

7. Махова Ю. В. Стратиграфическое расчленение среднеплейстоценовых отложений Средненаарынской впадины Центрального Тянь-Шаня//Четвертичные события и стратиграфия Евразии и Тихоокеанского региона (тез. докладов). Якутск, 1990. С. 142—143.
8. Никонов А. А., Шумова Г. М. Об условиях залегания и геоморфологическом возрасте палеолитических находок в Он-Арче (Киргизская ССР)// Бюл. комиссии по изучению четвертичного периода. 1981. № 51. С. 86—93.
9. Воскресенский С. С. Геоморфология россыпей. М.: Изд-во МГУ, 1985. 203 с.
10. Колосова Г. Н. Геоморфологические методы поисков долинных россыпей в Центральном Тянь-Шане. М.: Деп. в ВИНТИ № 1546—690, 1990. С. 1—12.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
29.I.1991

MIDDLE PLEISTOCENE VALLEYS OF THE INTERMONTANE BASINS OF THE CENTRAL TIEN-SHAN

G. N. KOLOSOVA, Yu. V. MAKHOVA

S u m m a r y

Large-scale geomorphological studies in the Central Tien-Shan were aimed for searches for mineral placers. The data obtained permitted to reconstruct former river valleys and condition of their evolution since the Middle Pleistocene. Two types of ancient valleys are distinguished: uplifted (most widespread type) and buried valleys (of limited distribution). Each type is subdivided into subtypes on the basis of the position of fossil valley floor with respect to recent ones, and their outlines. The data obtained facilitates search for placers in the tectonically active mountains.

УДК 551.435.64(477.75)

Б. И. КОРЖЕНЕВСКИЙ

ГРАВИТАЦИОННЫЕ СКЛОНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Современный облик южного склона Горного Крыма определен развитием тектонических, эрозийных и гравитационных склоновых процессов, начавшихся 5—6 млн. лет назад [1] и продолжающихся в голоцене. Особенно ярко отразились в рельефе склонов гравитационные процессы, развитие которых вызвано рядом факторов. Это эвстатические колебания уровня Черного моря [2], литологический состав пород и миоцен-четвертичных грунтов¹, слагающих склоны [3], современная тектоническая активность региона [4] и многие другие.

Наиболее крупным этапом в формировании склонов, который определяется как полный цикл (по аналогии с оползневый циклом Е. П. Емельяновой [5]), является интервал времени, в течение которого процессами оползания постепенно охватывается весь склон — от морского побережья до плато яйлы включительно. Последовательность развития процессов и форм рельефа в течение полного цикла формирования склонов следующая. Объективно существующая ползучесть склонов при их крутизне свыше 6—7° проявляется в дисперсных грунтах [6], при большей крутизне — и в скальных [7]. Вековая ползучесть осложняется либо постепенным падением значений прочности грунтов до остаточной, что может продолжаться в течение десятков, сотен и более лет [8], после чего процесс может перейти в оползневой. Грунты также могут проходить через пороговое значение между ползучестью и срезом в связи с быстрым воздействием (землетрясением, различными видами техногенного воздействия и др.), что на склонах отражается в трансформации поверхностной и глубинной ползучести в оползневой

¹ Термин в понимании Е. М. Сергеева (Инженерная геология. М.: Изд-во МГУ, 1982, с. 13).

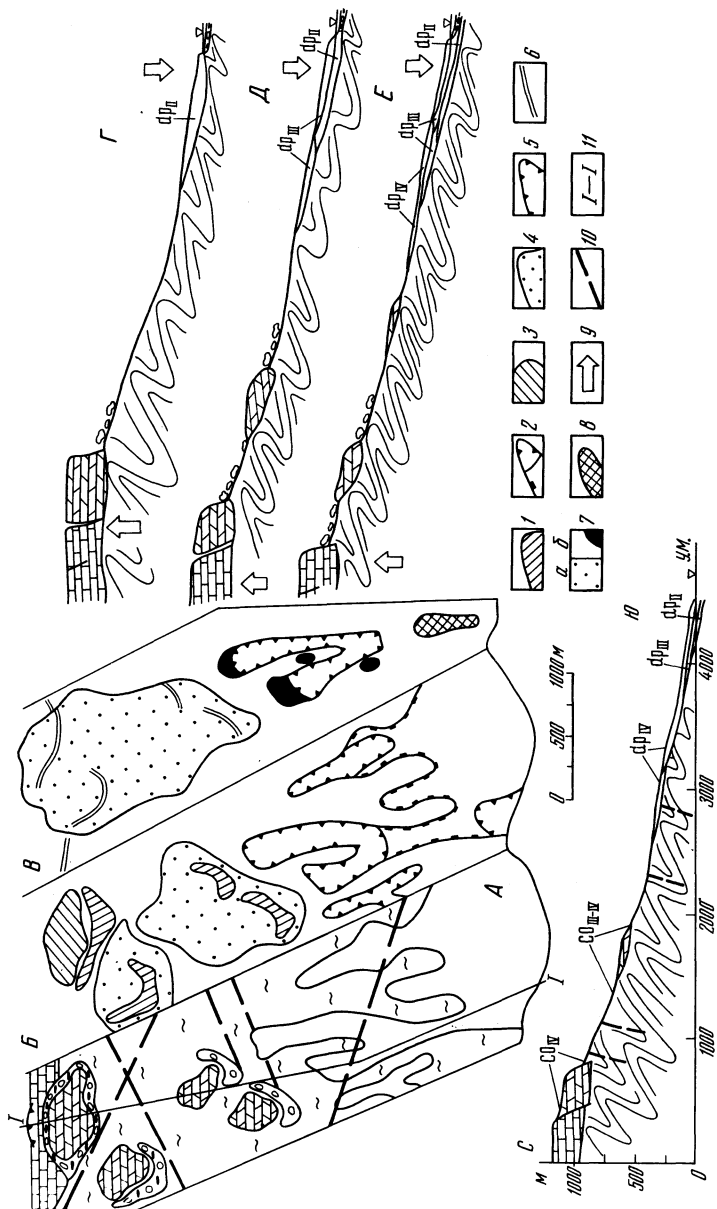


Рис. 1. Схема соотношения гравитационных склоновых процессов в полном цикле формирования склонов (на примере Симеизского участка) А — геологическая схема (условные обозначения см. на рис. 2).
 Б — формы рельефа: 1 — обально-осыпные шлейфы, 2 — оползневые депрессии, 3 — блоки гравитационного отседания, 4 — формы, созданные поверхностью и глубиной ползуучести. В — участки развития современных гравитационных склоновых процессов: 5 — оползневые, 6 — обваловые и осыпного, 7 — поверхностной и глубиной ползуучести, определенной: а — по геоморфологическим признакам, б — геодезическими методами, 8 — геодезическими методами, вызванной техногенным воздействием, 9 — направления преобладающих тектонических движений, 10 — разрывные нарушения, 11 — линия разреза. Циклы формирования склонов: Г — древнесевский, Д — карантатский, Е — древнечерноморский — современный. Индексами обозначены: др — оползневые накопления; со — обваловые

процесс флишевых и континентальных миоцен-четвертичных отложений с возникновением оползневых форм.

Отмечено несколько этапов смещения крупных поверхностных оползней объемом $n \cdot 10^6$ — $n \cdot 10^7$ м³ [9] к различным базисам — уровням существовавшего в плейстоцене Черного моря¹. Древнеевксинский базис оползневых смещений (термины по П. В. Федорову [10]) в настоящее время находится на глубинах от 40 до 80 м [11, 12] относительно современного уровня моря. Мощность оползневых накоплений, перекрывающих древнеевксинские морские, на некоторых участках превышает 100 м и нигде не бывает менее 50 м. Ширина по фронту этих древних оползневых тел колеблется от многих сотен метров до первых километров. Ширина древнеевксинских погребенных пляжей колеблется на различных участках от 80 до 170 м [12]. Карангатский базис оползневых смещений расположен на глубинах до 42 м [11] относительно современного уровня моря. Ширина погребенных пляжей, перекрытых оползневыми накоплениями, на некоторых участках превышает 300 м [13], что говорит о наиболее активном оползневом процессе на этом этапе формирования склонов. Существенное отличие от оползней, смещавшихся к древнеевксинскому базису, при общей унаследованности процесса, заключается в следующем: индекс удлиненности зачастую превышает 2 у более молодых оползней, в то время как у более древних он редко превышает 1; мощность более молодых оползней обычно вдвое меньше, чем более древних. Оползневые смещения, приуроченные к древнечерноморским пляжам, в целом совпадают с современными, многократно описанными в литературе.

Активные оползневые деформации поверхностных оползней значительных объемов предшествуют деформациям залегающей выше по склону двухслойной (карбонатной и подстилающей ее флишевой) толщи вследствие понижения ее устойчивости из-за смещения естественного контрфорса (рыхлых оползневых накоплений). Отчлененные от материнского карбонатного массива блоки разрушаются быстрее, чем в условиях их естественного залегания. Это объясняется тем, что после отчленения массив, в отличие от материнского, активно выветривается и разрушается со всех сторон. В оползневой процесс и ползучесть склонов наряду с оползневыми накоплениями и континентальными отложениями на склонах вовлекаются и перекрывающие их обвальные и осыпные накопления, создающие в верхних частях склона достаточно типичные формы — «каменные реки». Поступая в средних и нижних частях склонов в состав делювиальных и прочих склоновых накоплений, эти «реки» теряют свой облик. Полный цикл формирования склонов завершается сильным разрушением осевшего карбонатного массива на фоне незначительной активности процессов оползания грунтов. Следующий полный цикл формирования склонов (сначала связанный с древнеевксинским базисом, затем с карангатским, затем с древнечерноморским — современным?) обуславливается очередным тектоническим перекосом территории и значительным изменением уровня Черного моря и соответственно активным смещением крупных поверхностных оползней к базису денудации (схему полных циклов см. на рис. 1).

В современном рельефе участки, на которых произошли два полных цикла формирования склонов и начался третий, имеют достаточно типичный облик. Снизу вверх по склону расположены следующие элементы рельефа. Достаточно сnivelированные древние оползни изометричной формы, смещавшиеся к древнеевксинскому базису. В них частично вложены более вытянутые и лучше сохранившиеся в рельефе древние оползни, привязанные к карангатскому базису. Во многих случаях вложенные оползни выходят за пределы более древних в их головной части. Современные оползни расположены по склону выше, чем древние, смещавшиеся к карангатскому базису, иногда они бывают вложены в последние и уступают или сопоставимы с ними по размерам. Современные оползни, привязанные к уровню моря, бывают приурочены к древним оползням. Их размеры

¹ Значение n колеблется в пределах 1—9.

обычно существенно меньше древних. На этом в основном заканчивается территория распространения оползней естественного генезиса. Малые оползни (площадью до первых десятков тысяч квадратных метров) обычно возникают в результате техногенного воздействия на склоны в последние десятилетия.

Выше по склону расположены формы, обусловленные преимущественно сочетанием процессов ползучести и обваливания. На некоторых участках склонов выше современных оползней, а иногда сопряженно с ними залегают обломки карбонатных пород, отчленившиеся от яйлы, сползшие вниз по склону в результате глубинной ползучести и сильно разрушенные. Аналогичные формы, но существенно лучше сохранившиеся, расположены выше по склону и обычно не сопряжены с расположенными ниже. Завершают описанный комплекс, возникший в результате гравитационных склоновых процессов, обычно крупные (объемом до $n \cdot 10^7$ м³), оседающие либо осевшие карбонатные массивы с коллювиальным шлейфом в основании. Всего участков, где реализовано не менее двух полных циклов формирования склона, на рассматриваемой территории между г. Ялтой и мысом Айя не менее шести. Как видно из рис. 1, наша интерпретация механизма гравитационного смещения двухслойной толщи отличается от моделей других исследователей [11, 14—16]. Аргументация нашей модели приведена в ряде опубликованных работ [3, 9].

Рассмотренные выше крупные формы рельефа образованы в течение полных циклов развития склонов, обусловленных значительными изменениями уровня Черного моря и тектоническим воздыманием горного сооружения. В пределах форм, созданных в течение полного цикла формирования склонов, развиваются более частные современные процессы: обвальные, осыпные, оползневые и процессы ползучести склонов.

Выделяются три морфоэлемента, где распространен обвальный процесс [3]: 1) обрывистый южный склон яйлы, относительное превышение которого над подножием составляет на ряде участков более 400 м, а крутизна достигает 90°, 2) склоны отчленившихся и утративших контакт с яйлой массивов, 3) береговые клифы. Наиболее мощные проявления обвального процесса приурочены к обрыву яйлы — на памяти человека (в XVIII в.) произошло падение материала общим объемом ~0,1 км³, в последние десятилетия — до 12 тыс. м³. Здесь сосредоточены и наиболее значительные по мощности (до десятков метров в районе Кучук-Койского разлома) накопления коллювия обрушения, перекрывающие сплошным покровом подножие обрыва. Чаше обвальные накопления создают чехол мощностью в первые метры непосредственно в основании обрывов; на расстоянии десятков-сотен метров от основания обрыва чехол трансформируется в отдельные обломки с преобладанием материала крупных (валунной и глыбовой) фракций. В пределах территорий, где активность обвального процесса низкая, в подножии обрыва сформирован коллювиальный чехол небольшой мощности, иногда не имеющий сплошного распространения.

Обвальный процесс на отчленившихся массивах происходит более равномерно, чем на обрыве яйлы, так как на него в меньшей степени оказывают влияние тектонический, сейсмический, погодный и другие факторы. Коллювиальный чехол в подножии таких массивов маломощный, его площадь определяется размерами (в частности, высотой) массива. Береговые клифы в последние годы поражены обвальным процессом незначительно, так как на большей протяженности побережья обвалоопасные участки искусственно закреплены.

Осыпной процесс развит на всех морфоэлементах, крутизна которых выше угла естественного откоса. Он образует достаточно характерные формы, причем преобладают незначительные по площади (до сотен м²) и по мощности (до метра). Несколько наиболее крупных форм приурочено к западной части Ялтинского амфитеатра (площадь форм — десятки тысяч квадратных метров, мощность — многие метры), в отличие от прочих их коллювий представлен обломками карбонатных пород. Другие осыпи сложены дресвяной и щебнистой фракциями,

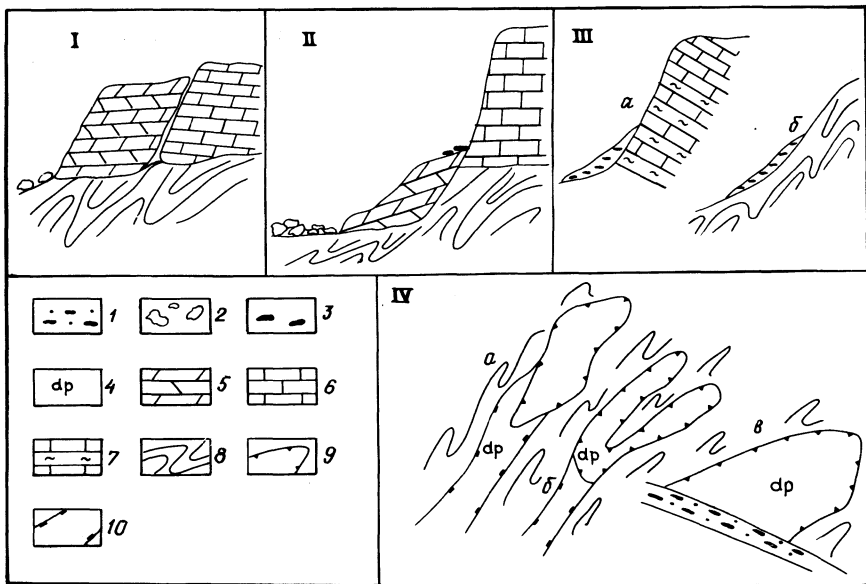


Рис. 2. Современные гравитационные склоновые процессы и ими созданные наиболее типичные формы рельефа

I — структуры отседания, возникшие в результате глубинной ползучести. II — коллювиальные шлейфы, возникшие в результате обвального процесса (по Н. П. Костенко, 1975). III — коллювиальные шлейфы, созданные осыпным процессом: а — в карбонатно-глинистом флише, б — в терригенном флише. IV — оползневые формы рельефа: а, б — глетчеровидные, в — изометричные. 1 — современные пляжевые накопления (пески с галькой), 2 — современные обвальные накопления (валуны, глыбы, щебень), 3 — современные осыпные накопления (щебень, древесина), 4 — четвертичные оползневые накопления (суглинки с различным содержанием обломков коренных пород), 5 — карбонатные преимущественно известняки грунты J₃, 6 — карбонатные (преимущественно известняки) грунты J₃, 7 — флишевые (глины известковистые, известняки глинистые, мергелистые) грунты J₃, 8 — флишевые (аргиллиты, алевролиты, песчаники) грунты T₃-J₂, 9 — границы современных оползней, 10 — границы старых и древних оползней

обычно аргиллитов и алевролитов. В таких отложениях отмечается «сухой крип» с захватом материала мощностью до десятков сантиметров [17].

Современные оползни распространены на морских побережьях, с висячим базисом — в средней части склонов, а также приурочены к источникам техногенного воздействия в различных частях склонов. В зависимости от стадии оползневого процесса глубина захвата грунтов изменяется от первых метров до всей оползневой толщи. В различные временные интервалы бывает активной лишь часть морфоэлементов оползня: эти явления формально можно определить как оползни более высокого порядка и как ползучесть в пределах оползней низких порядков. Формы, создаваемые поверхностными оползнями, достаточно хорошо выражены в рельефе. Это обычно глетчеровидные, ложкаобразные и реже изометричной [5] формы оползни течения [15]. Наиболее четко они выражены в рельефе после стадий основного смещения и в этих случаях четко разбиты на ступени, ограничены с бортов и т. п. По мере старения блоки (точнее, их границы) сглаживаются, трещины залечиваются и создаются формы, типичные для локальных оползневых смещений, т. е. меньшие по размерам и менее четко выраженные в рельефе. В целом же современный оползневый процесс в Горном Крыму достаточно широко освещен в литературе [3—5, 9, 11—15, 18—20 и др.]. Схема современных гравитационных процессов приведена на рис. 2.

Ползучесть склонов, подразделяемая на глубинную и поверхностную [21], по-видимому, наиболее широко распространенный современный процесс на Юж-

ном берегу Крыма. Наиболее крупные современные формы (структуры), возникшие в результате глубинной ползучести, — отседающие карбонатные массивы. Они оконтурены рвами и трещинами отседания. Приведем размеры блоков, «готовящихся» к отчленению. Их ширина достигает по фронту 300—600 м, длина по оси — 300—400 м, мощность карбонатных пород — 250—400 м, а в совокупности с подстилающими их флишевыми породами мощность толщи, вовлекаемой в процесс, составляет многие сотни метров. Процесс развивается очень медленно — индикаторами его скорости являются несколько уровней разновозрастных педиментов, расположенных ниже по склону. Средние скорости планации субвертикальных участков во флишевых грунтах в современных условиях — меньше 1 мм/год [22]. Процессом ползучести педименты не разрушаются, т. е. скорость ползучести существенно ниже скорости планации. Меньшие по размеру формы выражены в рельефе нечетко, иногда они вообще неразличимы. В некоторых структурах ползучесть может отмечаться лишь при помощи длительных геодезических наблюдений на стационарных реперах. Скорость ползучести в зависимости от глубины захвата колеблется от первых сантиметров в год при захвате до первых метров [23] до долей сантиметра при глубинах захвата 10—20 м [24]. Поверхностная ползучесть достаточно четко проявляется в зонах техногенного воздействия. Она нередко приводит к деформациям облицовочных стен и прочих легких конструкций, иногда — к видимому нарушению ортотропности¹ деревьев. Во многих из отмеченных случаев ползучесть носит затухающий характер и не приводит к оползневому процессу. Исключением являются зоны техногенного воздействия, где ползучесть нередко трансформируется в оползневый процесс.

В заключение отметим следующее. На Южном берегу Крыма в формировании склонов отмечается несколько иерархических уровней гравитационных склоновых процессов, участвующих в формировании склонов. Общий современный облик склонов создал парагенетический комплекс процессов: осыпного, обвального, оползневого и процесса ползучести склонов, которые взаимообуславливаются в течение полного цикла формирования склонов. Более высоким иерархическим уровнем процессов являются те же современные склоновые процессы на стадии основного смещения и сходных этапах развития. В периоды локальной активизации развиваются гравитационные склоновые процессы еще более высокого порядка. Их парагенетический комплекс в течение нескольких полных циклов формирования склонов определил современный облик (морфоэлементы) рельефа, который дополняется формами, возникающими вследствие развития современных склоновых процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муратов М. В. Неогеновые тектонические движения на территории СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1988. № 9. С. 100—109.
2. Щербаков Ф. А., Куприн П. Н., Моргунов Ю. Г. Позднечетвертичный этап развития Черного моря // Бюл. комис. по изучению четв. периода. 1979. № 49. С. 3—17.
3. Корженевский Б. И., Борисенко Л. С., Корженевский И. Б. и др. Литологический контроль гравитационных процессов в горном Крыму // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1989. Т. 64, вып. 6. С. 98—109.
4. Селюков Е. И. Влияние эндогеодинамических факторов на развитие оползней Южного берега Крыма: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: ВСЕГИНГЕО, 1989. 21 с.
5. Емельянова Е. П. Основные закономерности оползневых процессов. М.: Недра, 1972. 308 с.
6. Пенк В. Морфологический анализ. М.: Географгиз, 1961. 359 с.
7. Варнес Д. Д. Движения склонов, типы и процессы // Оползни. Исследование и укрепление. М.: Мир, 1981. С. 32—85.
8. Skempton A. W. The IV Rankine Lecture. Long-term stability of clay slopes // Geotechnique. 1964. V. XIV. № 2. P. 3—49.
9. Корженевский Б. И., Корженевский И. Б., Борисенко Л. С. и др. Экзогенные и эндогенные факторы гравитационного деформирования склонов Южного берега Крыма // Инж. геология. 1990. № 1. С. 51—64.

¹ Под ортотропностью понимается вертикальное положение стволов деревьев.

10. Федоров П. В. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря//Тр. ГИН АН СССР. 1963. Вып. 88. 159 с.
11. Золотарев Г. С. Инженерно-геологическое изучение береговых склонов и значение истории их формирования для оценки устойчивости//Тр. лаб. гидрогеол. проблем им. Ф. П. Саваренского. 1961. Т. 35. С. 14—35.
12. Покалюхина Е. Н., Селюков Е. И. О возрасте четвертичных морских отложений западной части Южного берега Крыма//Матер. по проектированию сложных фундаментов и оснований и по производству изысканий. М.: Минмонтажспецстрой, 1974. Вып. 14. С. 14—25.
13. Рзаев В. П. К вопросу о погребенных пляжевых отложениях на участке Кучук-Койского оползня//Там же. С. 76—80.
14. Благоволин Н. С., Пиешин Г. Н. Гравитационный фактор в развитии рельефа горных хребтов//Геоморфология. 1985. № 4. С. 3—15.
15. Кюнтцель В. В. Закономерности оползневых процессов на Европейской территории СССР. М.: Недра, 1980. 227 с.
16. Шехо А. И. Оползни//Современные геологические процессы на Черноморском побережье СССР. М.: Недра, 1976. С. 62—92.
17. Московкин В. М., Клюкин А. А., Невский В. Н. Строение осыпей флишевого низкогорья Крыма//Геоморфология. 1987. № 3. С. 68—74.
18. Корженевский Б. И., Афонин А. П. Изучение смещений дисперсных грунтов на отдельных участках Южного берега Крыма//Изучение свойств массивов пород и геологических процессов. М.: Наука, 1986. С. 18—24.
19. Корженевский И. Б., Лоенко А. А., Черевков В. А. Главнейшие оползни Южного берега Крыма, их динамика, опыт борьбы//Оползни и борьба с ними. Ставрополь, 1964. С. 288—298.
20. Лужецкий А. И., Ерыш И. Ф., Каджаспиров А. А., Науменко П. И. Оползни Черноморского побережья Украины. М.: Недра, 1980. 103 с.
21. Тер-Степанян Г. И. Современное состояние структурной теории ползучести глин при сдвиге. Сообщ. № 4 лаб. геомеханики. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1981. 25 с.
22. Корженевский В. В., Клюкин А. А., Толстых Е. А. Растительность как индикатор скорости склоновых процессов флишевого низкогорья Крыма//Экология. 1983. № 4. С. 24—29.
23. Корженевский Б. И., Гайворонская И. Ю. Закономерности процессов оползания в зонах техногенного воздействия на склоны//Изучение режима экзогенных геологических процессов в районах интенсивного хозяйственного освоения. М.: ВСЕГИНГЕО, 1988. С. 64—71.
24. Применение геодезических методов при изучении оползневых процесса Южного берега Крыма и геологическая интерпретация полученных результатов//Передовой научно-производственный опыт, рекомендованный для внедрения в геологоразведочные отрасли. Научно-техн. информ. сб. ВИЭМС. 1989. № 7. С. 22—32.

ВСЕГИНГЕО

Поступила в редакцию
3.IX.1990 г.

GRAVITATIONAL SLOPE PROCESSES ON THE SOUTHERN COAST OF THE CRIMEA

B. I. KORZHENEVSKY

S u m m a r y

A paragenetic assemblage of gravitational processes takes part in slope modelling at the Southern coast of the Crimea, including rock falls, scree sliding, landslides and creep. The processes are elements of the complete cycle of slope formation, the rock and soil being involved into movement gradually, starting from the sea coast and proceeding to the Crimean Plateau (Yayla). Individual landforms evolution may be controlled by technogenous factors as well as by natural ones. Slopes' morphoelements are discussed, which are characterized by certain gravitational processes and resulting landforms.