, преобладание в их составе пылеватых и глинистых частиц и, во-вторых, тонкая, наклонная, облекающая слоистость с постепенно увеличивающейся кверху крутизной слоев. Как правильно

указал М. К. Граве (1960), наличие в буграх неоднородных по механическому составу прослоев зависит от силы ветра, который несет то более крупные — песчаные частицы, то более легкие, плоские и обладающие большой парусностью — глинистые.

Бугор-тommок, на внутреннем строении которого мы хотим остановиться подробнее, расположен на ровной такырной поверхности и ориен-

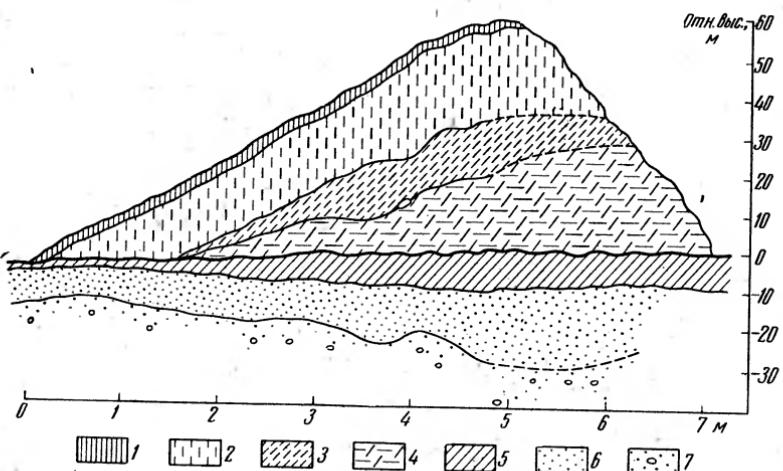


Рис. 2. Поперечный разрез прикустового бугра-тommока в 5—6 км к ВСВ от г. Кум-Дага.

Условные обозначения: 1 — Такырная корка; 2 — суглинок легкий, слабоуплотненный; 3 — супесь пылеватая с примесью песка, рыхлая; 4 — супесь пылевата с примесью песка, уплотненная; 5 — суглинок легкий, уплотненный. Основная поверхность такыра, на которую навеян прикустовой бугор; 6 — песок среднезернистый; 7 — песок крупнозернистый с примесью гравия и щебня

тирован с северо-востока на юго-запад. Западный склон бугра сильно разрушен небольшим руслом временного водотока, берущего начало на склоне останцового массива. Куст черного саксаула, около которого сформировался бугор, находится в угнетенном состоянии; ствол его пронизывает весь бугор в СВ части, и корень глубоко уходит в землю. Высота куста над уровнем такыра 1 м. Сверху бугор покрыт тонкой, уплотненной, легко продавливающейся, сильно засоленной корочкой.

Этот типичный бугор-тommок имеет высоту 60 см, поперечник по длинной оси — 7 м, а по короткой — 2,5 м. Разрез бугра виден на рис. 2; прослоев чистого песка в бугре нет; преобладают пылеватые и глинистые частицы (глиняный песок — Федоровский, 1938). Утолщенной линией обозначена поверхность такыра, на которой образовался бугор. Довольно отчетливо можно видеть первоначальное ядро бугра — супесчаное, имеющее наклонную эоловую слоистость. Четко прослеживается смена слоев и их различная мощность.

Выше указывалось на засоление и цементацию бугров. Эти процессы происходят благодаря сухости воздуха, сильной испаряемости, следовательно, капиллярному подъему влаги снизу и кристаллизации солей на поверхности такыров, а также вследствие оседания приносимых ветром частичек соли. Засолению и цементации способствует также разложение опавших веточек саксаула, содержащих большое количество солей. На это указывают результаты проведенного П. Д. Гунным, В. Я. Дорымовым и С. А. Саниным на базе Репетекской песчано-пустынной станции изучения химических и физических свойств песчаных пустынных почв под различными видами растений. Оказалось, что наибольшее соленакопление в почве происходит под черным саксаулом. Под влиянием ежегодного опада под кроной здесь формируют-

ся специфические почвы, появляется аккумулятивный уплотненный солевой горизонт с сухим остатком до 3%; содержание пылеватых частиц увеличивается до 20—30% (Гунин и др., 1968). Выяснено также, что под черным саксаулом поверхностные, сильно засоленные корковые горизонты предохраняют нижележащие слои от иссушения: ниже глубины 0,3—0,4 м влажность до 3—4% сохраняется в течение всего летне-осеннеого периода. Под кроной белого саксаула почвы содержат меньше пылеватых частиц, более опесчанены и менее засолены, а сухой остаток составляет лишь 0,1—0,2%.

Томмоки образуются вокруг таких пустынных кустарников и полукустарников, как саксаул, тамарикс, черкез и др. Форма, состав и строение бугров, помимо режима ветров и состава окружающих отложений, зависят от растения, в ветровой тени которого они формируются. Именно растение определяет густоту ветровой тени, состав отлагающегося материала, последующие процессы его цементации, количество и химический состав опада. Чем больше куст, тем быстрее образуется томмок и тем больших размеров он достигает. По мере увеличения бугра растение до определенного предела дает новые побеги и разрастается. Со временем куст отмирает: первоначально исчезают вегетативные побеги и ветви, а затем обнажаются и гибнут корни. Происходит это по разным причинам: достижение предельного возраста растением, чрезмерное засоление почвы, понижение уровня грунтовых вод и т. д.

Некоторые авторы считают, что на подгорной равнине Копет-Дага томмоки в настоящее время находятся в стадии отмирания. Так, А. П. Лавров и В. П. Костюченко (1954) пишут, что томмоки являются образованиями относительно древними, заканчивающими свой цикл развития, и в данное время претерпевают деградацию. Наши наблюдения показывают, что это не так. Деградация бугров наблюдается далеко не всюду. Мы видели, как на поверхности томмоков, имеющих хорошо развитые кусты, происходит накопление эолового материала (рис. 3). На фото (см. рис. 1 и 3) отчетливо видно, как на плотную светлую суглинистую поверхность навеян песок, образующий рябь. Таким образом, происходит процесс не только деградации бугров, но и современного их роста за счет накопления эолового материала. Томмоки продолжают длительно существовать и после гибели куста, когда от куста сохраняются лишь отдельные мертвые ветки, не образующие ветровой тени. Бугор сам создает ветровую тень, в которой и происходит накопление эолового материала. Такие бугры резко увеличиваются в длину. Кроме того, они продолжают расти в ширину и высоту в результате прилипания весной пыли к их влажной в это время поверхности.

Разрушение бугров происходит либо вследствие их размыва временными водотоками и дождями, либо в связи с вырубкой кустарниковой растительности, усиленным выпасом и нарушением плотного поверхностного слоя. В этом последнем случае нижележащие, более рыхлые отложения под действием сильных ветров начинают развеиваться. Деградирующие бугры, лишенные кустов, были названы В. А. Обручевым (1913) «могильниками буграми».

Эоловые формы — аналоги томмоков. В природе встречается много эоловых образований, аналогичных буграм-томмокам. Таковы кучевые пески Обручева, чоколаки, clay dunes и др.

Кучевые пески были описаны В. А. Обручевым (1913) в Средней Азии, а затем в Джунгарии, Центральной Монголии, АлаШане, БейШане. Форма, высота и состав кучевых песков, их засоленность и уплотненность в значительной мере зависят от растения, около которого образуется бугор. Так, наибольшие среди кучевых песков — чоколаки (бугры, образующиеся у кустов тамарикса) — круто-куполообразны, и в наших пустынях имеют обычно высоту от 2—3 до 5—6 м. В состав этих бугров входит, помимо крупного и мелкого песка, обильного опа-

да, еще и лёссовая пыль, которой здесь гораздо больше, чем в других кучевых песках (Обручев, 1913). Бугры эти имеют периклинальную слоистость. Бугры, образующиеся вокруг зарослей злаков, отличаются более плоской формой и высотой лишь до 0,5—0,7 м.

Формирование бугров приурочено к тем пространствам, где близко подходят грунтовые воды. И. Н. Горяинова, Е. Г. Мяло, И. В. Новоселова (1969), рассматривая в своей работе процесс формирования



Рис. 3. Томмок на солончаковом такыре в 5—6 км к ВСВ от г. Кум-Дага. Видно, как на плотную суглинистую его поверхность навеян песок, образующий рябь.
Фото А. С. Кесь

бугров-чукалаков (так авторы называют описываемые бугры) на прилежащей к морю геологически молодой части Прикаспийской низменности, указывают на связь бугров-чукалаков с восходящими родниками. Они пишут, что на наиболее увлажненных участках соров селится сарсазан (*Halocnemum strobilaceum*), образуя круговины, хорошо выделяющиеся на фоне рыхлой, лишенной растительности поверхности почвы. Эти круговины служат ядром формирования будущего бугра.

Кучевой песчаный бугор растет постепенно. Одновременно поднимается вверх и граница влажности, хотя она и отстает от роста бугра. В результате куст постепенно прорастает через все увеличивающийся бугор. Влаги становится меньше, и если корни теряют связь с грунтовой водой, то растение со временем погибает; это ведет, в свою очередь, к постепенному разрушению бугра, которое начинается с краев и постепенно доходит до середины. Мы часто наблюдали тамариксовые чоколаки, от которых осталась только середина, скрепленная корнями растений; создавалось такое впечатление, что растение с его корнями как бы висит в воздухе.

Интересным аналогом бугров-томмоков являются «глиняные дюны» (clay dunes), которые были обнаружены и описаны Д. Коффи (Coffey, 1909) на побережье Мексиканского залива, в устье Рио-Гранде. Об этом подробно писал А. А. Федоровский (1938), рассматривая глиняные дюны как аналог эоловых бугров окрестностей Баку. О. К. Леонтьев и Н. И. Фотеева (1965) сравнивают Бэрковские бугры, как формы эолового происхождения, также с образованиями типа «глиняных дюн».

«Глиняные дюны» представляют собой гряды в несколько километров длиной, высотой около 6—9 м и шириной 180—270 м. Д. Коффи

(1909) указывает, что образование глиняных дюн связано с лагунами. В засушливый период при полном или частичном высыхании лагун, осадки на их дне растрескиваются и скручиваются в корки, а ветер разрушает и измельчает их, превращая в мелкие зерна, которые задерживаются около кустов, а затем, благодаря атмосферным осадкам, скрепляются. Следовательно, процесс образования «глиняных дюн» тот же, что и глиняных бугров-тommоков.

Своебразные формы эоловой аккумуляции представляют собой «теневые гряды», описанные И. Я. Ермиловым (1950). Это значительные по длине прямолинейные гряды, образующиеся в солончаковой пустыне за подветренной стороной останцов коренных пород. И. Я. Ермилов наблюдал их в юго-западной Туркмении в районе останцовых возвышенностей Боя-Даг, Кобек-Урунджук, Монжукулы, Небит-Даг и к юго-западу от аула Бугдайли, близ Каспийского побережья. Гряды имеют длину до 1,5—3,5 км, высота их — до 20 м. Сверху гряды прикрыты засоленной коркой и сложены пылеватым, засоленным песком, без заметной слоистости, довольно влажным с глубины 0,2 м. И. Я. Ермилов полагает, что происхождение «теневых гряд», может быть связано только с накоплением засоленных песков и пыли на влажной поверхности подветренной стороны останца (Ермилов, 1950).

Наиболее крупными аналогами бугров-тommоков являются Бэрновские бугры, которые, по данным Б. А. Федоровича (1941), также имеют эоловое происхождение. Это по существу, не бугры, а гряды, расположенные параллельно друг другу. Они имеют длину от 0,5 до 10 км, высоту от 5 до 20 м и ширину от 100 до 500 м. О. К. Леонтьев и Н. И. Фотеева (1965) также рассматривают Бэрновские бугры как формы рельефа эолового происхождения; они отмечают, что «бугровая толща» Бэрновских бугров состоит в основном из переслаивающихся средне- и крупнозернистых песков и своеобразных отложений, состоящих из обломочков шоколадных глин в виде мелких плиток, чешуек и окатышей диаметром от 0,2 до 1 м.

Указывая на существующую в Бэрновских буграх облекающую слоистость обычного и глиняного песка и сравнивая характер слоистости бугровой толщи и бесспорных эоловых отложений, О. К. Леонтьев и Н. И. Фотеева убеждаются в их идентичности. Наличие большого количества быстро размокающих в воде глинистых зерен-чешуек в составе и томмоков, и Бэрновских бугров, строгая ориентировка этих форм, совпадающая с направлением господствующего ветра, характер слоистости, а также ряд других общих черт в их строении — все это подтверждает эоловое происхождение названных форм рельефа.

Рассмотренный материал показывает, что образования, известные под названиями кучевые пески, чоколаки, «глиняные дюны», «теневые гряды», Бэрновские бугры представляют собой разновидности одного генетического типа.

Томмоки и их аналоги образуются вследствие аккумуляции материала, поступающего при механическом выветривании и раззвевании окружающих такыров, солончаков, днищ пересохших лагун, песчаных массивов, останцовых возвышенностей. Главным агентом, под действием которого накапливается материал для этих образований, является ветер. Формирование конкретной разновидности этих форм определяют режим ветров, уровень грунтовых вод, а также свойства тех растений или других препятствий, которые создают ветровую тень. При этом, как мы видим, в природе имеются все переходы от мелких прикустовых бугров до крупных эоловых образований, формирующихся в аналогичных условиях торможения ветрового потока в тени возвышенностей («теневые дюны») или в районах свободного передвижения эолового материала (Бэрновские бугры).

ЛИТЕРАТУРА

- Горянинова И. Н., Мяло Е. Г., Новоселова И. В. Формирование бугров-чукалков на территории Прикаспийской низменности.— Вестн. Моск. ун-та, сер. геогр., 1969, № 3.
- Граве М. К. Об эоловых буграх-тommоках на подгорной равнине Копет-Дага.— Тр. Ин-та географии АН СССР, вып. 80. Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР, вып. 24, 1960.
- Гунин П. Д., Дорыков В. Я., Санин С. А. Тез. докл. Всес. научн. конф. по изучению и освоению пустынных территорий Средней Азии и Казахстана. Ашхабад, Изд-во «Ылым», 1968.
- Доскач А. Г. О некоторых особенностях песчаного рельефа Западной Прикопетдагской равнины.— В кн.: Проблемы физической географии, М.— Л., 1948.
- Ермилов И. Я. Формы эоловой аккумуляции в солончаковых пустынях Западной Туркмении.— Изв. Всес. геогр. о-ва, 1949, т. 81, вып. 3.
- Ермилов И. Я. Оригинальные формы эоловой аккумуляции.— Природа, 1950, № 6.
- Зактрегер И. Я. Летучие пески и глины степей и полупустынь Закавказья.— В сб.: Борьба с песчаными заносами на железных дорогах, М., 1928 (НТК, НКПС, вып. 9).
- Лавров А. П., Костюченко В. П. О генезисе глинистых прикустовых бугров в Прибалханском районе.— Изв. АН Туркм. ССР, 1954, № 4.
- Леонтьев О. К., Фотеева Н. И. Происхождение и возраст Бэротовских бугров.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1965, № 2.
- Мягков Н. Я., Оксенич И. Г. Климатические районы Туркмении.— Сб. работ Ашхабадской гидрометеоролог. обсерв., 1958, вып. 1.
- Обручев В. А. Кучевые пески как особый тип песчаных скоплений.— В кн.: Сборник в честь семидесятилетия проф. Дм. Ник. Анучина, М., 1913.
- Родин Л. Е. Роль растительности в образовании такыров и их комплексов.— В сб.: Пустыни СССР и их освоение, вып. 2, М.— Л., Изд-во АН СССР, 1954.
- Розанов А. Н. Сероземы Средней Азии. М., Изд-во АН СССР, 1951.
- Саркисян С. Г. Петрография эоловых отложений Ясамальской долины.— Тр. Азерб. филиала АН СССР, т. 22, Баку, 1935.
- Федорович Б. А. Происхождение «Бэротовских бугров» Прикаспия.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1941, № 1.
- Федоровский А. А. Эоловые бугры из «глиняного песка» в окрестностях Баку.— Изв. Гос. геогр. о-ва, 1938, т. 70, вып. 3.
- Coffey G. N. Clay dunes. J. Geol., 1909, v. XVII.
- Leblanc R. J., Hudson W. D. Origin and development of the Texas shoreline. 2-nd Coastal Geogr. Conf., Washington, 1952.
- Price W. A. Sedimentology and Quaternary Geomorphology of South Texas. Gulf coast Assoc. Geol. Soc. Trans., 1958, v. 8.

Институт географии
АН СССР

Поступила в редакцию
4.IX.1969

HILLOCKS OF SOUTH-WEST TURKMENIA AND THEIR CORRELATIVES

T. P. GRYAZNOVA

Summary

On the coastal and especially piedmont plains of South-West Turkmenia, specific near-bush consolidated hillocks (tommocks) are widespread, the origin of which depends on eolian processes. In nature the eolian formations correlative with the hillocks-tommocks are rather numerous, beginning with small near-bush hillocks and up to big eolian constructions forming under analogous conditions of a wind flow in the shadow of uplands («shadow dunes») or in the regions of travelling sands (Baer knolls). Wind is the main agent under the influence of which the material for these formations is accumulating, but the emergence of a concrete variety of these forms is determined by the regime of winds, the level of ground-water, as well as by the properties of plants or other obstacles which create the wind shadow.