

УДК 551.31 (571.65)

Э. Э. ТИТОВ

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СОВРЕМЕННОГО КОЛЛЮВИАЛЬНОГО МОРФОЛИТОГЕНЕЗА В ГОРАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР

Выявлены наиболее общие закономерности современной динамики и распространения различных генетических типов склонов в горах Северо-Востока СССР. Установлен спектр склоновых процессов, включающий 15 разновидностей, и отмечена их тесная связь с вертикальной поясностью географических ландшафтов.

Коллювиальный морфолитогенез является самостоятельным и важным звеном в цепи континентального гипергенеза и перераспределения рыхлого вещества на поверхности литосферы. Познание основных закономерностей рельефообразующей и породообразующей деятельности склоновых процессов в конкретной физико-географической и геологической обстановке изучаемого региона способствует решению ряда теоретических и практических вопросов: палеогеоморфологическим реконструкциям, изучению склоновых россыпей, хозяйственному освоению склонов и т. д.

Исследованная территория по схеме геоморфологического районирования С. С. Воскресенского (1968) расположена в пределах трех горных стран — Приохотской, Колымской и Черского, которые отличаются друг от друга абс. и отн. высотами, составом материнских пород, неотектоническим режимом, климатом, растительностью, мерзлотно-гидрогеологическими условиями, составом и свойствами коллювия (рыхлые образования склонов) и «спектрами склоновых процессов». Некоторые сведения о рельефе исследованной территории, необходимые для дальнейшего рассмотрения, вместе с основными морфологическими и морфометрическими характеристиками склонов приведены в табл. 1. В качестве пояснения к ней добавим следующее. Как было установлено еще В. Пенком, имеются тесные связи между длиной, шириной, крутизной, формой профиля, экспозицией склонов гор и густотой и глубиной расчленения горного рельефа речной сетью и рисунком последней. Для горной части бассейнов рек Индигирки и Колымы М. Д. Эльяновым (1961) подсчитано, что 70—75% длины гидросети приходится на ручьи в 0,6—0,8 км длиной, протекающие в узких долинах и имеющие только пойму. Эти данные позволяют считать, что 70—75% всех склонов исследованной территории приходится на склоны водотоков первого порядка и что базами денудации их являются поймы названных водотоков. Совокупность же прямых и косвенных признаков (крутые прямые и выпуклые склоны долин, неразработанность долин, отсутствие террас, грубый и несортированный «овражный» аллювий, крутой продольный профиль ручьев, неустойчивость и несформированность русла и поймы и т. д.) позволяет утверждать, что эти водотоки, как правило, врезаются. Следова-

Основные морфологические и морфометрические характеристики рельефа и склонов горных стран Северо-Востока СССР

Морфометрические и морфографические показатели	Равнины, низменности и впадины	Низкогорья	Среднегорья	Высокогорья
Абс. отметки вершин, м	500—800, до 1000	800—1000	1000—2000	2000—2586
Абс. отметки днищ долин и впадин, м	от 0 до 200—300	400—500	500—1300	1200—1600
Глубина расчленения, м	100—300 до 500	200—600	500—700	800—1000, до 1500
Густота расчленения, км/км ²	до 0,6—1,0	1,2—1,4 до 2,0	1,1—1,3	1,0—1,3
Рисунок гидро-сети	Древовидный, в пределах приподнятых равнин — перистый	Густой перистый; боковые притоки впадают в главные под прямым углом, реже под острым	Перистый	Сочетание перистых и древовидных систем
Преобладающая крутизна склонов	< 10°	10—15°	15—24°	24—30 и > 30°
Типичные профили склонов	Вогнутые	Выпукло-вогнутые	Слабовыпуклые	Прямые
Длина склонов при глубине расчленения, м	100 — 600 200 — 1200 300 — 1700 400 — 2300 500 — 2900 600 — — 800 — — 1000 — — 1500 — —	— 1200—800 1700—1200 2300—1600 2900—2000 3500—2300 — — —	— — — — 2000—1200 2300—1500 3100—2000 — —	— — — — — 1500—1200 2000—1600 2500—2000 3800—3000
Базисы денудации склонов	Днища впадин и низкие речные террасы	Низкие речные террасы и поймы водотоков первого—третьего порядков		Поймы водотоков первого—третьего порядков

тельно, в пределах воздымающейся среднегорной области Северо-Востока СССР склоны опираются на поймы постоянно врезающихся водотоков первых порядков.

Интенсивность склоноформирования в существенной степени определяется составом и физико-механическими свойствами рыхлого покрова склонов. Автором предпринята попытка изучения состава и свойств коллювия по немногочисленным имеющимся данным (Тайбашев, 1963, 1965, и др.). По этим материалам удалось выделить лишь три разновидности коллювия, существенно отличающиеся друг от друга составом и свойствами (табл. 2) в зависимости от подстилающих материнских пород (осадочных, кислых интрузивных и кислых эффузивных).

Приведенные данные по физико-механическим свойствам коллювия осадочных и кислых интрузивных пород достаточно представительны, так как они характерны для типичных склонов в пределах распространения названных пород. Данные по физико-механическим свойствам коллювия эффузивных пород менее представительны, поскольку характеризуют лишь грунты длинных (более 1000 м) пологих (не более 8—10°) подсклоновых шлейфов с повышенной мощностью коллювия (9—15 м и более). Коллювий же типичных (крутизной 20—30°) склонов гор, сложенных кислыми эффузивными породами Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, отличается грубым (глыбово-щебнистым с тем или иным количеством дресвы и незначительным количеством мелкозема) механическим составом, значительной пористостью (скважностью) и крайне

Сводная таблица физико-механических свойств коллювия склонов гор Северо-Востока СССР

Показатель	Осадочные породы	Эффузивные породы	Интрузивные породы
Механический состав	Щебень с супесью или суглинком	Супеси и суглинки	Глыбы и щебень с песком или супесью
Удельный вес, $г/см^3$	2,67	2,67	2,67
Объемный вес, $г/см^3$			
общий	1,40—2,30	1,90—2,40	1,88—2,08
скелета	1,90—2,20	1,90—2,20	—
Пористость, %	0,76—2,12	1,58—1,96	1,56—1,86
	1,66—2,00	1,66—1,86	—
	20—71	26—44	30—54
	25—38	31—37	42
Коэффициент пористости	0,21—2,49	0,44—0,69	0,42—1,15
Влажность, %:	—	—	—
естественная	6—36	12—25	3—34
заполнителя	12—18	16—20	3—14
нижнего предела пластичности	31—138	18—59	9—54
верхнего предела пластичности	27—38	23—37	—
Число пластичности	—	21—28	14—33
	—	28—33	18—40
	—	—	—
	—	2—12	2,6—8,1
	—	7,2—9,0	—

Примечание. В графах проставлены следующие значения показателей: $\frac{\text{минимальное—максимальное}}{\text{наиболее часто встречающееся}}$.

рыхлым сложением. Коллювий эффузивных пород обнаруживает свойства, лежащие в более узких пределах колебаний значений, чем коллювий других материнских пород. Это связано с более выдержанным механическим составом коллювия эффузивных пород. Свойства коллювия осадочных пород лежат также в узких пределах, но зависят от степени их метаморфизма. Свойства коллювия интрузивных пород изменяются в широком диапазоне, что связано с их крайне неравномерным, преимущественно грубообломочным составом. По ряду свойств коллювий осадочных и кислых эффузивных пород близок, но отчетливо отличается от коллювия кислых магматических пород. В дополнение к табл. 2 рассмотрим еще ряд свойств рыхлых грунтов, непосредственно определяющих их деформационные качества.

Плотность коллювия характеризует его сложение (нарушенное или ненарушенное), поэтому является важным показателем деформируемости грунтов. Коллювий осадочных пород в мерзлом состоянии имеет весьма плотное и среднетеплотное сложение. Талый суглинистый и супесчаный коллювий эффузивных пород характеризуется плотным и среднетеплотным сложением, дресвяный коллювий — рыхлым сложением. Крупнообломочный и суглинистый коллювий гранитоидов имеет плотное и среднетеплотное сложение, а песчаный и супесчаный — среднетеплотное и рыхлое.

Консистенция коллювия — прямой показатель его деформационных качеств. Щебнистые и дресвяные супеси и суглинки осадочных пород обладают высокой пластичностью (в том числе и тиксотропностью) и в талом состоянии обычно имеют пластичную, реже текучую консистенцию. Супеси и суглинки эффузивов также характеризуются высокими пластическими свойствами ($M_z=7-9$), консистенция их обычно текучая

или пластичная. Глинистый заполнитель дресвяного коллювия эффузивов при достаточном увлажнении также приобретает текучую консистенцию. Супеси и суглинки гранитоидов достигают текучей консистенции лишь при длительном и обильном увлажнении, обычно же они имеют пластичную или твердую консистенцию. Увлажнению коллювия способствует повсеместно появляющаяся летом в оттаивающих грунтах обильная верховодка. Зимой увлажнение коллювия до текучей консистенции имеет локальный характер и связано с выходами на склонах межмерзлотных или подмерзлотных вод.

Прочностные характеристики коллювия свидетельствуют о малой величине его сопротивляемости сдвигу. Угол внутреннего трения для крупнообломочных грунтов составляет $38-43^\circ$, для песка — $30-38^\circ$, для супесей — $17-27^\circ$, для суглинков — $16-19^\circ$. Структурное сцепление у крупнообломочных грунтов и песков, как правило, отсутствует. У супесей оно изменяется в широких пределах от 0,05 до $0,82 \text{ кг/см}^2$; у суглинков — в пределах $0,20-0,94 \text{ кг/см}^2$. Сопротивление сдвигу талых щебнистых супесей с естественной влажностью близко к нулю: у мерзлых грунтов значение его увеличивается от 3,5 до $7,0 \text{ кг/см}^2$ с понижением температуры грунтов от -1 до -5° . Незначительная величина сопротивления сдвигу талых грунтов благоприятствует активному деформированию их под действием собственного веса. Увеличение сопротивления сдвигу в мерзлых грунтах, однако, не препятствует развитию в них деформации типа «ползучести» (Безухов, 1961).

Проявление склоновых процессов связано с воздействием силы тяжести на частицы рыхлого обломочного чехла, расположенного на наклонных поверхностях рельефа — склонах. Общепринято разделение склонов на первичные и вторичные (Спиридонов, 1963, 1970; Воскресенский, 1969, 1971, и др.). Возникновение первичных склонов обусловлено действием различных эндогенных и экзогенных факторов на исходную поверхность литосферы. Все первичные склоны по мере своего возникновения подвергаются преобразованию склоновыми процессами до тех пор, пока уклоны не станут минимальными, а проявление склоновых процессов невозможным.

Среди специфических склоновых процессов большинство исследователей (Шанцер, 1966; Каплина, 1965; Гравис, 1969, и др.) принципиально различают пять элементарных процессов: обрушение, скольжение, течение, сползание и плоскостной смыв — в зависимости от того, непосредственно или опосредствованно воздействует сила тяжести на частицы или блоки рыхлого покрова (в отдельных случаях — на массивы материнских пород) склонов. Каждый процесс характеризуется своеобразным способом перемещения частиц, зависящим от различных, но вполне определенных физических причин — механического состава и консистенции смещающегося грунта. Выявление способа перемещения частиц, или механизма каждого элементарного процесса, основано на анализе однотипных естественных процессов, которые совершаются в определенных климатических условиях и поэтому всегда конкретны, единичны. В каждом элементарном склоновом процессе существует что-то от общего, в то время как самогó общего процесса в чистом виде в природе не существует. Он возможен либо как мысленное обобщение ряда однотипных конкретных природных процессов, либо как некоторое упрощенное подобие — в виде конкретного естественного процесса в оптимальных для данного типа склонового процесса природных условиях. Общее для гомогенной подгруппы склоновых процессов — их механизм — является универсальным, а зональным, в то время как единичные (элементарные) склоновые процессы всегда зональны (Попов, 1951; Воскресенский, 1969). Это вполне правомерно, если выделять весь парагенетический ряд склоновых процессов в самостоятельный фактор денудации, который с необходимостью должен подчиняться закону географической зонально-

сти, равно как и деятельность рек (Шанцер, 1951; Лаврушин, 1963, 1965).

В основу предлагаемой классификации склоновых процессов (и формируемых ими отложений) положен диалектический принцип генетической связи общего и единичного. Общая схема (макет) классификации, названия таксономических единиц и ряд терминов заимствованы у Е. В. Шанцера (1966). Целесообразно также предложение Е. В. Шанцера (1948, 1966), принятое и другими исследователями (Боч, 1957), о том, чтобы весь парагенетический ряд склоновых процессов назвать коллювиальным, а все склоновые отложения — коллювием. Коллювиальный ряд склоновых процессов делится на две группы: гравитационную и делювиальную, причём первая в свою очередь состоит из четырех подгрупп. Подгруппа же может быть представлена одним или несколькими общими (азональными) типами процессов, каждый из которых распадается на несколько подтипов зональных процессов (табл. 3).

Принцип генетической связи общего и единичного, вкупе с другими принципами (Титов, 1971а), применяется и в отношении терминологии склоновых процессов и отложений, наряду с указанием А. П. Павлова (1890) о том, что каждый термин должен быть простым, однословным, легко переводимым на другие языки и, главное, ясно определять генезис интересующего нас образования.

Тип движения рыхлого покрова на склонах часто определяется его консистенцией, которая является функцией механического состава и влажности (табл. 4). Последняя в течение года даже в пределах одного и того же склона испытывает значительные колебания, поэтому вполне закономерны некоторые взаимопереходы внутри группы склоновых процессов. Годовой ход температуры и влажности грунта в каждом конкретном районе определяют амплитуду взаимопереходов склоновых процессов и их годовой ход. Под годовым ходом (режимом) склоновых процессов понимается устойчивая среднегоголетняя смена их друг другом в пределах одного и того же склона по сезонам года в конкретной климатической ситуации. Отклонения от среднегоголетнего годового хода в ту или иную сторону в отдельные годы вполне возможны. Естественные склоны обычно формируются совокупным действием нескольких склоновых процессов, среди которых один или два являются ведущими. Эта совокупность склоновых процессов может быть закономерной или случайной. Если совокупность склоновых процессов в пределах одного склона обусловлена единообразным механическим составом и консистенцией коллювия и образует устойчивое среднегоголетнее сочетание, она называется «парагенетической ассоциацией склоновых процессов». Однако сочетание склоновых процессов в пределах одного склона может происходить не только на основе единообразия механического состава и консистенции: например, смена материнских пород, интенсивный локальный подмыв склона водотоком и т. п. обуславливают случайные (не парагенетические) ассоциации склоновых процессов.

Взаимосвязь внутри группы склоновых процессов, кроме парагенетических ассоциаций, выражается и в том, что некоторые специфические склоновые процессы представляют собой определенные устойчивые парагенетические сочетания нескольких элементарных процессов, взаимосвязь (смена друг другом и скорость протекания) которых регулируется внешней средой (в первую очередь климатом). Такие склоновые процессы мы называем комплексными в отличие от элементарных. Они всегда характеризуются специфическим качеством, которым не обладает ни один из элементарных процессов. Курумовый процесс представляет собой типичный пример комплексного (полигенного) процесса (рис. 1).

Полный набор склоновых процессов рассматриваемой территории составляет ее «спектр склоновых процессов» (Дедков, 1967), который ха-

Генетическая классификация склоновых процессов

Парагенетические		Генетические													
Ряд	Группа	Подгруппа	Тип (азональный)	жарко		умеренно		холодно							
				влажно	сухо	влажно	сухо	влажно	сухо						
А. Равитационная	Обрушение		Обвалы Осыпи Камнепады Лавины Отседание	?		?		?	?						
										Скольжение	Оползни-блоки Оползни-осовы Оползни-оплывы Оползни-потоки	?		?	Оползень скольжения талых пород п мерзлым
Сползание	Десерпция	—	Термоде- серпция	—	Десерпция	Криодесерпция									
							В. Лето- виальная	Плоскостный срыв смыв	Подповерхностный срыв (суффозия)	Поверхностный срыв смыв	—	Поверхностный срыв смыв	Поверхностный срыв смыв	Суффозия	

Примечание. «?» — подтип неизвестен; «—» — процесс в данных условиях не идет.

Характерная консистенция различных типов смещения грунта
(консистенция дана по В. А. Приклонскому, 1955)

Консистенция		Характерные признаки консистенции	Пределы консистенции	Тип смещения грунта
Текучая	Жидко-текучая	Смесь породы с водой растекается тонким слоем	Предел затвердевания тиксотропных систем (ПЗТС)	
	Вязко-текучая (тиксотропная)	Смесь породы с водой растекается толстым слоем		
Пластичная	Липко-пластичная	Смесь породы с водой обладает свойствами пластичной массы и прилипает к посторонним предметам	Верхний предел пластичности (ВПП), или нижний предел текучести (НПТ) Предел липкости (ПЛ)	
	Вязко-пластичная	Смесь породы с водой обладает свойствами пластичной массы, не прилипает к посторонним предметам	Нижний предел пластичности (НПП)	
Твердая	Полутвердая	Смесь теряет свойства пластичной массы и приобретает свойства полутвердого тела	Предел усадки (ПУ)	
	Твердая	Смесь имеет свойства твердого тела		

характеризуется определенной спецификой и активностью моделировки склонов, т. е. интенсивностью склонового сноса.

Являясь обособленной группой, склоновые процессы вместе с тем имеют ряд переходов к смежным экзогенным процессам (рис. 2), а склоновые образования тесно связаны с другими типами континентальных осадков (Чичагов, 1967).

При характеристике склоновых процессов первостепенное значение имеют: 1) описание форм движения; 2) масштабы процесса, его параметры, площадное распространение; 3) необходимые и достаточные условия возникновения и проявления; 4) непосредственные причины возникновения; 5) механизм; 6) создаваемый процессом денудационный и аккумулятивный микрорельеф; 7) строение рыхлой толщи коллювия; 8) годовой ход; 9) приуроченность каждого процесса к тому или иному вертикальному поясу горного рельефа; 10) доля в склоновом морфолиогенезе горных стран.

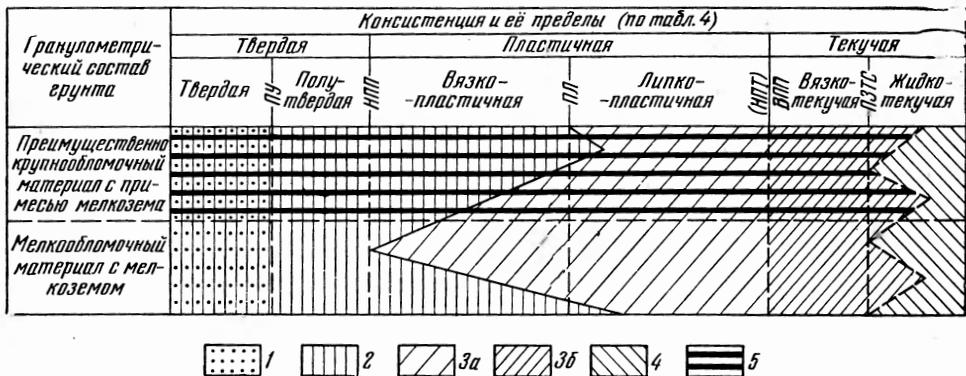


Рис. 1. Принципиальная схема комплексного (курумового) склонового процесса.

1 — обрушение (в случае скального грунта, лёсса и т. п.); 2 — сползание (в случае рыхлого грунта); 3а — медленное течение; 3б — быстрое течение; 4 — грязекаменные потоки (сели); 5 — курумный процесс

На Северо-Востоке СССР выделено и охарактеризовано 15 типов склоновых процессов (табл. 3, 5).

Обваливание приурочено к верхнему поясу (холодных пустынь и гольцов) горной страны Черского и в меньшей степени Колымской горной страны, в котором оно вместе с осыпанием является ведущим склоновым процессом. В нижних поясах названных горных стран обваливание приурочено либо к склонам, активно подмываемым водотоками,

Таблица 5

Распространение и интенсивность склоновых процессов в различных поясах гор Северо-Востока СССР (в баллах)

Процессы	Горные страны								
	Черского			Колымская			Приохотская		
	высоко-горье	средне-горье	низко-горье	высоко-горье	средне-горье	низко-горье	средне-горье	низко-горье	равнины
Обваливание	С-с	Р-н	Р-н	С-с	Р-н	Р-н	Р-н	Р-н	—
Осыпание	Ш-в	С-с	Р-н	Ш-в	С-с	Р-н	Ш-в	Р-н	—
Камнепады	С-с	Р-н	Р-н	С-с	Р-н	Р-н	С-с	Р-н	—
Лавины	С-с	Р-н	Р-н	С-с	Р-н	Р-н	С-с	Р-н	—
Отседание	—	Р-н	С-с	—	Р-н	С-с	С-с	—	—
Оползни-блоки	—	—	—	—	—	—	—	—	Р-н
Оползни-осовы	Р-н	Р-н	Р-н	Р-н	Р-н	Р-н	Р-н	Р-н	—
Оползни-оплывы	—	Р-н	Р-с	—	Р-н	Р-с	—	Р-н	С-с
Оползни-потоки	—	—	Р-н	—	—	Р-н	—	—	С-н
Солифлюкция:									
покровная	Р-н	С-с	Ш-в	Р-н	С-с	Ш-в	Р-н	С-с	С-с
дифференциальная	—	—	С-с	—	—	С-с	Р-н	С-с	С-с
Десерция	С-с	Ш-в	Ш-в	С-с	Ш-в	Ш-в	Ш-в	Ш-в	С-с
Плоскостный смыв	Р-н	С-с	Ш-в	Р-н	С-с	Ш-в	С-с	С-с	Ш-в
Курумы	Ш-в	С-с	—	Ш-в	С-с	—	Р-н	—	—
«Волнистые» склоны	—	—	—	—	Р-н	—	С-с	Р-н	—
Щебневые покровы	—	—	—	—	Р-н	Р-н	Ш-в	С-с	—
«Каменные глетчеры»	—	—	—	—	—	—	С-с	Р-н	—

Распространение: Р — редкое; С — среднее; Ш — широкое. Интенсивность: н — низкая; с — средняя; в — высокая.

либо к молодым неотектоническим разрывным нарушениям, выраженным в рельефе в виде отвесных и очень крутых (более 35°) склонов. В Приохотской горной стране обваливание наблюдается почти повсеместно на побережье Охотского моря. Развивается процесс в самых разнообразных материнских породах, но чаще в областях распространения

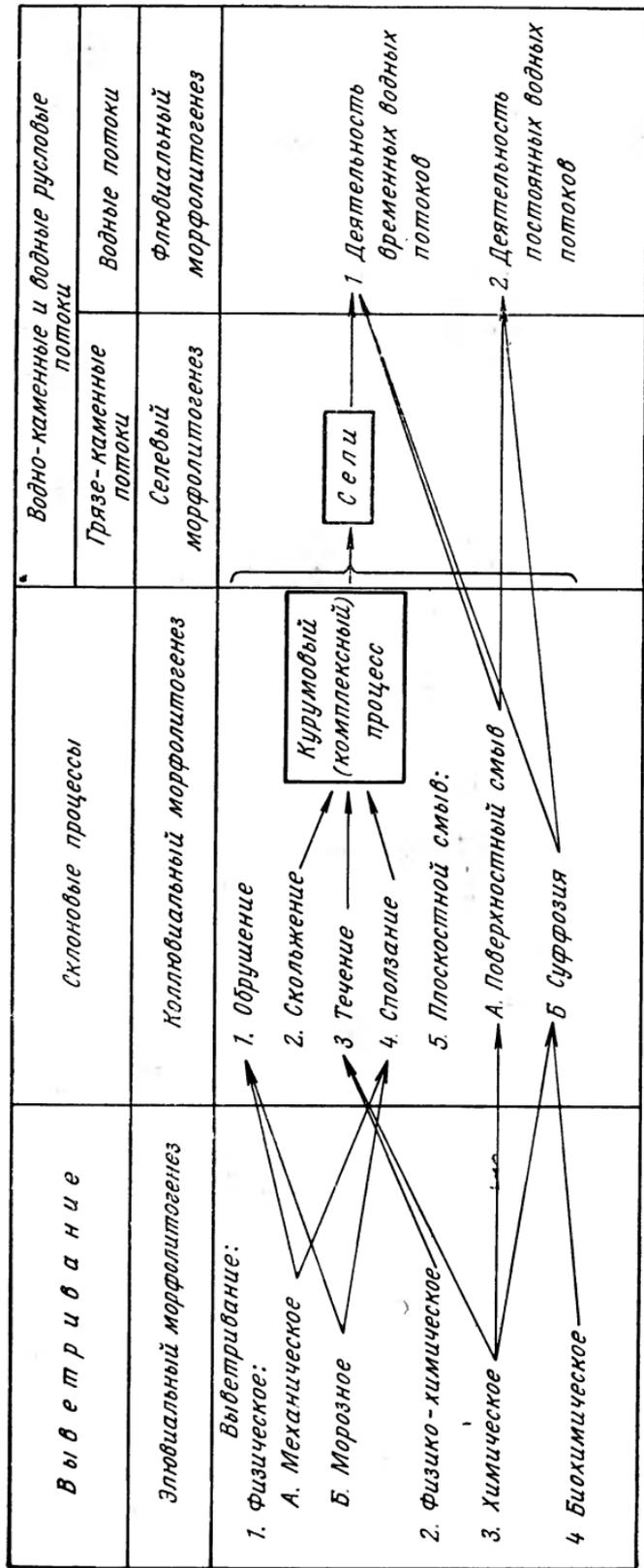


Рис. 2. Связи склоновых процессов с другими экзогенными процессами

высокопрочных пород (гранитоидов, метаморфизованных сланцев, кварцитов и т. п.). Масштабы процесса обычно малы, преобладают одиночные отрывы (десятки m^3), одиночные глыбы (сотни m^3) и малые обвалы (тысячи m^3), хотя некоторые исследователи (Избеков, 1967) отмечают сейсмообвалы, отвечающие по размерам грандиозным (4 млн. m^3).

Осыпание в горах Северо-Востока СССР проявляется довольно активно и широко, обычно в парагенетической ассоциации с обваливанием. Оно так же, как и обваливание, тяготеет к верхнему поясу высокогорий горных стран Черского и Колымской. В нижнем же поясе этих стран осыпание проявляется лишь на склонах, подмываемых водотоками. В Прихотской горной стране осыпание — один из ведущих склоновых процессов во всех поясах гор. Преобладающими формами осыпания являются «шелушение» всего склона или значительного его участка, а также интегральный процесс микрообваливания со скальных стенок или денудационных останцов.

Камнепады представляют собой линейную разновидность обвалов, имеют общие с ними причины и условия возникновения, формы движения и области распространения. Развита камнепады в верхнем ярусе горных стран Черского и Колымской и в среднем ярусе Прихотской горной страны, обычно в сочетании с лавинами.

Лавины в пределах рассматриваемых горных стран отмечались геологами и дорожниками во многих районах (Клюкин, 1962а, б; Ракита, Павлов, 1963; Ракита, 1967). Климатические условия и орография Северо-Востока СССР благоприятны для образования лавин. Наиболее часто они сходят в верхнем и среднем ярусах Прихотской и Колымской горных стран. Вероятно, лавины сходят и в других районах (очень благоприятны для развития лавин высокие крутосклонные хребты нагорья Черского), но в связи со слабой заселенностью территории подобные случаи неизвестны.

Отседание (скальвание) склонов отмечается лишь немногими исследователями (Пармузин, 1967). Захватывает этот процесс обычно верхние и средние части склонов, но нередко и весь склон. Морфологическими признаками отседания являются «рвы отседания» и «блоки отседания», чешуей покрывающие склоны долин на значительном их протяжении. Процесс обычно проявляется в нижнем и среднем ярусах Колымской горной страны. В последнее время он отмечен и в среднем ярусе Прихотской горной страны (Титов, 1971в).

Оползни в пределах рассматриваемых горных стран отмечаются редко, хотя по геологическому строению и орографии территория весьма близка к районам активного развития оползней (Кавказское побережье Черного моря, Южный берег Крыма, Советские Карпаты). Северо-Восток СССР отличается от этих районов только мерзлотно-гидрогеологическими условиями. Вечная мерзлота придает явлениям оползания особый характер, заключающийся в том, что поверхностью скольжения обычно является кровля вечномерзлых пород, а толщина оползающей массы пород ограничивается мощностью деятельного слоя. Отмечены оползни на коренных склонах, опирающихся на русла рек, и на уступах речных террас Колымской горной страны, а также на побережье Охотского моря. Оползни обычно единичны и имеют малые размеры.

Течение грунтов (солифлюкция) — один из ведущих процессов коллювиального морфолитогенеза на территории Северо-Востока СССР. Наиболее часто солифлюкция проявляется в виде криосолифлюкции, реже дефлюкции (в приморских районах, где маломощная мерзлота грунтов имеет островной характер). Отмечена избирательная приуроченность солифлюкции к определенным комплексам коренных пород: она обычна для территорий, сложенных песчано-глинистыми сланцами и основными магматическими породами, изредка встречаясь на территориях, сложенных гранитоидами и кислыми эффузивами. Обычно соли-

флюкция проявляется совместно с десерпцией или с делювиальным процессом. Солифлюкция в пределах рассматриваемых горных стран имеет две основные формы проявления — покровную и дифференциальную (Савельев, 1964).

Покровная солифлюкция (течение грунтов пластичной консистенции) развивается на увлажненных сглаженных склонах, сложенных глинистыми грунтами (суглинками или супесями со щебнем). Она проявляется чаще всего на более прогреваемых южных и западных склонах и имеет площадной характер. Поэтому в солифлюкционной моделировке склонов рассматриваемой территории покровной солифлюкции принадлежит ведущая роль, несмотря на относительно малые скорости ее (0—40 мм/год). Конечный результат проявления покровной солифлюкции — формирование мощных (20—30 м и более) подсклоновых шлейфов.

Дифференциальная солифлюкция (течение грунтов текучей консистенции) имеет локальный характер, обусловленный неравномерным увлажнением грунтов. Названная форма солифлюкции проявляется в двух видах — медленном и быстром. Медленная дифференциальная солифлюкция характерна для грунтов с вязкотекучей консистенцией и проявляется в формировании разнообразных солифлюкционных потоков. Быстрая дифференциальная солифлюкция характерна для грунтов с жидкотекучей консистенцией. Проявляется она в форме быстрых, а иногда и катастрофических сплывов с образованием борозд, рытвин, деллей в пределах денудационных частей склонов и нагромождением солифлюкционного коллювия в виде конусов у устьев названных отрицательных микроформ. Как правило, дифференциальная солифлюкция сочетается с покровной.

Особую форму солифлюкции представляет течение талых переувлажненных аллювиальных грунтов, слагающих поймы речных долин. Эта форма солифлюкции, известная как «маревая» (Симонов, 1964), приурочена к подрусловым таликовым зонам, имеет покровный характер и очень малые скорости.

Сползание грунтов (десерпция) — наиболее широко распространенный процесс на склонах низких и средневысотных хребтов Колымской и Приохотской горных стран. Однако исследователи Северо-Востока СССР до сих пор не включают его в спектр склоновых процессов данной территории, несмотря на то, что характер и закономерности гидротермических движений изучены здесь достаточно полно (Русанов, 1961). Наиболее общепринятыми разновидностями сползания являются термогенная, гидрогенная и криогенная (в том числе и стебельковая) десерпция (Каплина, 1965; Гравис, 1969). Все они активно проявляются на Северо-Востоке СССР, но наибольшие скорости процесса обусловлены криогенной (особенно стебельковой) десерпцией — до 100 мм/год.

Плоскостной смыв (делювиальный процесс) наиболее активно проявляется на обнаженных южных склонах, сложенных с поверхности мелкоземистыми грунтами, преимущественно в средней и нижней их части. Вместе с осыпанием, солифлюкцией и десерпцией плоскостной смыв составляет наиболее активную часть спектра склоновых процессов рассматриваемой территории. Для последней в целом характерно преобладание подповерхностного смыва (механической и химической суффозии), поскольку содержание растворенных компонентов (по данным химических анализов грунтовой воды) в грунтовой воде рыхлых склоновых образований в 7—10 раз выше, чем в воде ручьев и рек. Преобладающему развитию суффозии способствует грубообломочный состав коллювия, облегчающий инфильтрацию дождевых и талых снеговых вод в рыхлую толщу, и практически водоупорная кровля вечномерзлых пород.

Курумный процесс описан многими исследователями Северо-Востока СССР. В пределах рассматриваемой территории курумы встречаются как в континентальных районах, так и в приморских, но всегда в пре-

делах распространения высокопрочных пород. Морфология курумовых склонов и строение курумового коллювия довольно обычны и потому широко известны, а физико-механические свойства курумового коллювия приведены в табл. 2. Характерны прогрессивное измельчение обломочного материала в глубь рыхлой толщи до супесей, увеличение мощности коллювия вниз по склону, наличие мерзлоты грунтов и самые разнообразные консистенции (от твердой до текучей). Морфологические признаки свидетельствуют о высокой подвижности курумов не только в направлении вниз по склону, но и в вертикальном разрезе.

Движение курума в верхней части происходит путем смещения отдельных глыб в результате температурных изменений их размеров, а также расширения воды в промежутках между глыбами при ее замерзании (десерпционное движение курума). Пластичность глинистого заполнителя в низах толщи курума дает возможность смещаться вниз по склону и всей толще курума в целом (солифлюкционное движение курума). При наличии вечной мерзлоты оказывается возможным скольжение глыб курума по кровле льдонасыщенных мерзлых грунтов в виде микрооползней (деляпсивное смещение курума). Вертикальные перемещения обломочного материала в теле курума в результате криотурбаций проявляются достаточно активно, о чем свидетельствуют почти полное отсутствие растительного покрова на курумах, отсутствие мелкоземистого заполнителя в верхней части толщи курума, крайне неустойчивое залегание глыб на его поверхности, перевернутые глыбы, разорванные вдоль волокон или наклоненные в разные стороны стволы лиственниц и т. п. Изложенное позволяет считать процесс смещения курумов комплексным, полигенным процессом, включающим несколько элементарных склоновых (десерпция, солифлюкция, деляпсия) и мерзлотных (криотурбация) процессов. Специфическое качество курумового процесса, которым не обладает ни один из составляющих его элементарных процессов, заключается во временном преобладании сил пучения над силами гравитации.

При полевых исследованиях не было замечено приуроченности курумов к склонам определенной экспозиции. Некоторое влияние на распространение курумов оказывает крутизна склонов: курумы активно развиваются на склонах средней (20—30°) крутизны и пологих (10—20°). На еще более пологих склонах происходит разрушение глыб и постепенное отмирание курума.

«Волнистые» склоны типичны для среднегорий Приохотья, сложенных кислыми эффузивами, и не встречаются в других районах. По морфологии подобны эоловому грядовому рельефу, однако обломки, слагающие эти микроформы с поверхности, крупные (10—20 см и более) и весьма крупные (до 1 м), что сразу отвергает их эоловый генезис. Автор (Титов, 1971б) генезис «волнистых» склонов определен предварительно как комплексный: морозно-мерзлотно-десерпционный на фоне постоянно развивающейся «ползучести», по Билибину, 1938.

«Щебнепокровные» склоны также весьма характерны для среднегорий Приохотья. Щебневые покровы склонов почти лишены кустарниковой и древесной растительности, имеют рыхлое и весьма рыхлое сложение и разнообразную мощность (от 0,5 до 3—5 м). Генезис подобных склонов определен как комплексный: морозно-мерзлотный, десерпционный, микродвиговый (отседание склонов) и, возможно, курумовый.

«Каменные глетчеры» описаны в Приохотской горной стране на абсолютных высотах порядка 1000—1300 м. Глыбы и щебень, слагающие их, обычно включены в лед (летнее протаивание не превышает 1 м). Все изученные «каменные глетчеры» активно движутся. Поверхность их обычно выпуклая, подобно поверхности ледников несет на себе поперечные валы. Край каменного потока нередко смяты в складки, а на переднем конце (на «языке») наблюдаются валы, напоминающие конечные морены. Начинаются «каменные глетчеры» обычно в водосборных воронках и спуска-

ются оттуда в долины водотоков. Во всех отмеченных случаях «каменные глетчеры» не были связаны с ледниковыми карами, современная же снеговая линия проходит на высоте 2100—2300 м, т. е. между ними нет связи. Отсюда вывод о том, что «каменные глетчеры» могут быть образованиями современными, а не реликтовыми. Решающая роль в образовании и последующем смещении «каменных глетчеров» отводится вечной мерзлоте и суровому климату, а сам процесс смещения их рассматривается как комплексный, подобный курумовому.

Обзор распространения различных типов склонов горных стран Черского, Колымской и Приохотской и разбор склоновых процессов позволяют качественно оценить распространение и интенсивность склоновых процессов в различных поясах рассматриваемых горных стран (табл. 5) и сделать некоторые выводы.

1. Современный спектр склоновых процессов характеризуется преобладанием криогенных разновидностей медленно протекающих процессов: солифлюкции, десерпции, плоскостного сыва, курумов, щебневых потоков и покровов. Криогенную специфику современного спектра склоновых процессов определяют суровый резко континентальный климат с отрицательной среднегодовой температурой воздуха, распространение на большей части исследованной территории сплошной вечной мерзлоты, короткий период (3—4 месяца) существования талых грунтов. Невысокий темп преобразования склонов обусловлен малыми абс. высотами гор и превышениями вершин гор над днищами долин, преобладанием в современном спектре площадных склоновых процессов массового характера со скоростями 10—40 мм/год, коротким периодом активного проявления склоновых процессов, малой глубиной протаивания грунтов (Титов, 1970, 1971в).

2. Каждому поясу гор характерен свой спектр склоновых процессов. Для верхнего пояса (снежников и холодных пустынь) свойственно широкое распространение процессов обрушения (обвалы, осыпи, камнепады и лавины), курумов и оползней-осовов. Для среднего пояса (горных тундр и кустарников) характерно широкое развитие массовых (площадных) процессов: щебневых покровов и потоков, десерпции, медленной солифлюкции, плоскостного сыва, реже быстрой солифлюкции и курумов. Для нижнего пояса гор (горных редколесий) типично широкое распространение массовых процессов: медленной солифлюкции, плоскостного сыва, десерпции, оползней-потоков, оползней-оплывов.

3. Наблюдается приуроченность определенных склоновых процессов (и склонов) к определенным комплексам материнских пород. На склонах гор, сложенных кислыми магматическими породами, преобладают процессы обрушения (в верхнем поясе), курумы и десерпция (в нижнем поясе). На склонах гор, сложенных эффузивными породами, наиболее широко проявляются осыпание, лавины, десерпция, щебневые покровы и потоки, «каменные глетчеры», процессы, создающие «волнистые» склоны, редко — плоскостной сыв и солифлюкция. На склонах гор, сложенных осадочными породами верхоянского комплекса, активно протекают процессы отседания, солифлюкции, десерпции, менее активно — оползни-оплывы и оползни-потоки. В пределах приморских равнин, сложенных неоген-четвертичными рыхлыми образованиями, преобладают плоскостной сыв, десерпция, солифлюкция; с меньшей интенсивностью протекают оползневые процессы: оползни-блоки, оползни-оплывы и оползни-потоки.

4. В полном соответствии с пунктами 2 и 3 отмечается своеобразие склоновых спектров каждой из рассматриваемых горных стран. Для горной страны Черского характерно широкое развитие процессов подгруппы сыва, осовов и курумов; не встречаются или крайне слабо развиты процессы отседания, оползневые, щебневые покровы и потоки. Для Колымской горной страны характерно проявление процессов подгруппы

обрушения, скольжения и течения, сползания и плоскостного сдвига, курумов, реже — щебневые покровы и потоки, «волнистые» склоны; отсутствуют оползни-блоки и «каменные глетчеры», редки оползни-потоки. В Приохотской горной стране более широко распространены оползневые процессы (только здесь отмечались оползни-блоки), щебневые покровы и потоки, «волнистые» склоны, «каменные глетчеры», менее широко распространены процессы подгруппы обрушения, редки курумы.

ЛИТЕРАТУРА

- Безухов Н. И.* Основы теории упругости, пластичности и ползучести. М., «Высшая школа», 1961.
- Билибин Ю. А.* Основы геологии россыпей. М.—Л., ГОНТИ, 1938.
- Боч С. Г.* Гравитационные отложения и связанные с ними формы рельефа. В кн. «Краткое полевое руководство по комплексной геологической съемке четвертичных отложений». М., Изд-во АН СССР, 1957.
- Воскресенский С. С.* Геоморфология СССР. М., «Высшая школа», 1968.
- Воскресенский С. С.* Склоны, их формирование и строение. «Вестник МГУ. География», № 3, 1969.
- Воскресенский С. С.* Динамическая геоморфология. Формирование склонов. М., Изд-во МГУ, 1971.
- Гравис Г. Ф.* Склоновые отложения Якутии. М., «Наука», 1969.
- Дедков А. П.* Проблемы происхождения и развития рельефа Казанско-Куйбышевского Приволжья. Автореф. докт. дис. М., 1967.
- Избеков Э. Д.* Об одном гравитационном типе рыхлых отложений хребта Черского. «Колыма», № 6, 1967.
- Каплина Т. Н.* Криогенные склоновые процессы. М., «Наука», 1965.
- Клюкин Н. К.* О снежных лавинах на Северо-Востоке СССР. «Изв. АН СССР. Сер. геогр.», № 1, 1962а.
- Клюкин Н. К.* Снежные лавины на Северо-Востоке СССР. «Краеведческие записки», вып. 4. Магадан, 1962б.
- Лаврушин Ю. А.* Аллювий равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных областей материковых оледенений. «Тр. ГИН АН СССР», вып. 87. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Лаврушин Ю. А.* Основные черты строения современного аллювия равнинных рек степной зоны. В сб. «Генезис и литология континентальных антропогенных отложений», М., «Наука», 1965.
- Павлов А. П.* Делювий как генетический тип послетретичных отложений. «Вестник естествознания», Изд. СПб. об-ва естествоиспытателей, № 8, 1890.
- Пармузин Ю. П.* Северо-Восток и Камчатка. (Очерк природы). М., «Мысль», 1967.
- Попов И. В.* Движение пород со склонов. В кн. «Инженерная геология». М., Гостеол-издат, 1951.
- Приклонский В. А.* Грунтоведение. Т. 1. М., Гостеолтехиздат, 1955.
- Ракица С. А.* Особенности формирования лавин на Северо-Востоке Азии. «Тр. СВКНИИ», вып. 30. Геологические и географические науки. Магадан, 1967.
- Ракица С. А., Павлов Г. Ф.* Оценка снеготаносимости на Северо-Востоке СССР. «Тр. СВКНИИ», вып. 2. Магадан, 1963.
- Русанов Б. С.* Гидротермические движения земной поверхности. М., Изд-во СО АН СССР, 1961.
- Савельев В. С.* Солифлюкция. В сб. «Вечная мерзлота Чукотки». «Тр. СВКНИИ», вып. 10, Магадан, 1964.
- Симонов Ю. Г.* Долинные мари — региональный тип долин Забайкалья и Дальнего Востока. «Зап. Забайкальск. отд. Всес. Геогр. об-ва СССР», вып. 24, 1964.
- Спиридонов А. И.* Основы общей методики полевых геоморфологических исследований. Ч. 2, вып. 1. Изд-во МГУ (ротапринт), 1963.
- Спиридонов А. И.* Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. М., «Высшая школа», 1970.
- Тайбашев В. Н.* Некоторые физико-механические свойства мерзлых щебнистых сулгинков. «Тр. ВНИИ-1». Мерзлотоведение, т. XXII, Магадан, 1963.
- Тайбашев В. Н.* Некоторые новые прочностные и тепловые характеристики многолетнемерзлых щебнистых и галечных грунтов. «Тр. ВНИИ-1». Мерзлотоведение, т. XXIV, Магадан, 1965.
- Титов Э. Э.* Скорости перемещения обломочного материала на склонах гор Северо-Востока СССР. «Вестник МГУ. География», № 4, 1970.
- Титов Э. Э.* Основные принципы терминологии в геоморфологии (на примере склоновой терминологии). «Теоретические и прикладные вопросы географии». Тезисы докладов. Изд-во МГУ, 1971а.
- Титов Э. Э.* Морфология и генезис «волнистых» склонов горных стран Колымской и Приохотской (Северо-Восток СССР). «Геоморфология», № 4, 1971б.

Титов Э. Э. Строение и развитие склонов гор Северо-Востока СССР (горные страны Черского, Колымская и Приохотская). Автореф. канд. дис. М., 1971в.

Чичагов В. П. Склоновые отложения — самостоятельный тип континентальных образований. «Вопросы геологии Прибайкалья и Забайкалья», вып. 2 (4), Чита, 1967.

Шанцер Е. В. К учению о фациях континентальных осадочных образований. «Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода», № 13, 1948.

Шанцер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. «Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. Серия геол.», вып. 153, № 55, 1951.

Шанцер Е. В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. М., «Наука», 1966.

Эльянов М. Д. Основные черты геоморфологии Колымо-Индибирской золотоносной области. «Матер. по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР», вып. 15, Магадан, 1961.

Северо-Восточный комплексно-исследовательский институт ДВНЦ АН СССР

Поступила в редакцию
16.IX.1974

MAIN FEATURES OF THE RECENT COLLUVIAL MORPHOLITHOGENESIS AT MOUNTAINS OF THE NORTH-EAST OF THE USSR

E. E. TITOV

Summary

Colluvial (slope) morpholithogenesis at the North—East of the USSR includes broad variety of slope processes (about 20). According to the altitudinal zonality they form a special spectrum at each mountain belt. Slope processes are proved to depend on parent rocks composition. Special features are noted at each of mountain country under discussion (Chersky Range, Kolyma, Priokhotye). A genetic classification of slope processes is introduced, which is based on differences in their mechanisms, the latter depending on composition, physical properties and consistency of loose slope (colluvial) deposits.
