

Summary

The gully erosion at the Tadzhik SSR territory is characterized, causes of gullies formation are revealed, some data on rate of gully development and on gullies morphology are given. It is established that Central and South-Eastern Tadzhikistan is most affected with gullies. One of the most eroded regions — Faizabad — is discussed in detail. Three maps of the region have been compiled — gullies density within geomorphological zones, general density and areas of gullies. The most gullies density appeared to be in the zone of medium height mountains, the least density — in the high mountains and valleys. The gullies density and areas are in close connection with rock lithology, the maximum values being confined to Cretaceous rocks and minimum values — to solid rocks.

УДК 551.432.447 (470.22)

ВОЙТОВИЧ В. С.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ИЗУЧЕНИИ РАЗЛОМОВ В КАРЕЛИИ

При морфоструктурных исследованиях путем прослеживания линейных форм рельефа в ряде районов выявлены крупные, протягивающиеся на десятки и сотни км разломы — линеаменты (Фаворская и др., 1974; Волчанская и др., 1975, и др.). Геоморфологический метод изучения разломов по сопряженным с ними линейным формам рельефа можно называть линеаментным (от латинского *linea*), он может быть эффективным при региональных и детальнх геологических и металлогенических исследованиях, в том числе в рудных районах и на рудных полях.

Ниже рассматриваются некоторые результаты применения этого метода в ряде районов Карелии, где линейные формы рельефа прослежены путем изучения топографических карт, аэрофотоснимков, а также аэровизуальными наблюдениями, что в сочетании с геологическими исследованиями позволило выявить разломы разных порядков, системы разрывных нарушений различных направлений и тектонические зоны. В этих структурах обнаружены проявления полезных ископаемых.

Карелия расположена в восточной части Балтийского щита, сложенного образованиями архея и протерозоя. Здесь при изучении разрывных нарушений геоморфологическим методом оказалось целесообразным различать следующие их разновидности: I — древние разломы преимущественно протерозойского возраста, которые местами благодаря эрозионно-денудационным процессам выражены на местности ложбинами и другими формами рельефа; II — обновленные древние и новообразованные, новейшие разломы: а) взбросы и взбросо-сдвиги, прослеживающиеся в виде уступов, часто обрывистых; б) раздвиги, имеющие характер открытых трещин — тектонических щелей; III — обновленные древние и новейшие тектонические зоны сгущений разрывных нарушений с многочисленными сближенными различными линейными формами рельефа в их пределах.

Древние протерозойские разломы часто сопровождаются дроблением и расщеплением пород, за счет размыва которых образуются небольшие понижения рельефа: ложбины, рвы, ямы, заболоченные низины. Иногда такие формы микрорельефа наиболее резко выражены над приуроченными к разломам рудными телами, сложенными неустойчивыми к

плитуде вертикального смещения по разлому докембрийских отложений или заметно меньше ее в случае унаследованного развития новейшего смещения по древнему взбросу (рис. 1, II, III). Местами новейшие движения по разломам были инверсионными, т. е. происходили в противоположном направлении по сравнению с более значительными древними (рис. 1, III).

На отдельных участках устанавливаются быстрые изменения амплитуд и направлений вертикальных подвижек по простиранию разломов, что часто указывает на горизонтальные движения по ним и характерно для взбросо-сдвигов (Суворов, 1968). По-видимому, вследствие горизонтальных подвижек по сближенным взбросо-сдвигам местами произошло проседание узких блоков между ними и образовались несколько приостретенные в плане впадины, заполненные озерами (рис. 1, VII). Такого рода впадины типа «сдвиговых рифтов» характерны для зон новейших взбросо-сдвигов и сдвигов (Войтович, 1969).

Раздвиги чаще всего выражены узкими, шириной от 2—3 до 20—40 см, изредка до 1—3 м, зияющими трещинами. В ряде случаев видно, что стенки раздвигов имеют сходную взаимно совмещающуюся, иногда дугообразную форму, что доказывает их образование за счет раздвигания, а не денудации стенок разрывов (рис. 1, см. также Войтович, 1973).

На рассматриваемой территории существуют длительно развивавшиеся, обновленные в новейшее время прямолинейные, линейные зоны разломов. Одна из них — Койкарская — протягивается в субмеридиональном направлении более чем на 100 км при ширине до 6—10 км. В ее пределах прослеживаются многочисленные продольные разрывные нарушения и более редкие диагональные и поперечные разрывы. К ним приурочены интрузии ультраосновного, основного, среднего и кислого состава, жилы, жильно-штокверковые зоны и гидротермально-измененные породы, особенно вторичные кварциты. В целом эта зона разломов имеет глубокое заложение. В новейшую эпоху древние разломы большей частью были обновлены. На топографических картах, аэрофотоснимках и на местности видно, что здесь широко распространены линейные формы рельефа: уступы, спрямленные отрезки долин, узкие котловины озер и заболоченные понижения, узкие скальные гряды — сельги. Статистическое изучение их ориентировки свидетельствует о резком преобладании линейных форм рельефа субмеридионального направления, расположенных вдоль преобладающих продольных разрывных нарушений (рис. 2). Гораздо реже наблюдаются линейные формы рельефа других направлений, соответствующих диагональным и поперечным разломам. Местами выделяются тектонические зоны сгущений разрывных нарушений.

В детально изученной части Койкарской зоны (рис. 3) выделены участки с большим числом сближенных линейных форм рельефа: уступов, ложбин, небольших логов и гряд. Палеорельеф, в какой-то мере сходный с современным микрорельефом, существовал в рассматриваемой части Койкарской зоны в среднем протерозое. Об этом свидетельствуют выявленные по данным бурения и непосредственно в обнажениях палеорусла, ограниченные древними погребенными тектоническими уступами и выполненные среднепротерозойскими ятулийскими аллювиальными отложениями (рис. 4) с россыпными проявлениями полезных ископаемых в них. В одном из палеорусел обнаружены обломки зерен галенита, сфалерита, пирита и других рудных минералов. Вблизи него удалось найти досреднепротерозойские коренные рудопроявления, которые, вероятно, служили источниками россыпных рудных минералов палеорусла. Одно из них, представленное вторичными кварцитами, приурочено к резкому торцовому сочленению разломов субширотного и субмеридионального направлений, выраженных на местности линейными долинами (рис. 3).

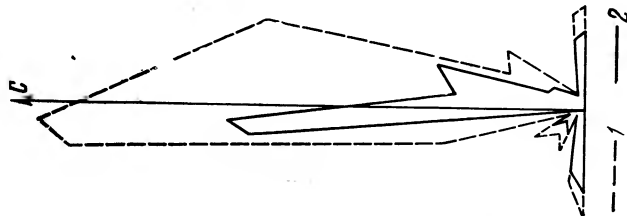


Рис. 2

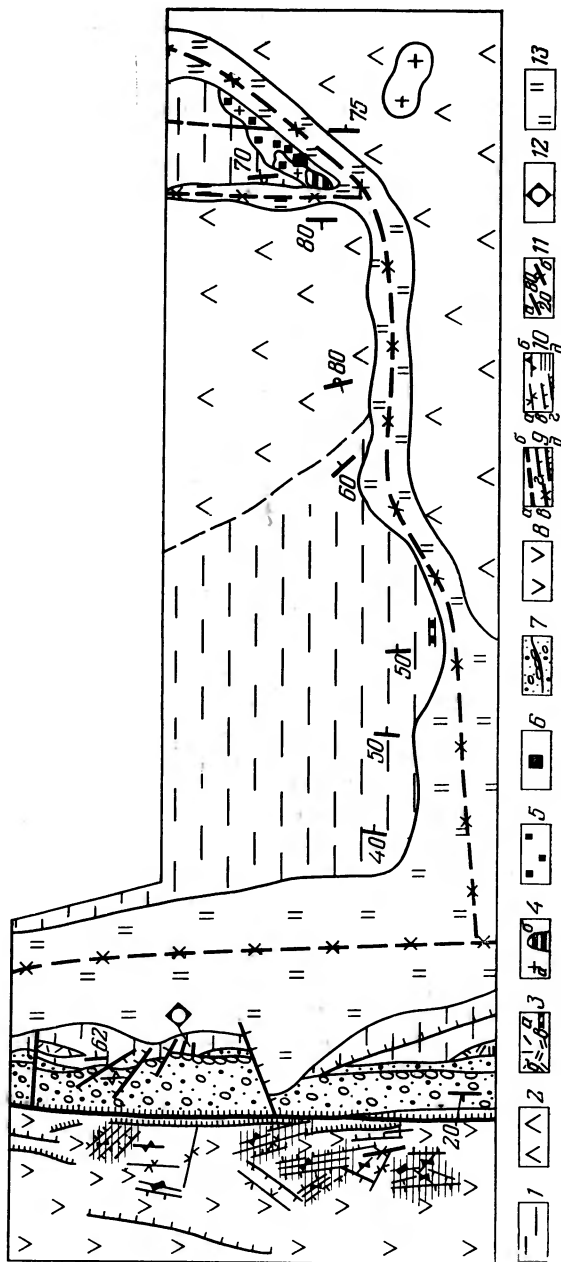


Рис. 3

Рис. 2. Роза-диаграмма линейных форм рельефа части Койкарской глубинной зоны разломов

1 — суммарная длина, 2 — количество линейных форм рельефа

Рис. 3. Схема геологического строения и некоторых линейных форм рельефа части Койкарской глубинной зоны разломов

1—6 — нижнепротерозойские образования: 1 — сланцево-пелитовая толща; 2 — толща средних — основных вулканитов; 3 — эффузивы липаритовые (а) и дацитовые (б), графитистые сланцы (в); 4 — интрузии гранитоидов (а) и гипербазиты (б); 5 — вторичные кварциты; 6 — зоны пиритизации; 7 — 8 — средний протерозой, ятулий; 7 — нижнетульский толща аллювиальных кварцевых конгломератов, песчаников и гравелитов (а — конгломераты основания второго осадочного цикла толщи), 8 — метапорфириты, 9 — разрывные нарушения, прослеженные (а) и предполагаемые (б), в том числе выраженные линейными формами рельефа — тальвегами долин и осевыми частями озер (в), уступами и переступами склонов (г) и обрывами (д); 10 — линейные формы рельефа предположительно вдоль разрывных нарушений: оси логов (а), грабни поднятий и гряд (б), уступы и переступы склонов (в), обрывы (г), заштрихованы участки сгущения линейных форм рельефа (д); 11 — элементы залегания стов нор-мальные (а) и опрокинутые (б); 12 — проявление россыпных рудных минералов (галенита, сфалерита и др.) в нижнетульском палеорудстве, 13 — четвертичные стиг-

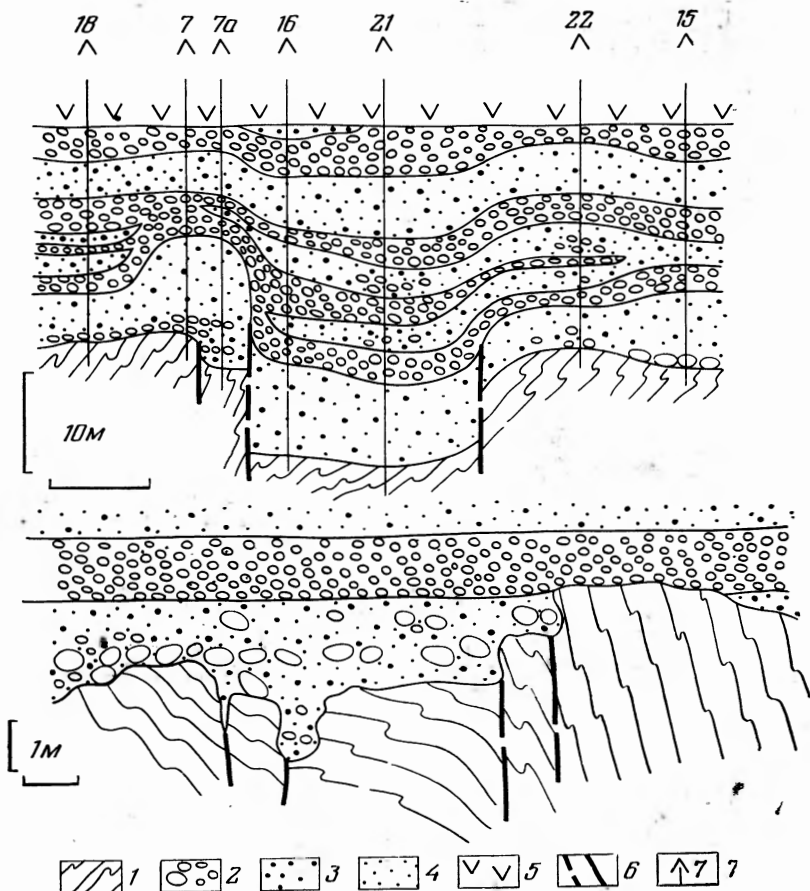


Рис. 4. Среднепротерозойские (нижнеутильские) палеоруслы, ограниченные погребенными тектоническими уступами. Вверху изображено палеорусл, установленное бурением, внизу наблюдающееся в обнажении, причем в его днище видны трещины и углубления, в одном из которых утильские аллювиальные отложения обогащены обломками рудных минералов

1 — нижнепротерозойские сланцы, 2—4 — нижнеутильские аллювиальные отложения; 2 — кварцевые конгломераты и отдельные валуны и гальки кварца, 3 — гравийные обломки, 4 — песчаники; 5 — метапорфиры, перекрывающие нижнеутильские отложения; 6 — разрывные нарушения, 7 — скважины и их номера

Таким образом, использование геоморфологического метода изучения разрывных нарушений при детальном геологическом исследовании и поисковых работах помогло раскрыть ряд особенностей геологического строения участка Койкарской зоны разломов и обнаружить новые проявления полезных ископаемых.

В одном из старых рудных районов, где добывались медные руды в XVIII—XIX вв., выделяются тектонические зоны сгущений разрывов по многочисленным сближенным линейным формам рельефа (рис. 5). В наиболее широкой из таких зон наблюдаются многочисленные щелевидные котловины озер и болот, благодаря чему она в общих чертах хорошо видна даже на мелкомасштабных топографических картах и при аэровизуальных наблюдениях с большой высоты. Здесь прослеживается большое число сближенных обновленных древних разрывных нарушений, сопровождающихся раздробленными, переметыми и рассланцованными породами. Разрывы и наблюдающиеся вдоль них линейные формы рельефа в подавляющем большинстве ориентированы в северо-западном направлении. Устанавливаются крупные разломы, выраженные наиболее

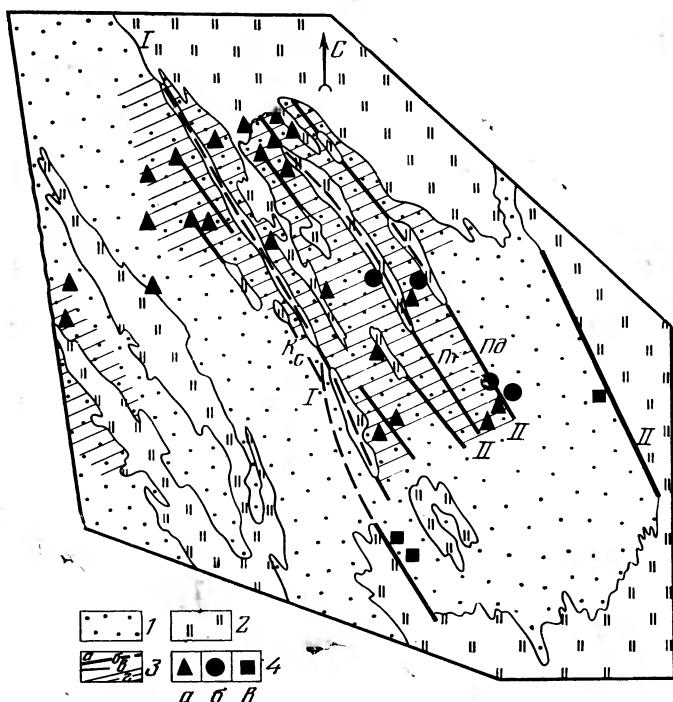


Рис. 5. Схема тектонических зон и крупных разломов рудного района

1 — протерозойские образования, 2 — четвертичные отложения, в том числе озер и болот; 3 — разломы первого (I) и второго (II) порядков (а), в том числе под четвертичными отложениями (б), отдельные прочие разрывные нарушения (в) и тектонические зоны с большим числом сближенных разрывных нарушений, выделенные геоморфологическим методом (г); 4 — проявления полезных ископаемых с медью (а), благородными (б) и другими металлами (в); разломы: Кс — Космозерский, Пт — Путкозерский, Пд — Падмозерский

протяженными линейными формами рельефа, которые подразделяются по протяженности на разные порядки. Наиболее протяженный Космозерский разлом первого порядка прослеживается линейными глубокими котловинами Космозера и зал. Кефтенгуба Онежского озера. Этот разлом глубинный, разделяющий тектонические блоки разного геологического строения, которые различаются глубиной залегания архейского гранитогнейсового фундамента протерозойских отложений. Рудопроявления и месторождения, представленные сульфидно-кварцево-карбонатными жилами и зонами сплошных и вкрапленных сульфидных руд (Тимофеев, 1934, и др.) приурочены к тектоническим зонам и к разломам первого и второго порядков. Эти зоны и разломы могут быть перспективны для дальнейших поисков.

Изучение разрывных нарушений с применением геоморфологического линеamentного метода производилось примерно в следующей последовательности: 1) выделение линейных форм рельефа на крупномасштабных топографических картах с использованием аэрофотоснимков и аэровизуальных наблюдений; 2) выделение зон сгущений линейных форм рельефа (как возможных тектонических зон); 3) выделение участков пересечений и торцовых сочленений линейных форм разных направлений; 4) выделение протяженных линеamentов с возможным разделением их на порядки; 5) построение роз-диаграмм линейных форм рельефа для отдельных участков.

Линейные формы рельефа, зоны их сгущений, торцовых сочленений и пересечений и направления преобладающей ориентировки их наносились на картосхемы или геологические карты. Затем при полевых геологиче-

ских исследованиях с учетом этих данных устанавливались разломы разных порядков, участки их пересечений и торцовых сочленений, системы разрывов и трещин разных направлений и тектонические зоны сгущений разрывных нарушений. По результатам металлогенических исследований, геохимических съемок и шлихового опробования намечались участки этих структур, благоприятные для поисков полезных ископаемых.

Нужно заметить, что иногда геоморфологическим методом удается обнаружить разрывные нарушения, не выявленные при дешифрировании аэрофотоснимков, в том числе крупные разломы (например, выраженные протяженными линейными долинами или котловинами озер). На аэрофотоснимках видны лишь отдельные фрагменты этих структур или оперяющие их разрывные нарушения.

В последние годы начал применяться линеаментный метод изучения разрывных нарушений с использованием увеличенных космических снимков. При этом некоторые американские геологи линейные формы рельефа короче 1,6 км называют «следами разрыва», а более протяженные — «линеаментами» (Геологические исследования..., 1975). Иногда все линейные формы рельефа априорно считаются тектоническими, хотя это следует доказывать геологическими наблюдениями.

Исследования последних лет свидетельствуют, что ориентировка речной сети в значительной мере, а в некоторых районах почти полностью определяется направлениями разрывных нарушений (Сизиков, 1968, и др.). Этим обусловлены благоприятные предпосылки для дальнейшей разработки и широкого применения геоморфологического линеаментного метода изучения разрывных нарушений — одного из перспективных методов интенсивно развиваемого в настоящее время морфоструктурного анализа.

ЛИТЕРАТУРА

- Войтович В. С. Природа Джунгарского глубинного разлома. М., «Наука», 1969.
Войтович В. С. Тектонические щели Карелии и Кольского полуострова. «Природа», № 4, 1973.
Волчанская И. К., Сапожникова Е. Н., Кочнева Н. Т. Морфоструктурный анализ при геологических и металлогенических исследованиях. М., «Наука», 1975.
Геологические исследования из космоса. М., «Мир», 1975.
Сизиков А. И. Совместный анализ рисунка долинно-балочной сети и разрывных нарушений, контролирующих эндогенное оруденение (на примере юго-восточного Забайкалья). В кн. «Геоморфологические методы поисков эндогенного оруденения». Изд-во Забайкальского фил. геогр. о-ва СССР, Чита, 1968.
Суворов А. И. Закономерности строения и формирования глубинных разломов. М., «Наука», 1968.
Тимофеев В. М. Месторождения медных руд Заонежья. «Изв. Ленингр. геол. гидрогеод. треста», № 2, 1934.
Фаворская М. А., Томсон И. Н., Баскина В. А., Волчанская И. К., Полякова О. П. Глобальные закономерности размещения рудных месторождений. М., «Недра», 1974.

ЦНИГРИ

Поступила в редакцию
15.XII.1975

GEOMORPHOLOGICAL TECHNIQUE APPLICATION TO FAULT STUDIES AT KARELIA

VOITOVICH V. S.

Summary

A method of disjunctive dislocation study is considered using linear landforms connected with faultlines, the former being traced at topographic maps, aerial photographs or by visual observations from airplane. The method (used together with geological studies) revealed ancient and neotectonic faults of various orders as well as tectonic zones

characterized with high density of fractures. Neotectonic faults are mainly upthrusts, strike-slip faults and tear faults. There were established three types of neotectonic rejuvenation of ancient faults: direct rejuvenation, dispersion and shift. In case of direct rejuvenation the neotectonic movements take place directly along the ancient fault plane, in case of dispersion a zone of neotectonic fractures develops instead of a single fault, while in case of shift the most active neotectonic movements take place aside of the ancient tectonic suture.

The method of geomorphological lineaments applied to disjunctive dislocations can be useful for regional and detailed geological studies and ore prospecting including those in ore regions and within ore fields.

УДК 551.4.042 : 519.2

КАДЕТОВ О. К.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОДОЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ РЕК ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ МОРФОСТРУКТУР

Продольный профиль реки представляет собой сложную кривую, в форме которой отражено влияние целого ряда факторов, важнейшие из них — распределение расходов по длине реки, строение ложа (литология), положение базиса эрозии, дифференцированные тектонические движения (Марков, 1948; Маккавеев, 1955, 1971; Мещеряков, 1965, и др.) Выделить и оценить роль тектонических движений можно, исключив влияние остальных факторов. Если это удастся сделать, то анализ продольных профилей получает важное значение при морфоструктурных исследованиях, в особенности для слабоизученных районов, где приходится пользоваться главным образом данными морфометрии.

Один из наиболее доступных и объективных приемов структурно-геоморфологических исследований — статистический. Он позволяет обнаружить «геоморфологические аномалии, которые представляют собой резкие отличия величин изучаемых свойств на каком-либо участке от средних, «фоновых» значений, характерных для всего объекта в целом» (Воробьев и др., 1971).

В основу предлагаемого способа анализа положена зависимость между морфометрическими характеристиками продольного профиля и площадью водосбора реки. В качестве главного критерия оценки формы кривой профиля принят показатель «относительной глубины» эрозионного расчленения в данном створе Z (рис. 1, а). Он определяется как разность высот условного уровня H_a , соответствующего отметке некоторого пункта в верховьях реки, и данной точки продольного профиля h_n :

$$Z_n = H_a - h_n. \quad (1)$$

Распределение величин показателя Z по длине реки характеризует форму продольного профиля и наряду с этим тесно связано с изменяющимися по длине водотока уклонами i — основным показателем, используемым при изучении продольных профилей. Однако при измерении уклонов возможны ошибки, так как уклоны значительно меняются на небольших расстояниях в зависимости от местных условий. Измеренная вели-