

Rütimeyer L. Über Thal- und See-Bildung. Basel, 1874.

Veyret P. L'épaulement de la vallée glaciaire. A partir de la vallée de Chamonix, une nouvelle conception du problème. «Revue de Géographie Alpine», t. 56, F. 1, 1968.

ВСЕГЕИ

Поступила в редакцию  
16.III.1976

---

## ON «ENCASED» TROUGHS

V. V. ZAMORUEV

### Summary

H. Hess's hypothesis of «encased» troughs was criticized at the beginning of this century and wasn't confirmed afterwards by a detailed research. Now it is of interest only from the historical point of view. Paleogeographical ideas based on «encased» troughs are to be discarded or ascertained by other evidence.

---

УДК 551.4.042

А. А. КЛЮКИН, Е. А. ТОЛСТЫХ

## ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ДЕНУДАЦИИ СКЛОНОВ ГОР

Более 50 лет назад появилась замечательная работа В. Пенка «Морфологический анализ» (русское издание, 1961 г.), в которой разработаны основы учения о склонах. Значительное место в ней уделено процессам выветривания, коре выветривания и ее развитию на естественных склонах при наличии процессов сноса. Многие идеи, высказанные автором по этим вопросам, до сих пор ценны, интересны, актуальны, заставляют читателя вновь и вновь обращаться к ним с разных сторон и при помощи различных методов исследования. В предлагаемой работе предпринята попытка практического приложения учения Пенка к выделению видов денудационных склонов по полноте профиля коры выветривания и рассмотрены некоторые методические приемы изучения скорости современной денудации. При этом полнота профиля коры выветривания рассматривается как индикатор интенсивности современного сноса. Для данной литологической разности горных пород виды склонов устанавливаются в пределах одного высотного ландшафтного пояса, характеризующегося близкими климатическими условиями.

**Неустановившаяся и установившаяся кора выветривания.** С момента появления невыветрелой горной породы на поверхности склона на нее действуют агенты выветривания, вследствие чего формируется кора выветривания. В целом скорость выветривания уменьшается с глубиной, за исключением аномальных случаев, связанных с различием в литологии пород, трещиноватостью и т. д. На денудационных склонах происходит снос материала. Поэтому кора выветривания формируется в результате наложения процессов выветривания и сноса.

По нашему мнению, кору выветривания целесообразно подразделить на установившуюся и неустановившуюся. Под установившейся понимается кора выветривания, для которой характерно динамическое равно-

весею между выветриванием и сносом, выражающееся в равенстве скоростей этих процессов. Этот случай может быть описан уравнением линейной функции и обычно имеет место в естественных условиях на денудационных склонах:

$$h_b = h_g = V_1 \cdot t, \quad (1)$$

где  $h_b$  — мощность выветрелого слоя;  $h_g$  — мощность снесенного слоя;  $V_1$  — линейная скорость выветривания;  $t$  — время. В установившейся коре выветривания, исходя из уравнения (1), по скорости сноса можно судить о скорости выветривания горных пород. Для этой цели разработан комплекс методов (Клюкин, Толстых, 1968, 1973, 1974).

Неустановившаяся кора выветривания в общем виде характеризуется неравенством скоростей выветривания и сноса. Вследствие этого происходит увеличение или уменьшение ее мощности. Для частного случая неустановившейся коры выветривания (при отсутствии сноса) в практике инженерно-геологических исследований уже давно применяется методика изучения скорости выветривания горных пород в искусственных выемках по смещению в глубину склона подошвы коры выветривания или любой ее зоны (Коломенский, 1952; Воронкевич, 1963; Матвеев, 1972; Ярг, 1974; Вопросы инженерно-геологического изучения, 1971, и др.). Ю. Д. Матвеев (1972) установил, что указанный процесс описывается степенной функцией вида

$$h_b = a\sqrt{t}, \quad (2)$$

где  $h_b$  — мощность сформировавшейся коры выветривания;  $a$  — эмпирический коэффициент, равный мощности коры выветривания, сформировавшейся за 1 год;  $t$  — время формирования данной коры выветривания в годах. Экспериментальные данные показывают, что на затухающей части кривой скорость выветривания меньше теоретической, в связи с чем предлагается с определенного интервала степенную зависимость заменять на экспоненциальную. Причина этого явления не объясняется.

С нашей точки зрения, главную роль играет влияние сноса на процесс формирования коры выветривания: с определенного момента скорость сноса становится соизмеримой скорости выветривания, что приводит к уменьшению роста мощности последней по сравнению со степенной зависимостью. А в дальнейшем рост коры выветривания должен прекратиться с момента выравнивания скоростей взаимодействующих процессов — выветривания и сноса. Именно это явление характерно для денудационных склонов, где ограничена мощность коры выветривания, которая определяется при прочих идентичных условиях не возрастом склонов, а скоростью сноса выветрелого материала.

**Принципы выделения видов денудационных склонов.** Возможность подразделения денудационных склонов на различные виды вытекает из следующих положений.

1. Кора выветривания — неизбежный спутник любой коренной горной породы, выходящей на дневную поверхность. Это значит, что на земной поверхности практически не бывает невыветрелых пород, а существует тот или иной разрез коры выветривания, обусловленный соотношением скоростей выветривания и сноса.

2. Кора выветривания на каждом участке склона является установившейся вследствие динамического равновесия между выветриванием и сносом. Даже при небольшой скорости сноса из-за наложения его на процесс выветривания, распространяющийся вглубь с прогрессирующим замедлением, в относительно короткое время между ними будет достиг-

нута равновесие, проявляющееся в формировании постоянной по строению и мощности коры выветривания как естественной принадлежности коренной породы и денудационного склона определенного вида.

3. Вид денудационного склона качественно отражает интенсивность современной денудации. При высокой скорости сноса выветрелого материала, а местами при незначительной его величине, но низкой скорости выветривания горных пород, на их поверхности не успевают сформироваться одна, две или даже три зоны из четырехчленного, по Н. В. Коломенскому (1952), полного профиля коры выветривания. Такие качественно отличные разрезы коры выветривания — принадлежность денудационных склонов того или иного вида; они позволяют судить об интенсивности денудации и составе продуктов сноса (Клюкин, Толстых, 1974).

На денудационном склоне формируются коры выветривания, установившиеся в результате динамического равновесия выветривания и сноса. Следовательно, по виду денудационного склона можно качественно оценить скорости сноса и выветривания, которые, несмотря на свою противоположность, равны и измеряются одними единицами (Клюкин, Толстых, 1968, 1973).

4. Индикатором вида денудационного склона служит его поверхность. Данное положение означает, что по поверхности склона, а точнее по поверхностной зоне коры выветривания можно судить о его строении на всю глубину затронутой выветриванием толщи пород.

В. Пенк (1961) отметил возрастание скорости сноса материала с увеличением крутизны склона и, как следствие этого, выход на поверхность более глубоких слоев коры выветривания. Реально денудационным склонам с определенным интервалом крутизны соответствуют определенные разрезы коры выветривания. Следовательно, крутизна, которая может быть статистически установлена в поле, измерена по топокарте или аэрофотоснимку, также является индикатором вида денудационного склона <sup>1</sup>.

От скорости денудации и строения разреза коры выветривания в значительной степени зависят состав и проективное покрытие склонов травянистой растительностью. Эти показатели также служат индикатором видов денудационных склонов, что в комплексе с ранее отмеченными индикаторами позволяет визуально или по аэрофотоснимкам картировать их с высокой точностью и применять для количественной оценки скорости современной денудации склона каждого вида определенные методы исследования.

**Виды денудационных склонов флишевого низкогорья Крыма.** Методика выявления видов денудационных склонов была применена в юго-восточном Крыму — районе развития мезозойского сложнодислоцированного терригенного флиша, в разрезе которого ритмично переслаиваются аргиллиты, алевролиты и песчаники. Наибольшей скоростью выветривания обладают аргиллиты, а наименьшей песчаники, хотя в переслаивающейся толще более стойких и более податливых пород эта разница в скорости выветривания обычно не реализуется. При семиаридных климатических условиях современная моделировка сложнорасчлененного эрозионно-денудационного низкогорного рельефа осуществляется преимущественно плоскостной и линейной эрозией, селевыми потоками и гравитационным сносом.

В пределах флишевого низкогорья выделяются четыре вида денудационных склонов, отличающихся друг от друга в первую очередь полной разреза коры выветривания <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Здесь и ниже — при идентичности геологических, климатических и других условий и только в пределах денудационных склонов.

<sup>2</sup> Аккумулятивные склоны, кора выветривания которых погребена и законсервирована под аккумулятивными формами рельефа (конусами выноса, аллювиальными террасами, делювиальными шлейфами и т. д.), в данной работе не рассматриваются.

Склоны 1-го вида — преимущественно поверхности четвертичных эрозионно-денудационных террас и пологих склонов, особенно характерные для приводораздельных участков междолинных хребтов. Здесь проявляется лишь очень слабый плоскостный срыв. Разрез коры выветривания, наиболее полный, включает все зоны и с поверхности представлен почвенным покровом и дресвяным суглинком зоны тонкого дробления. Мощ-

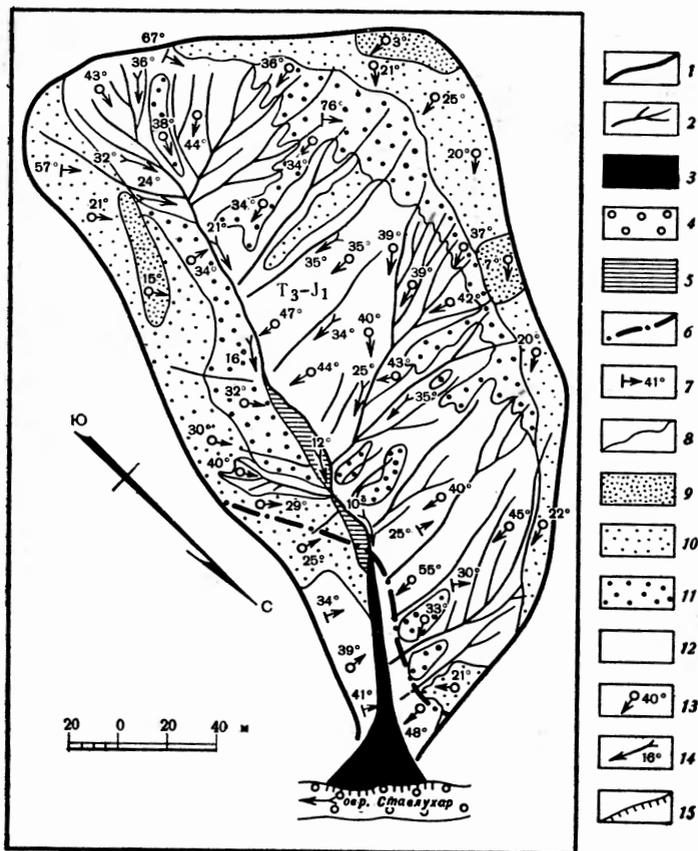


Рис. 1. Геоморфологическая карта «Черного оврага»

1 — линия водораздела, 2 — тальвеги оврагов и промоин; 3 — современный селевой конус выноса; 4 — пойма; 5 — современный делювиальный шлейф; 6 — контакт дачек песчаникового (ниже) и аргилито-алевролитового флиша таврической серии — граница структурного склона (восток) и эрозионно-денудационного с отпариваемыми «головами» песчаников (запад); 7 — условия залегания горных пород; 8 — границы денудационных склонов разного вида; 9 — пологие склоны и плоские денудационные поверхности средне- и позднечетвертичные (денудационные склоны 1-го вида); 10 — склоны позднечетвертичные и современные, подверженные слабой денудации (денудационные склоны 2-го вида); 11 — склоны современные, подверженные денудации средней интенсивности (денудационные склоны 3-го вида); 12 — склоны современные, подверженные сильной денудации (склоны 4-го вида); 13 — крутизна склонов; 14 — углы падения тальвегов; 15 — эрозионные уступы, выработанные в рыхлых четвертичных отложениях

ность площадной коры 13—15 м. Ко 2-му виду денудационных склонов относятся сравнительно крутые склоны долин и оврагов, поверхность которых сложена нижним маломощным горизонтом зоны тонкого дробления в виде дресвы с суглинистым заполнителем. Процессы сноса проявляются в форме слабо развитых плоскостного срыва и линейной эрозии.

Склоны 3-го вида — это преимущественно крутые склоны оврагов. Для них характерно наличие на поверхности маломощного рыхлого делювиального чехла, под которым сразу же лежит верхний горизонт мелкообломочной зоны коры выветривания, представленный дресвяным щебнем. Денудация проявляется отчетливо в форме сильного плоскост-

ного смыва и линейной эрозии. К денудационным склонам 4-го вида относятся очень крутые и обрывистые борта оврагов и долин. Здесь развит минимальный по мощности и полноте разрез коры выветривания, поверхность которого представлена маломощным нижним горизонтом мелкообломочной или верхним горизонтом глыбовой зон. Денудация осуществляется преимущественно в форме гравитационного сноса и отличается высокой скоростью.

Флишевая толща, слагающая денудационные склоны, местами расчленена древними разрывными нарушениями, по которым локально развита линейная кора выветривания, проникающая на глубину нескольких десятков метров и осложняющая строение площадной коры.

Картирование различий в строении площадной коры выветривания мезозойского флиша в селевом бассейне «Черный овраг» (бассейн р. Ускут) позволило выделить с высокой точностью виды денудационных склонов (рис. 1).

Плотность растительного, главным образом травянистого, покрова является индикатором интенсивности сноса материала со склона. Чем менее развита кора выветривания и больше снос на склоне, тем меньше времени остается для формирования почвы на продуктах выветривания и, следовательно, тем ниже плотность травянистого покрова. Наоборот, чем меньше плотность травянистого покрова, тем больше скорость сноса. Проективное покрытие склонов от первого до четвертого видов составило: 70—100; 30—50; 0—10; 0,0%. Таким образом, плотность травянистого покрова позволяет судить о скорости денудации и виде денудационных склонов.

На различия состава растительности на склонах, сложенных породами разных стадий выветрелости, указывают С. В. Виктор (1966) и М. Т. Илюшина (1970). Эти различия хорошо дешифрируются на аэрофотоснимках и отражают, по нашему мнению, не стадии выветрелости пород, а скорость сноса материала, и могут быть также использованы для индикации видов денудационных склонов.

Одни исследователи (Заславский, 1972, и др.) для оценки морфометрических показателей при изучении современных склоновых процессов используют самые разнообразные, обычно случайно выбранные градации углов наклона с диапазонами: 1—2; 5; 5—10; 10° и более. Другие (Бабанов, Трофимов, 1971, и др.) пытаются установить путем статистических замеров крутизны различных форм денудационного и аккумулятивного рельефа характерные, предельные и критические ее значения, позволяющие оценить различные типы рельефа.

Широко распространенная гипотеза статистического определения примечательных углов наклона склонов для тех или иных форм рельефа, по нашему мнению, не имеет достаточно обоснованного физического смысла. Известно, что количественные характеристики целесообразно применять для оценки качественно выделенных элементов. В данном случае таким качественно выделенным элементом рельефа следует считать вид денудационного склона, которому соответствует определенный разрез коры выветривания. В соответствии с этой гипотезой проводились измерения крутизны денудационных склонов каждого вида (рис. 2). В результате статистической обработки измерений были определены

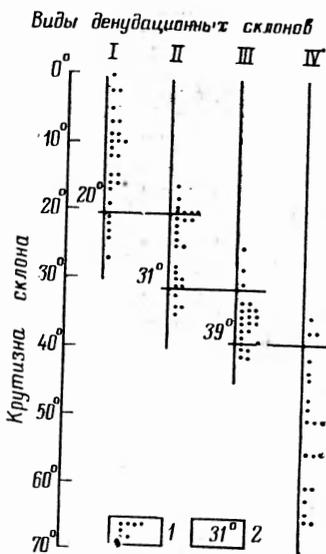


Рис. 2. Крутизна денудационных склонов разных видов

1 — единичные измерения крутизны склонов; 2 — граничные значения крутизны денудационных склонов разных видов

предельные углы при переходе склонов от одного вида к другому и диапазон крутизны склонов каждого вида. Для флишевого низкогорья юго-восточного Крыма эти значения составили: 0—20; 20—31; 31—39 и более 39°. Более дробное подразделение углов наклона излишне ввиду качественного однообразия внутри каждого вида денудационного склона. Мы полагаем, что именно статистически выявленные граничные значения крутизны, при которых происходят изменения в строении денудационных

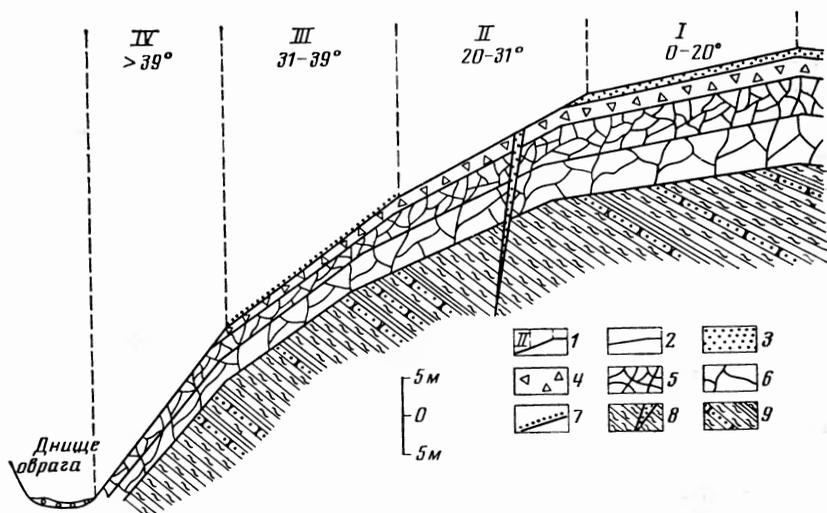


Рис. 3. Принципиальная схема строения коры выветривания денудационных склонов флишевого низкогорья юго-восточного Крыма

1 — виды денудационных склонов; 2 — границы зон коры выветривания; 3 — зона тонкого дробления; 4 — мелкообломочная зона; 5 — глыбовая зона; 6 — монолитная зона; 7 — маломощный рыхлый делювий; 8 — разрывные нарушения с линейной корой выветривания; 9 — терригенный аргилито-алевролитно-песчанниковый флиш таврической серии (верхний триас — нижняя юра), не затронутый выветриванием

склонов, целесообразно использовать при построении карт крутизны склонов для целей изучения современных экзогенных процессов.

На рассматриваемых видах склонов проявляется линейная и плоскостная денудация. Первая характеризуется известным показателем горизонтального расчленения рельефа и может быть рассчитана по крупномасштабным аэрофотоснимкам или топокартам. Вторая оценивается средней длиной склонов каждого вида, по которым происходит перемещение воды в плоскости от элементарного водораздела до русла.

Горизонтальное расчленение ( $l$ ) имеет размерность  $км/км^2$ . Отношение  $1000/l$  будет характеризовать среднее расстояние между эрозионными формами, а отношение  $1000/2l$  будет средней длиной склона данного вида ( $l_p$ ).

В пределах «Черного оврага», например, установлено, что горизонтальное расчленение увеличивается от первого к четвертому виду денудационных склонов от 0 до  $92,2 км/км^2$ , а средняя длина склонов уменьшается от 43,1 (склоны 2-го вида) до 5,4 м (склоны 4-го вида). Это еще раз подтверждает объективность выделенных видов денудационных склонов и позволяет оценить характер процессов выветривания и сноса в их пределах.

На основании всех выявленных закономерностей разработана принципиальная схема строения склонов эрозионно-денудационного флишевого низкогорья Крыма (рис. 3).

Для коры выветривания и почвы характерны многие общие закономерности строения и развития. Почвенный профиль тоже зонален и состоит из качественно отличных горизонтов; их формирование сначала идет быстро, затем замедляется и через несколько тысячелетий при от-

сутствии процессов сноса подошва каждого горизонта и профиля в целом стабилизируется и разрез приобретает состояние относительного динамического равновесия (Шанцер, 1966). Многие авторы (Добровольский, 1969, и др.) считают, что почва не является горизонтом коры выветривания, отмечая, однако, неопределенность ее нижней границы и несомненную принадлежность горизонта *C* почвенного профиля к коре выветривания. Е. В. Шанцер (1966) рассматривает почву как верхнюю составную часть коры выветривания. Присоединяясь к этому мнению, добавим, что кору выветривания естественно рассматривать как верхнюю составную часть коренных пород.

В связи с четким разделением почвенного профиля на генетические горизонты почвоведы уже давно разработали методiku определения степени эродированности почв и почвенно-эрозионного картирования по полноте почвенного профиля применительно к каждому генетическому типу почв (Соболев, 1948). Полный профиль, достигший предела своего линейного развития и относительного динамического равновесия, рассматривается как эталон, по сравнению с которым устанавливаются слабая (частично смыт горизонт *A*), средняя (отсутствует горизонт *A* и сокращена мощность горизонта *B*) и сильная (отсутствуют горизонты *A* и *B*) степени смытости почв. В качестве эталона часто выделяются несмытые почвы плоских водораздельных пространств. Некоторые исследователи (Габайдуллин, 1972; Заславский, 1972а; Лидов и Дидуренко, 1955; Наумов, 1955, и др.), сомневаясь в достаточной объективности такого подхода, вновь ставят вопрос о проблеме эталона и предлагают определять степень смытости почв также по уменьшению содержания гумуса в поверхностном горизонте по сравнению с поверхностным горизонтом несмытой почвы.

Т. А. Фриев (1972) отмечает, что степень полноты почвенного профиля (исключая недоразвитые и мелкие почвы) не дает объективной оценки интенсивности современного проявления эрозии, а является результатом эрозионных процессов прошлого.

Вероятно, оценивая скорость денудации склонов, нужно обращать внимание не только на степень полноты (эродированности) почвенного профиля, но и на современную природную обстановку поверхности и особенно на фитоиндикационные признаки развития денудации (Клюкин, Толстых, 1974).

Из этого краткого обзора видно, что метод изучения степени эродированности почв не противопоставляется методу выделения видов денудационных склонов по строению разреза коры выветривания, а служит его дополнением, так как в отличие от почвы кора выветривания развита повсеместно. По степени полноты профиля кор выветривания и почв можно качественно разделить склоны с различной интенсивностью процессов сноса. Такие качественно отличные склоны должны служить отправной базой для изучения скорости современной денудации при помощи различных количественных методов.

На склонах аккумулятивных форм рельефа метод изучения степени эродированности почв является основным методом качественной оценки сноса, позволяющим установить современную направленность развития этих склонов.

Рассмотренные методические приемы могут быть использованы при изучении скорости современной денудации различных горных стран, но больше всего они подходят для низких и средних гор, находящихся в семиаридных и аридных климатических условиях и отличающихся небольшим развитием аккумулятивных форм рельефа на склонах.

- Бабанов Ю. В., Трофимов А. М.* Статистический анализ при изучении уклонов земной поверхности. В сб. «Математические методы в географии». Казань, Изд-во Казанского ун-та, 1971.
- Викторов С. В.* Использование индикационных географических исследований в инженерной геологии. М., «Недра», 1966.
- Вопросы инженерно-геологического изучения процессов и кор выветривания, сб. ст. М., Изд-во МГУ, 1971.
- Воронкевич С. Д.* О скорости выветривания татарских и неокомских глинистых пород в условиях Среднего Поволжья. «Вестн. МГУ. Геология», № 1, 1963.
- Габайдуллин С. А.* Опыт картирования эродированных почв по содержанию в них гумуса. В сб. «Вопросы методики почвенно-эрозионного картирования». М., Изд-во МГУ, 1972.
- Добровольский В. В.* География и палеогеография коры выветривания СССР. М., «Мысль», 1969.
- Заславский М. Н.* Об учете факторов, определяющих потенциальную опасность проявления эрозии. В сб. «Вопросы методики почвенно-эрозионного картирования». М., Изд-во МГУ, 1972.
- Заславский М. Н.* Пути совершенствования классификации смытых почв. В сб. «Вопросы методики почвенно-эрозионного картирования». М., Изд-во МГУ, 1972а.
- Илюшина М. Т.* Ландшафтно-генетические ряды как индикаторы процессов выветривания и почвообразования в Чаткальском хребте. В сб. «Современные методы исследования в гидрогеол. и инж. геологии». М., ВСЕГИНГЕО, 1970.
- Клюкин А. А., Толстых Е. А.* Некоторые методы изучения скорости выветривания горных пород. В сб. «Вопросы изучения оползней и факторов, их вызывающих», вып. 8. М., ВСЕГИНГЕО, 1968.
- Клюкин А. А., Толстых Е. А.* Методика и первые результаты стационарных наблюдений за скоростью денудации известняковых обрывов в Горном Крыму. «Геоморфология», № 4, 1973.
- Клюкин А. А., Толстых Е. А.* Дендрохронологический метод определения скорости денудации склонов Горного Крыма с различными типами коры физического выветривания. В сб. «Динамика природы и проблемы освоения территории Крыма». Л., 1974.
- Коломенский Н. В.* Методические указания по изучению процессов выветривания в инженерно-геологических целях. М., Госгеолиздат, 1952.
- Лидов В. П., Дидуренко Н. Ф.* Некоторые замечания к классификации смытых почв. «Почвоведение», № 11, 1955.
- Матвеев Ю. Д.* Динамика выветривания осадочных пород. М., «Наука», 1972.
- Наумов С. В.* К вопросу классификации смытых почв. «Почвоведение», № 5, 1955.
- Пенк В.* Морфологический анализ. М., Географгиз, 1961.
- Соболев С. С.* Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними, т. 1, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948.
- Фриев Т. А.* К вопросу о почвенно-эрозионных обследованиях, проводимых для проектирования мер защиты почв от эрозии. В сб. «Вопросы методики почвенно-эрозионного картирования». М., Изд-во МГУ, 1972.
- Шанцер Е. В.* Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. «Тр. Геол. ин-та АН СССР», вып. 161. М., «Наука», 1966.
- Ярг Л. А.* Изменение физико-механических свойств пород при выветривании. М., «Недра», 1974.

ВСЕГИНГЕО  
Симферопольский государственный  
университет

Поступила в редакцию  
4.XI 1975

## STUDY OF THE RATE OF THE RECENT DENUDATION OF MOUNTAIN SLOPES

A. A. KLYUKIN, E. A. TOLSTYKH

### Summary

Developing further Penck's theory on the formation of different profiles of weathering crust at slopes, the authors distinguish steady and non-steady weathering crust, which character and thickness are determined by the correlation of weathering and denudation rates. Besides, having a steady weathering crust mostly at natural slopes it is

suggested to distinguish qualitatively different types of denudation slopes basing on the completeness of the weathering crust profile. It permits to map with high accuracy slope areas with different denudation rate and different character of the material removed. The indicators of denudation slopes' types are as follows: steepness, density of grass cover and thickness of soils profile.

УДК 551.435.2

А. Е. КОЗЛОВА

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ ПЛОСКОСТНОГО СМЫВА НА СКЛОНАХ В АРИДНОЙ ЗОНЕ ТУРГАЙСКОГО ПРОГИБА (на примере плато Кызбeltaу)

В статье изложен фактический материал, полученный автором в результате многолетних наблюдений процессов плоскостного смыва на одном из ключевых участков в Тургайском прогибе — останцовом плато Кызбeltaу. Плато образовалось в результате размыва некогда единой пластово-ступенчатой равнины, приуроченной к области устойчивых положительных неотектонических движений Центрально-Тургайской ступени (суммарная амплитуда неотектонических поднятий достигает 210—240 м, Городецкая, 1975).

Северная часть плато Кызбeltaу представляет денудационную поверхность выравнивания с абс. отметками 200—219 м позднеплиоценового-раннечетвертичного возраста (Карта поверхностей выравнивания, 1972), ограниченную со всех сторон чинками высотой от 50 м на северо-западе и севере до 100 м на северо-востоке, востоке и юго-востоке. К подножию чинков примыкает денудационная равнина — педимент, выработанная в чеганских глинах палеогена в результате параллельно-отступления чинка под действием процессов склоновой денудации.

Плато Кызбeltaу сложено горизонтально залегающими породами верхнего и среднего палеогена, перекрытыми маломощным чехлом четвертичных отложений. На поверхности плато — это элювиальные отложения, на склонах — делювиальные, а на денудационной равнине — педименте — делювиально-элювиальные. Палеогеновые отложения представлены легкоразмываемыми глинами, песками с гравием железистого песчаника, алевритами, опоками и опоквидными глинами наурузумской, чиликтинской, чеганской и тасаранской свит. Отложения чеганской свиты выходят в нижней части склонов Кызбeltaу и формируют прилегающую к ним денудационную равнину — педимент (рис. 1). В днище Тургайской ложбины эти отложения размыты и четвертичные осадки ложатся непосредственно на залегающую стратиграфически ниже тасаранскую свиту. О податливости поверхностной толщи рельефообразующих пород разрушению можно судить по их допустимым неразмывающим скоростям (ДНС). По Б. П. Любимову (1973) ДНС песков — 0,30—0,55 м/сек, супесей — 0,65—0,75 м/сек, суглинков безвалунных — 0,55—1,0 м/сек, глин плотных — 1,0—1,5 м/сек.

Климатические условия района определяются его местоположением в подзоне сухих степей с резко континентальным климатом. По многолетним данным метеостанции «Наурузумский заповедник» среднегодовое количество осадков составляет 292 мм, а за период 1969—1975 гг. (время наблюдения за процессами плоскостного смыва) их количество изменялось от 197 до 313 мм. Основное количество осадков (от 60% до