

УДК 551.432(575.12)

Г. Н. ПШЕНИН

РАЗВИТИЕ РЕЛЬЕФА ФРОНТАЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ НОВЕЙШИХ НАДВИГОВ ГОРНОГО ОБРАМЛЕНИЯ ФЕРГАНЫ

Большая часть краевых глыбовых морфоструктур, отделяющих горные хребты Тянь-Шаня и Памиро-Алая от предгорных впадин, подсекаются новейшими взбросами и надвигами, сместители которых падают в сторону поднятия. Своеобразие этих разломов состоит в том, что надвигание пограничных глыбовых массивов осуществляется не под слоем осадков, а в условиях расчлененного рельефа дневной поверхности.

Еще Б. и Р. Уиллис (1932) среди других структур типа тектонических чешуй, надвигов и покровов выделяли эрозионные надвиги. Формирование эрозионных надвигов связывалось указанными авторами с эрозией, разрушавшей замковые части асимметричных антиклинальных структур, образованных горизонтальным напором. Разрыв замка складки обуславливал самостоятельное послышное смещение пологого крыла складки в сторону размытого ядра и крутого крыла. Следовательно, механизм эрозионных надвигов подразумевает, во-первых, действие эрозии, одновременное или несколько предваряющее развитие надвига, во-вторых, движение аллохтона по эродированной поверхности автохтона.

Термин «эрозионный надвиг» слабо укоренился в советской литературе, возможно, из-за того, что большинство горных систем характеризуется сводово-глыбовым (складчато-глыбовым) строением (Хаин, 1958), для динамической характеристики которого в первом приближении несущественно внутреннее складчатое строение отдельных глыб. Определенную роль сыграло также некоторое пренебрежение ролью горизонтальных движений, имевшее место сравнительно недавно (Белоусов, 1954; Высоцкий, 1955).

Разработка концепции глыбового и складчато-глыбового строения горных стран, связанная у нас, главным образом, с именем В. А. Обручева, включает и проблему структурных соотношений крупных блоков земной коры, разделенных разломами. Поскольку эти соотношения не исчерпываются структурами типа сбросов с субвертикальными сместителями, появилась потребность в определении взбросовых и надвиговых глыбовых структур, для которых еще В. А. Обручевым (1931) был предложен термин «глыбовые надвиги».

Сходные по терминологии и смыслу представления развивались позднее В. Н. Даниловичем, выделившим «аркогенный» тип надвигов (1963), Г. Д. Ажгиреем (1960), П. Н. Кропоткиным (1961) и В. Е. Хаиным (1964). Два последних автора структуры, сходные с глыбовыми надвигами, описывают под названием «послеэрозионных надвигов», имея в виду движения надвиговой глыбы по «эродированной поверхности суши» (Кропоткин, 1961). Однако, поскольку при перемещении возвышающегося

ся фронта надвига по дневной поверхности эрозия не только не прекращается, но, наоборот, резко усиливается, данный термин неправилен и излишен. Также излишен термин «аркогенный надвиг» (Данилович, 1963), поскольку, согласно определению самого автора, аркогенные надвиги являются новообразованием, производным от сводовых деформаций, и исключают унаследованное развитие и активизацию разломов, что совершенно неприемлемо для горной Ферганы, основные разрывные нарушения которой наследуются с верхнего палеозоя. Мы отдаем предпочтение термину «глыбовый надвиг» как более емкому, точному и, главное, имеющему отчетливый морфоструктурный акцент.

Механизм формирования глыбовых надвигов, связанный с возникновением, как правило, унаследованных разрывов сплошности в жестком и неподатливом на изгиб консолидированном складчатом фундаменте при образовании так называемых складок коры или складок основания вследствие преобладающего горизонтального напора известен достаточно хорошо. В горах Средней Азии глыбовые надвиги описывались и изучались многими авторами — Ф. Махачеком (Machatschek, 1912), Д. И. Мушкетовым (1928), К. Леуксом (Leuchs, 1930), С. С. Шульцем (1948), О. А. Рыжковым (1966) и др.

Широкое распространение надвигов палеозоя на более молодые, особенно на неоген-четвертичные отложения позволяет говорить о глыбовых надвигах как об одном из наиболее важных для понимания современной тектоники и морфоструктуры горных областей Средней Азии типов тектонических структур. Вместе с тем ясно, что геологические методы опознания глыбовых надвигов в ряде случаев недостаточны, так как глыбовые надвиги, развивающиеся в условиях глубоко эродированного рельефа, не всегда могут быть установлены по залеганию палеозоя в разрезе выше более молодых отложений, которые к началу развития надвигов могут быть размыты или вообще отсутствовать.

В связи с этим очень актуальной является характеристика геоморфологических аспектов процесса развития глыбовых надвигов из-за необходимости разработки геоморфологических критериев их опознания. При этом основной задачей является правильная интерпретация гравитационных и эрозионных процессов на фронтальных склонах надвиговых глыб, а также анализ соотношения надвиговых фронтов с эрозионной сетью. Попытаемся установить некоторые общие закономерности морфологического развития надвиговых фронтов, опираясь на примеры из горного обрамления Ферганской впадины и прилегающих районов.

Сразу заметим, что мощность аллохтонной надвиговой глыбы, выраженная в относительном превышении ее фронтального склона, во всех известных случаях не больше амплитуды горизонтального перемещения, устанавливаемой по амплитуде надвигового перекрытия (1—1,5 км), или равна ей.

Общее приращение высоты надвигового фронта, не компенсируемое денудацией, создает перегрузку скального склона фронта. Активно развиваются нормальные к земной поверхности гравитационные сколы, трещины бортового отпора и отседания, как правило, использующие тектоническую трещиноватость. Горизонтальные напряжения обычно распределяются неравномерно по фронту надвига и формируют вторичные сдвиги, перпендикулярные фронту. Горизонтальные перемещения, кроме того, способствуют увеличению крутизны скального склона фронта надвига и тем самым повышают его динамическую неустойчивость.

Вертикальные или близкие к вертикальным гравитационные трещины скалывания, бортового отпора и отседания отсекают от основного монолита надвиговой глыбы крупные блоки, смещающиеся вниз, к подножию фронтального склона. Вследствие значительной первичной трещиноватости отделившиеся блоки полностью или частично преобразуются (не без участия сейсмических сотрясений) в обвальные россыпи. Более моно-

том надвига рассмотрен П. Н. Кропоткиным, 1961), либо ложатся на породы подножия без их существенного механического нарушения. Формирующиеся таким образом ложнонадвиговые перекрытия можно назвать гравитационными надвигами.

По существу гравитационные надвиги являются начальной формой глыбовых надвигов. Основным отличием гравитационных надвигов от останцов настоящих тектонических покровов является то, что разрез пород гравитационного надвига стратиграфически отвечает верхней части разреза аллохтона, а в останцах настоящих тектонических покровов обязательно присутствуют породы нижней части его разреза. Кроме того, гравитационные надвиги в отличие от настоящих характеризуются более сильной трещиноватостью, значительно меньшей мощностью и почти полным отсутствием слоя катаклазированных и развальцованных пород в подошве, характерного для настоящих надвигов и покровов. Гравитационные надвиги могут залегать на породах нижней части фронтального склона и иметь согласное уклону склона падение.

Такой ложный покров наблюдается в западных предгорьях Чаткала, в районе пос. Заркент. Здесь тонкая (12—15 м мощности) пластина трещиноватых известняков среднего девона перекрывает сложно дислоцированные красноцветные алевролиты верхнего плиоцена — нижнего плейстоцена (соха), как бы бронируя их. Падение пластины — западное, согласное общему уклону склона. Амплитуда перемещения, установленная по расстоянию между пластиной аллохтона гравитационного надвига и коренными выходами известняков среднего девона, равна 0,8—1,2 км.

В других случаях тела гравитационных надвигов могут иметь обратное уклону фронтального склона падение (Карасу-Восточная, бассейн нижнего Нарына — Ранцман, 1966). Можно наблюдать также горизонтальное или слабоволнистое положение гравитационных ложнонадвиговых пластин (северный склон хр. Алдыяр, южный склон хр. Конуртобе в Юго-Восточной Фергане, долина р. Мурдаши в Восточном Алае и др.).

Большое значение для активности развития фронтальных склонов надвиговых глыб имеет наличие или отсутствие у их подножий крупных речных долин. Глубокий эрозионный врез способствует ускоренному сносу коллювиальных масс и скально-оползневых блоков и увеличению крутизны надвиговых склонов. Скальные оползни разрушаются достаточно быстро, так что подножия склона достигают сравнительно небольшие блоки.

Небольшие долины, не справляющиеся с транспортом огромного количества глыбово-щебнистого коллювиального материала, поступающего с надвиговых склонов, не способствуют увеличению крутизны последних. Скально-оползневые блоки не претерпевают сильной дезинтеграции.

Следовательно, в первом случае (глубокие врез у подножия фронтальных надвиговых склонов) формируются преимущественно небольшие по размерам блоки типа гравитационных клиппов. В случае развития на надвиговых склонах врезов небольшой глубины или вообще полного их отсутствия чаще образуются гравитационные надвиги.

Эта закономерность хорошо подтверждается наблюдениями в речных долинах горной Ферганы и прилежащих районов. Гравитационные клиппы отмечаются при подмыве фронтальных склонов надвиговых глыб крупными долинами — в долине нижнего Нарына, ниже створа Токтогульской ГЭС, где Нарын на небольшом участке протекает параллельно фронту Карасуйского (Тегерекского) надвига, в долинах р. Исфайрамсай ниже устья рек Аустан, Алаудин (восточная часть Хайдарканской котловины), Исфара (северный склон Туркестанского хребта).

Гравитационные надвиги наблюдаются при сравнительно неглубоких врезках. Они встречены в долине р. Мурдаши (Восточный Алай), в бассейне одной из верхних составляющих р. Исфары (оз. Каракуль-катта), на западном склоне Чаткальского хр., в районе верховьев р. Заркентсай, на

южном склоне хр. Алдыяр в Юго-Восточной Фергане. Возможно, к гравитационным надвигам относится надвиг, описанный Е. Я. Ранцман (1966) в низовьях р. Карасу-Восточная (басс. нижнего Нарына). Определенно гравитационными, как на это указывает Н. М. Синицын (1960), являются небольшие надвиги в долинах рр. Чаткал и Сандалаш, впервые отмеченные еще Ф. Махачеком (Machatschek, 1912).

Очень близки по типу к гравитационным надвигам так называемые структуры Битути (Лукьянов, 1965), представляющие собой гигантские сейсмогравитационные оползни. Сходные структуры известны под названиями аркообразных или арочных (Биллингс, 1949) и периферических сбросов (Справочник..., 1970). Согласно устному сообщению Е. Я. Ранцман, к числу их принадлежат плотина оз. Коль (Атойкокский хр.) и структуры Каракольских озер (северо-западная часть Ферганского хр.). К гравитационным надвигам в широком понимании, как это впервые было показано Е. Я. Ранцман и Р. А. Сорокиной (1964), относится плотина оз. Сары-Челек (Северная Фергана). Согласно устному сообщению геолога П. Д. Резвого, аналогичное происхождение имеет плотина оз. Яшинкуль (Яшилкуль) в долине притока Исфайрамса р. Тегермач, которая, как и все перечисленные выше озерные плотины, считалась обвальная. Ее внутреннее строение вскрыто врезом, образовавшимся при катастрофическом селевом паводке 20 июня 1966 г.

Проследивая ряд: глыбовые надвиги — структуры типа Битути — гравитационные надвиги, можно убедиться, что в ряде случаев затруднительно провести четкую грань между тектоническими и гравитационными надвигами. Этот ряд свидетельствует о неразрывной связи эндогенных и гравитационных процессов. Если продолжить этот ряд через гравитационные надвиги, в формировании которых вместе с гравитацией принимали участие суффозионные процессы и процессы боковой эрозии, к сейсмооползням или простым оползням блокового типа, также широко развитым на фронтальных склонах глыбовых надвигов в районах повышенного атмосферного увлажнения или выходов подземных вод и на участках развития пластичных пород (юго-западный склон Ферганского хребта — долины рр. Яссы, Каракульджа, Тар, долины рр. Куршаба в юго-восточной и Караунгура в северо-восточной Фергане), то мы получим единую генетическую последовательность — от глыбовых надвигов до нормальных оползней. Детальная характеристика этого ряда требует специального рассмотрения и не является задачей данной работы.

Развитие фронтальных надвиговых склонов в тех случаях, когда они расчленены небольшими консеквентными долинами, имеет свои особенности. Роль гравитационных процессов в основном сводится к приспособлению отдельных блоков аллохтона к неровной эрозионной поверхности автохтона, хотя изредка встречаются блоки отседания, скальные оползни небольших размеров и гравитационные надвиги. Основное значение имеют процессы эрозии в консеквентных долинах.

Характер преобразования рельефа фронтальных частей надвиговых глыб в последнем случае зависит от простирающихся систем тектонической трещиноватости аллохтона, контролирующей характер его расчленения. В качестве примера рассмотрим надвиг северного склона хр. Алтынказык (юго-восточная Фергана, Наукатская впадина). Здесь имеет место надвигание отдельных свит среднепалеозойских известняково-сланцевых толщ друг на друга и на верхнеплиоценовые и нижнеплейстоценовые галечники и конгломераты. Следовательно, надвиг может быть датирован концом раннего — началом среднего плейстоцена.

Из анализа морфологии вершинной поверхности северного склона хр. Алтынказык (уроч. Эш) следует, что к моменту наиболее интенсивных подвижек по данному надвигу относительное поднятие хребта над подгорными равнинами не было значительным. Основное поднятие хребта совпало с оживлением древнего разлома типа надвига по его северному

склону. Одновременное действие горизонтальных и вертикальных напряжений на надвиговую глыбу обусловило возникновение ортогональной системы трещиноватости. При этом по трещинам, перпендикулярным фронту надвига, из-за неравномерного распределения горизонтальных напряжений возникли вторичные сдвиги.

Одновременно с усилением поднятия и надвиговых подвижек резко активизировалась эрозия, направление действия которой было predeterminedено ортогональной системой трещиноватости. Постепенное углубление трещинно-обусловленных эрозионных врезов в конечном итоге привело к постепенному разобщению массива аллохтона на отдельные динамически не связанные между собой блоки. Эрозионное разобщение блоков имело следствием прекращение подвижек передовой части аллохтона и дальнейший размыв и разрушение потерявших способность к горизонтальному перемещению останцов. В настоящее время некоторые останцы передовой части аллохтона размывы почти полностью и от них сохранились лишь фрагменты тектонической брекчии подошвы, сходные по облику с так называемыми древними «брекчиями осыпей» (рис. 2).

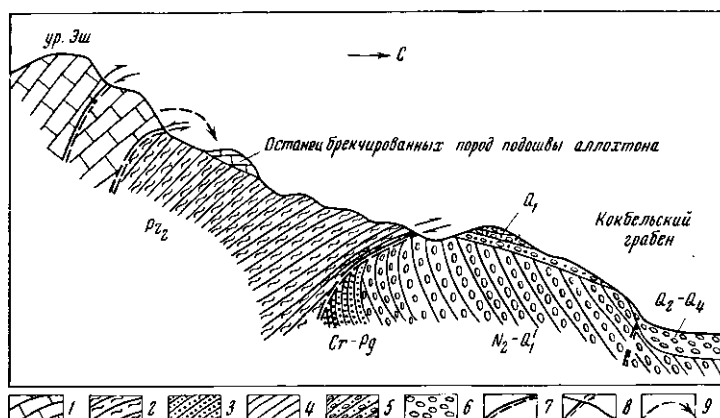


Рис. 2. Надвиг северного склона хр. Алтынказык (юго-восточная Фергана)

1 — массивные известняки; 2 — эффузивно-сланцевая толща; 3 — красочетные песчано-глинистые отложения; 4 — серые валуно-галечные конгломераты; 5 — мелкие галечники с песчано-суглинистым заполнителем; 6 — пролювиальные галечно-суглинистые отложения; 7 — плоскости взбросовых и надвиговых сместителей; 8 — направления смещений по взбросам и надвигам; 9 — общее направление смещения аллохтона

Расчленение надвиговой глыбы северного склона хр. Алтынказык и связанное с этим прекращение горизонтальных движений произошло в конце раннего — начале среднего плейстоцена. Большинство молодых глыбовых надвигов горной Ферганы и прилежащих районов также почти полностью стабилизировалось в раннем плейстоцене: северные склоны хребтов Боорды, Арпалык, Чимкайтау, Гаузан, Сухумтау, южные склоны хребтов Ишметау, Кызылкияк, Алмолы (южная Фергана), краевые надвиги юго-восточного и западного склонов Чаткальского хребта, западных отрогов Ферганского хребта, гор Алаш и Чаактау (северная Фергана), западных отрогов Гиссаро-Зеравшанской горной системы (Аксуйский глыбовый надвиг в восточной части бассейна Кашкадарьи) и др. В свете вышеизложенного представляется возможным предположить, что общее и примерно одновременное прекращение горизонтальных подвижек по глыбовым надвигам горной Ферганы и других районов имеет общую причину — эрозионное разобщение аллохтонных глыб на отдельные блоки, утерявшие динамическую связь вследствие развития врезов, приурочен-

ных к системам трещин, формирующихся при синхронных вертикальных и горизонтальных перемещениях глыб.

Некоторые глыбовые надвиги развивались и позднее начала среднего плейстоцена. Таковы позднеплейстоценовые надвиги средней части долины р. Карасу-Восточной, ранне- и среднеплейстоценовый надвиг урочища Язгачу в низовьях этой же долины, надвиги северных склонов хребтов Кызылкунгей и Ялгызарча (низкие предгорья северного склона Алайского хр.), некоторые участки краевых надвигов северного и южного ограничений Исфанинской и Ляйлякской впадин (северный склон Туркестанского хр.), проявлявшие активность в среднем плейстоцене (рис. 3).

Ревизия некоторых участков развития древних брекчий осыпей, располагающихся на второстепенных водоразделах, и особенно плотин горных озер, ранее считавшихся обвальными, в сочетании с тщательным морфологическим анализом, позволит, вероятно, выявить многие новые участки развития молодых глыбовых надвигов. Вопрос о наличии глыбовых надвигов и их активности особенно остро стоит в районах горного гидротехнического строительства, а также в связи с тем, что некоторые

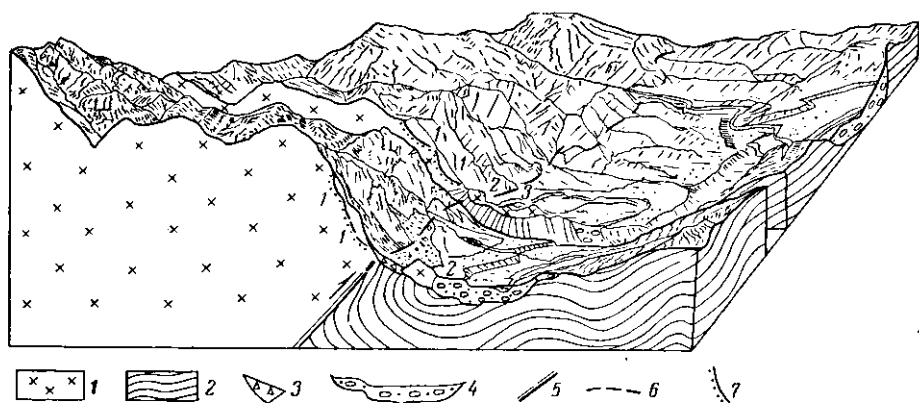


Рис. 3. Морфология фронтальных частей глыбовых надвигов различных типов

1 — аллохтон — дислоцированные и метаморфизованные отложения палеозоя; 2 — автохтон — дислоцированные отложения верхнего палеозоя или мезокайнозоя; 3 — коллювиальные шлейфы; 4 — аллювиальные отложения; 5 — надвиговые сместители в разрезе; 6 — выход линии надвига на поверхность; 7 — гравитационные трещины скалывания, бортового отпора и отседания. Цифрами на рисунке обозначены: 1 — скальные оползни; 2 — гравитационные клиппы; 3 — гравитационные надвиги

глыбовые надвиги, по-видимому, перекрывают фланги рудных тел известных крупных месторождений полезных ископаемых.

Из изложенного ясно, что наиболее четко геоморфологическими методами выявляются глыбовые надвиги, фронтальные склоны которых сопровождаются крупными долинами. Здесь «лбы» надвигов поднимаются в виде весьма крутых ступенчато-вышуклых скальных склонов. Их полножия скрыты свежей коллювиальной аккумуляцией, среди которой выделяются крупные блоки разрушенных скальных оползней. На самом скальном склоне можно выделить зарождающиеся, развивающиеся и разрушающиеся скальные оползни. Общий характер активности гравитационных, особенно скально-оползневых процессов, как правило, отражает активность самого надвига.

Наличие гравитационных клиппов и гравитационных надвигов указывает, по-видимому, на сравнительно медленные надвиговые подвижки. Однако этот критерий не является однозначным, так как эти образования связаны также с динамикой эрозионных врезов на самих надвиговых склонах и особенно у их подножий.

Пока менее четко разработаны критерии опознавания активных глыбовых надвигов, расчлененных небольшими консеквентными врезами. Здесь можно указать на следующие геоморфологические признаки активных горизонтальных подвижек, также не однозначные и действительные при дополнении их наблюдениями над тектоническими перекрытиями, зонами развальцевания в подошве аллохтона и т. д. Верховья консеквентных долин, заложенные на фронтальном склоне, имеют облик замкнутых амфитеатров с относительно пологим дном, ограниченным крутыми стенами. Долина, берущая начало внутри аллохтона, при пересечении зоны надвига резко меняет морфологию — склоны становятся более крутыми, V-образный поперечный профиль сменяется каньоном. На пересечении с зоной надвига русло долины пересекается крутой, обычно непроходимой скальной ступенью. Ниже ступени наблюдается трансгрессивное перекрытие коллювием ровных террасовых площадок, если последние имеют место. В целом же проблема выработки более строгих геоморфологических критериев выявления молодых глыбовых надвигов, расчлененных небольшими врезами, требует, очевидно, дополнительных детальных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Ажгирей Г. Д. Структурная геология, М., 1960.
 Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники, М., 1954.
 Биллингс М. П. Структурная геология, М., 1949.
 Высоцкий Б. П. Теория шарьяжей в русской геологической литературе. В кн.: Вопросы геологии Азии, том II, М., 1955.
 Данилович В. Н. Аркогенный тип надвигов.— Геология и геофизика, № 2, 1963.
 Кропоткин П. Н. Элементарные структуры, их классификация и терминология. «Методы изучения тектонических структур», вып. II, М., 1961.
 Лукьянов А. В. Структурные проявления горизонтальных движений земной коры.— Тр. Геологического ин-та, вып. 136, М., 1965.
 Мушкетов Д. И. Геологическая карта Средней Азии. Лист VI—7 и VII—7 (Восточная Фергана), часть I.— Тр. Геологического Комитета, новая серия, вып. 169, Л., 1928.
 Обручев В. А. Полевая геология, Л.— М., 1931.
 Пшенин Г. Н. Некоторые закономерности распространения и образования обвалов Ферганского и Алайского хребтов. Географические сообщения Института географии АН СССР, вып. 3, М., 1966.
 Рандман Е. Я. Геоморфологические исследования при проектировании гидротехнических сооружений в горных районах (на примере Тянь-Шаня).— Сб. Структурная и климатическая геоморфология, М., «Наука», 1966.
 Рандман Е. Я., Сорокина Р. А. Озеро Сары-Челек.— Природа, 8, 1964.
 Рыжков О. А. Альпийские блоковые поля Узбекистана.— Материалы 2-го Всесоюзного тектонического совещания в Душанбе, М., 1966.
 Синицын Н. М. Тектоника горного обрамления Ферганы. Л., 1960.
 Справочник по тектонической терминологии, М., 1970.
 Уиллис Б., Уиллис Р. Структурная геология (геологические структуры). Баку, 1932.
 Хаин В. Е. О глыбово-волновой (складчато-глыбовой) структуре земной коры.— МОИП, отд. геол., том XXXIII, вып. 4, 1958.
 Хаин В. Е. Общая геотектоника, М., 1964.
 Шульц С. С. Анализ новейшей тектоники и рельеф Тянь-Шаня.— Зап. ВГО, новая серия, т. 3, М.— Л., 1948.
 Leuchs K. Grundzüge der Entwicklungsgeschichte der Tian-Schan Systems.— Тр. 3-го Всес. съезда геологов. Ташкент, 1930.
 Machatschek F. von. Die westliche Tian-Schan.— Petermanns Mitteilungen, № 176, Heft 4, 1912.

**RELIEF DEVELOPMENT IN THE FRONTAL PARTS
OF THE MOST RECENT OVERTHRUSTS IN THE MOUNTAIN FRAMING
OF FERGANA**

G. N. PSHENIN

S u m m a r y

Discussed is the relief evolution in the frontal parts of the most recent overthrusts as depending on the relation of the overthrusts fronts and erosional cuttings. A number of large gravitational and gravitational-tectonic phenomena are described. These are rock landslides, gravitational clips and gravitational overthrusts. Different types of these phenomena may serve as good diagnostic features pointing to their present activity, if they are considered against an analysis of the general morphology of the rock slopes in the frontal parts of the block overthrusts.