

Л. Н. ЗОГРАБЯН и Р. А. АРАКЕЛЯН

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КАРТ БАЗИСНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
В АНАЛИЗЕ МОРФОСТРУКТУРЫ МОЛОДОЙ
СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ
(на примере Армянской ССР)

Как известно, рельеф Земли является своеобразным естественным «автографом», который фиксирует почти все основные движения в земной коре и под ней. Задача геоморфологов—дешифровать его. Одним из методов дешифровки рельефа является количественный метод или морфометрия, которая в настоящее время применяется в Советском Союзе.

Из морфометрических методов наиболее приемлемым считается метод, разработанный В. П. Философовым. Этот метод опробован в платформенных условиях для выявления тектонических структур. Однако, морфометрией молодых горных стран с активно подвижными участками земной коры начали заниматься совсем недавно и появились пока только первые работы. Это можно объяснить, во-первых, тем, что структуры в горах в основном обнажены и для выявления их применимы другие геолого-геоморфологические методы, считавшиеся удовлетворительными: до самого последнего времени, во-вторых, геологические структуры горных областей более сложны и разнообразны и резко отличаются от платформенных как по масштабу, так и по темпу неотектонических движений, что не позволяет применять уже разработанные для платформенных областей морфометрические методы анализа.

Работы В. П. Философова (1960) и др. показывают, что на платформенных участках морфометрией выявляются тектонические структуры, которые обычно совпадают с морфоструктурой. Но при изучении рельефа и неотектонических движений на территории Армянской ССР, являющейся молодой сложно построенной горной страной, нам пришлось столкнуться с тем фактом, что не всегда морфологические структуры совпадают с более древними тектоническими структурами. Например, в южной части республики—Зангезуре, мы имеем две разные геологические структуры—Кафанский и Зангезурский антиклинории, отличающиеся друг от друга возрастом слагающих пород, направлением тектонических элементов, интенсивностью складчатости. Они входят не только в разные тектонические зоны, но также и в разные металлогенические зоны.

Кафанский антиклинорий сложен мезозойскими (юра-мел) вулканогенно-осадочными фациями, собранными в широкие складки северо-западного направления. Он входит в Сомхето-Кафанскую зону структур Малого Кавказа* (А. А. Габриелян, 1959), которой соответствует Ала-

* Ряд авторов (К. Н. Паффенгольц, 1961, и др.) Кафанский блок выделяют как самостоятельную структурную единицу, сложенную мезозойскими отложениями.

верди-Кафанская металлогеническая зона (И. Г. Магакьян и С. С. Мкртчян).

Зангезурский антиклинорий более молодой (мел-эоцен). Он входит в Армянскую складчатую зону (К. Н. Паффенгольц, 1961, А. А. Габриелян, 1959, С. С. Мкртчян, 1958 и др.) и состоит из многих коротких складок тоже общекавказского направления. Этот структурный комплекс осложнен крупными третичными интрузиями. Вышеупомянутые структуры обрываются крупным Гирратахским надвигом.

Однако, и Кафанский антиклинорий, и восточная часть Зангезурского антиклинория представляют собой морфологическую структуру — большой блок, приподнятый до 3200 м. Это показано на неотектонической карте Е. Е. Милановского (1962) и на карте изобазитов, составленной нами (фиг. 3). Но, любопытно отметить, что западная половина Зангезурского структурного комплекса обособляется как отдельная морфологическая структура с более интенсивными неотектоническими движениями, что выражается в наибольшей приподнятости, достигающей в отдельных местах около 4000 м. Граница между этими двумя морфологическими структурами фиксирована серией разломов (Агарак-Таштунский разлом).

Мы не отождествляем морфоструктуры с геологическими или тектоническими структурами. Обычно морфологическими считаются структуры, созданные неотектоникой и являющиеся ядром рельефа, на котором в дальнейшем деструктивные агенты вырабатывают свой орнамент. Морфологические структуры могут быть либо унаследованными от прежних геологических структур, либо перестроенными, не имеющими ничего общего с прежней структурой. Примеры подобных сложнопостроенных структур имеются в нагорной территории между Курой и Араксом, основную часть которой занимает Армянская ССР. Здесь складчато-глыбовые зоны Малого Кавказа, Приараксья, а также вулканических нагорий, в основном, имеют блоковую морфоструктуру с дифференциальными движениями отдельных блоков.

Морфологический анализ гребневых (первичных) и склоновых (последующих) поверхностей выравнивания, а также морфометрический анализ крупных долин показывают ассиметрию большинства блоков — наклонность к соседним прогибам.

Общий морфометрический анализ и неотектоническое изучение показывает различие в темпах поднятия отдельных морфоструктурных единиц, о чем было сказано Н. В. Думитрашко (1953), Е. Е. Милановским (1962) и др.

Внешняя зона Малого Кавказа (пограничная между погрузившейся Куринской депрессией и воздымающейся внутренней зоной Малого Кавказа) сравнительно медленно поднимающаяся. Здесь первичные (гребневые) денудационные поверхности (в основном олигоценового возраста) расположены на высоте 2600—2800 м. В пределах республики наиболее интенсивно приподнят Зангезурский хребет. Общее поднятие здесь около 6000 м в течение $Pg_3—Q_3$. (имеется ввиду также общая денуда-

ция хребта), причем поднятие в Q составляет не больше 200—250 м. Надо отметить, что это пока первое приближение к изучению неотектонических движений, требуется уточнение их темпа и характера применением комплексных методов морфологического анализа.

Подобные движения обычно характерны для тех участков земной коры, где широко развиты дизъюнктивные нарушения разного характера, возраста и масштаба. Территория Армении является именно таким участком, где развиты многие тектонические нарушения, часть которых перекрыта молодыми отложениями, вследствие чего они трудно фиксируются обычными геологическими методами.

Здесь, при исследовании, на первый план выдвигается морфологический, в частности, морфометрический метод анализа. Примером подобных нарушений, являющихся границами отдельных блоков, мы предположительно считаем долину среднего течения р. Раздан, где Средне-разданская котловина граничит с Цахкуняцким горстом, долину среднего течения р. Воротан, где Ераблурское вулканическое плато граничит с Баргушатским блоком и др. Они констатированы, главным образом, морфологически, в частности при анализе морфометрических карт. Уместно отметить, что морфометрически можно констатировать именно те разломы, которые выражены в рельефе, т. е. если они возникли недавно или в настоящее время являются активными.

В условиях Армянской ССР вопрос морфологического анализа морфоструктур и геологических структур осложняется также наличием молодого—плиоцен-четвертичного вулканизма. Мощные лавовые потоки и туфы покрывают обширные территории Армянской ССР, образуя слабо расчлененные вулканические нагорья (Арагац, Гегамское, Карабахское и др.), субстрат которых имеет гетерогенное строение и расчлененный (в разной степени) рельеф.

В пределах вулканических нагорий нас интересуют не только подлавовые структуры, но и сам вулканический рельеф со своими многочисленными лавовыми потоками, их направление, взаимоотношение и т. д. Только геологическим или геоморфологическим методом решить эти вопросы трудно, потому что лавовый покров сnivelировал и целиком закрыл подлавовый рельеф, что затрудняет определение его особенностей. С другой стороны, этот покров, благодаря своей молодости и фильтрующей способности горных пород, не расчленен, почему почти нигде не обнажен субстрат, за исключением периферии нагорий, где мы имеем сравнительно глубокие долины, в которых открываются небольшие окна долавовых структур.

Многочисленные лавовые потоки разной величины в своих концах образуют небольшие уступы, которые часто рядом авторов принимаются за тектонические нарушения, на что надо обратить особое внимание при исследованиях.

Наконец, надо учитывать еще то обстоятельство, что вулканические извержения, по сравнению с неотектоническими движениями, являются внезапными и могут «поднять» рельеф на несколько десятков метров (в

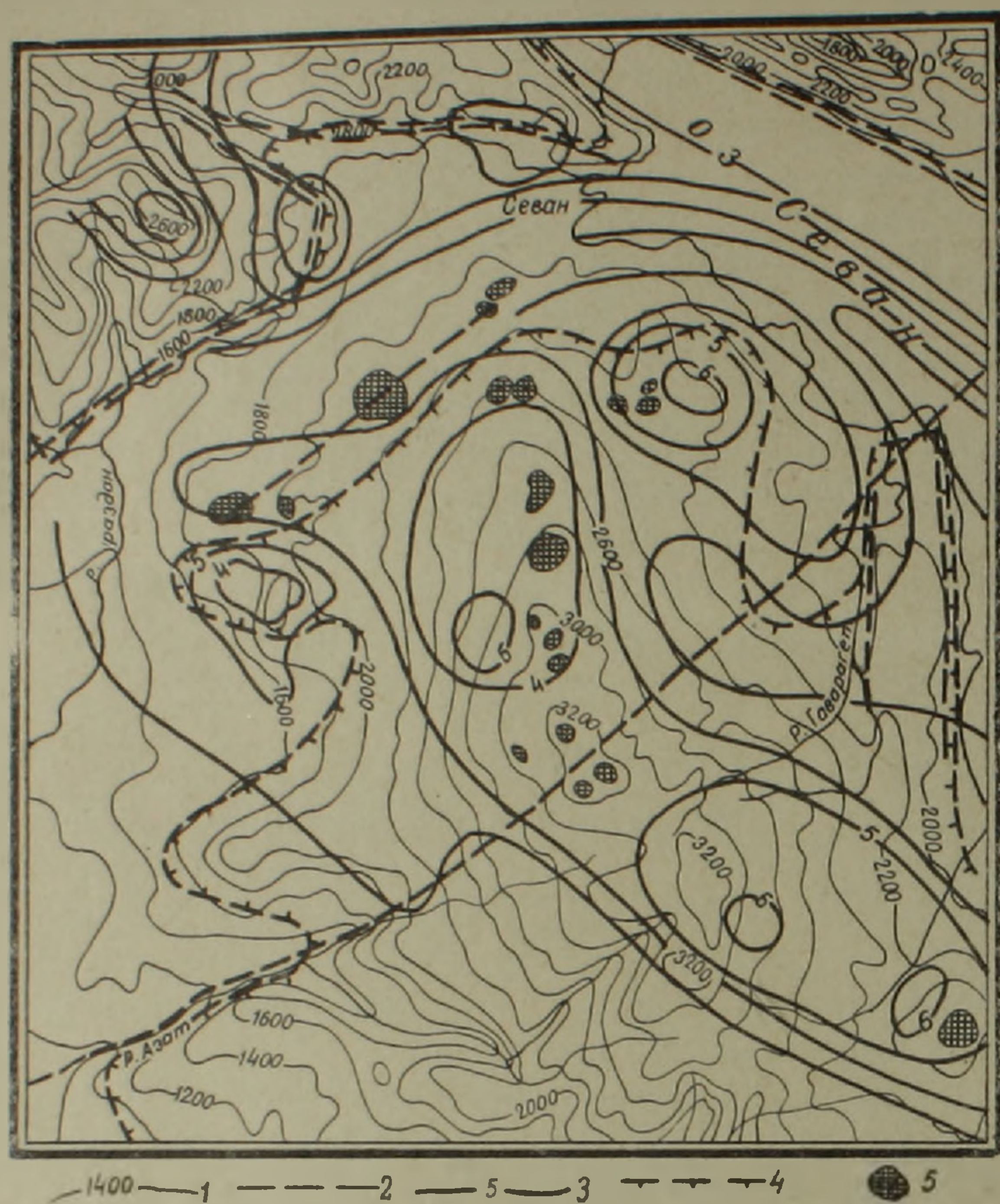
долине р. Азат мы даже имеем лавовый поток мощностью 120 м) за короткий промежуток времени. Подобное внезапное «поднятие» рельефа не следует включать в общее неотектоническое поднятие. Можно перечислить еще многие вопросы в анализе рельефа молодых вулканических нагорий, которые ждут своего решения. Однако, следует отметить, что первая попытка использования карт базисных поверхностей в такой сложной в геолого-геоморфологическом отношении области, какой является Армения, дала результаты, обнадеживающие применения их для выявления крупных морфологических структур в молодых горных странах с активными неотектоническими движениями, осложненными неовулканизмом. В качестве примера нами взяты два разных района. Один район с вулканическим покровом, а другой—лишенный подобного покрова. К первому относится крупное вулканическое нагорье Армянской ССР—Гегамское, окаймляющее оз. Севан с запада. Оно сравнительно хорошо изучено в геологическом и неотектоническом отношении, что дало возможность проверить полученные результаты путем сращения.

На составленной нами карте базисной поверхности Гегамского вулканического нагорья (рис. 1) выделялись участки неотектонических поднятий (Северо-Гегамское, Южно-Гегамское, Атисское, Ератумберское и Цахкуняцкое) с более густо расположенными и повышенными изобазитами и участки опускания вдоль рр. Раздан (Верхнеразданский, Среднеразданский, Нижнеразданский или Ереванский прогибы) с более расходящимися и пониженными изобазитами.

При сопоставлении карты базисной поверхности с картой неотектоники, составленной Е. Е. Милановским (1962) геологическими и обычными геоморфологическими методами, получились примерно одинаковые результаты.

Карта базисной поверхности Гегамского нагорья дала возможность уточнить границы молодых прогибов и поднятий, а также констатировать постепенное пологое (1°) поднятие Разданских прогибов в северо-восточном направлении. Все эти прогибы заполнены неогеновыми и четвертичными породами, мощность которых к юго-западу постепенно увеличивается, достигая 3—4 км. На неотектонической карте трудно выделить гетерогенную подлавовую структуру, но при анализе карты базисных поверхностей нам удалось выделить, хотя бы в общих чертах, некоторые особенности морфоструктуры, в частности, дизъюнктивные нарушения. Однако, надо отметить, что изобазиты, проведенные по лавовым покровам, являются в какой то степени искаженными. Они не рисуют действительной картины неотектонических движений и морфоструктуры подлавового субстрата, поскольку лавовый покров с определенной мощностью «искусственно» увеличивает темп поднятия.

Поэтому, наряду с картой базисных поверхностей существующего рельефа (в том числе и лавового покрова) нами была составлена карта базисных поверхностей только обнаженного рельефа, включая также «окна» субстрата (фиг. 2), анализ которых дал наиболее близкую к ис-



Фиг. 1. Карта изобазитов и глубин кристаллического фундамента Гегамского нагорья. 1. Изобазиты; 2. Молодые разломы; 3. Глубина залегания фундамента в км; 4. Границы морфоструктурных единиц; 5. Шлаковые конусы.

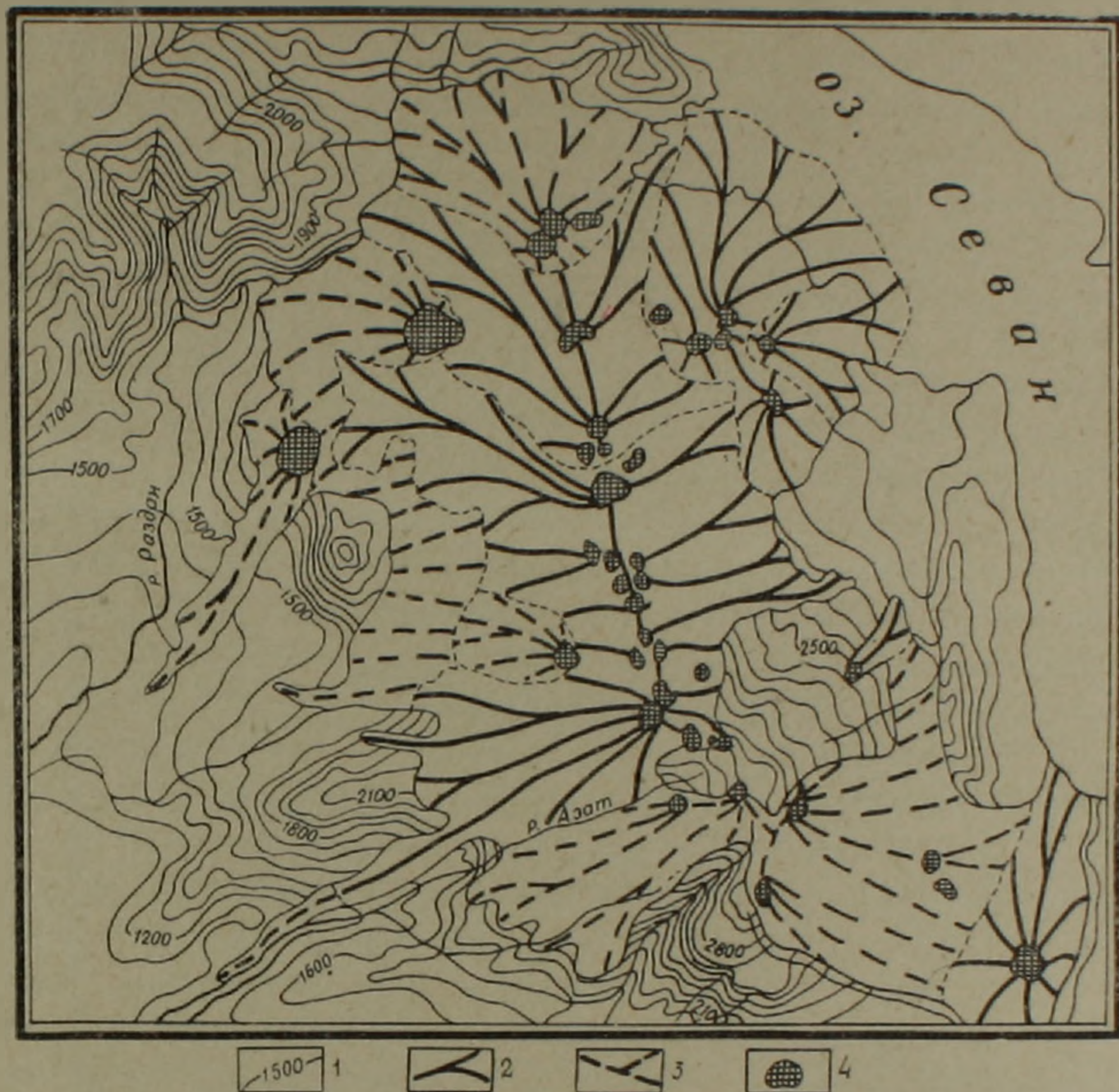
тине картину подластовой структуры. Но, поскольку составленные нами изобазиты Гегамского вулканического нагорья дают общее представление о неотектонических движениях, мы используем также и их.

При сопоставлении карты изобазитов Гегамского нагорья с геофизической картой мы получили интересные результаты. Сравнительно глубоко погруженным участкам кристаллического фундамента (5—6 км) соответствуют наиболее приподнятые участки рельефа, а на не очень глубоких участках (относительная глубина 1—2 км)—прогибы, т. е. наблюдается обратное соотношение фундамента с рельефом, доказывающее стремление отдельных блоков к изостатической уравновешенности.

При анализе карты базисной поверхности Гегамского нагорья нами был зафиксирован крупный разлом, прослеживающийся вдоль среднего течения р. Раздан, который отделяет Среднеразданский прогиб от Цахкуняцкого приподнятого массива, считавшегося крупным горстом (А. А. Габриелян, 1959). Крупный разлом в запад—северо-западном направлении по верхнему течению р. Раздан и по его притоку—р. Мармарик за-

фиксирован Е. Е. Милановским (1962) и др. исследователями. Этот разлом является границей между Верхнеразданской котловиной с одной стороны, и Памбакским и Цахкуняцким хребтами—с другой.

Изобазиты Цахкуняцкого массива, как видно на карте (рис. 1) гипсометрически расположены выше и более сближены. Это указывает на



Фиг. 2 Карта изобазитов свободных от молодого вулканического щита участков Гегамского нагорья и прилегающих территорий. 1. Изобазиты; 2. Верхнечетвертичные лавовые потоки; 3. Среднечетвертичные лавовые потоки; 4. Шлаковые конусы.

его приподнятость и крутость склонов, что наблюдается и в природе. В соседней—Среднеразданской котловине, наоборот, изобазиты расположены друг от друга не очень близко и имеют сравнительно низкие гипсометрические отметки. Эта разница изобазитов имеет отчетливо выраженную границу вдоль р. Раздан. Разумеется, что подобная резкая разница морфометрии и морфографии могла быть лишь результатом вертикального неотектонического смещения, разного направления и неодинаковой интенсивности соседних, хотя бы небольших, блоков земной коры, отделяющихся друг от друга дизъюнктивными нарушениями, на что указывает также резкий переход густоты изобазитов от котловины к массиву.

Сравнив морфометрию Среднеразданского разлома с морфометрией другого аналогичного, но геологически уже зафиксированного разлома,

прослеживающегося вдоль р. Азат в ее среднем течении и являющегося границей между Нижнеразданской котловиной и Ераносским поднятием можно наблюдать весьма большое сходство их в морфологическом и геологическом отношениях.

По всей вероятности этот разлом пересекает подластовый субстрат Гегамского нагорья в северо-восточном направлении, продолжением которого является разлом, отделяющий Малый Севан от Большого Севана.

Таким образом, карта изобазитов дала возможность выявления тех неотектонических нарушений (причем зафиксированных в рельефе), которые трудно установить обычными геологическими методами. Однако, во избежание ошибок всякого рода, нельзя делать подобные выводы без использования также других геолого-геоморфологических материалов.

Возрастом Среднеразданского разлома мы считаем средний миоцен на основании существования озерных и вулканогенных отложений $N_2^2 - Q_2$, которые заполнили котловину и отсутствуют (или почти отсутствуют) на Цахкуняцком хребте. Существование этого разлома, прожившего очень долго (возможно до Q_2 или даже голоцена) доказываются и другими геоморфологическими данными (большая крутизна юго-восточного склона Цахкуняцкого массива, значительная разница между относительными высотами его и котловины и др.).

Нами составлена карта (рис. 3) базисной поверхности также другого, геологически хорошо изученного района Армянской ССР—Южного Зангезура, который не покрыт неовулканическим чехлом. Отсутствие здесь последнего дает несравненно большие возможности для морфологического анализа геологических и морфологических структур.

Как было уже сказано, в результате неотектонических движений произошла перестройка отдельных структурных комплексов в нагорной территории между Курой и Араксом. Одним из ярких примеров неотектонической перестройки геологической структуры служит Южный Зангезур (юго-восточная часть Армянской ССР), протягивающийся от р. Воротан (на севере) до р. Аракс (на юге)*.

Здесь мы имеем две разновозрастные и разного характера тектонические структуры—Кафанский брахиантиклинорий, сложенный мезозойскими ($J - Cg$) вулканогенно-осадочными отложениями и Зангезурский антиклинорий, сложенный девонскими осадочными и палеогеновыми (Pg_2) вулканогенными отложениями. Они отделяются друг от друга крупным Гирратахским разломом общекавказского направления. Но в настоящее время Кафанский брахиантиклинорий вместе с восточной частью Зангезурского антиклинория пережили интенсивное поднятие (до 3200 м), образовав один неотектонический блок, где геологически хорошо зафиксированный разлом не играет никакой роли в морфоструктуре. Этот разлом, по всей вероятности, является древним (начиная с мезозоя) и в конце неогена был консолидирован.

* Морфоструктура (также геологическая структура) Южного Зангезура прослеживается также по ту сторону р. Аракс, охватывая северную часть Иранского Карадага.

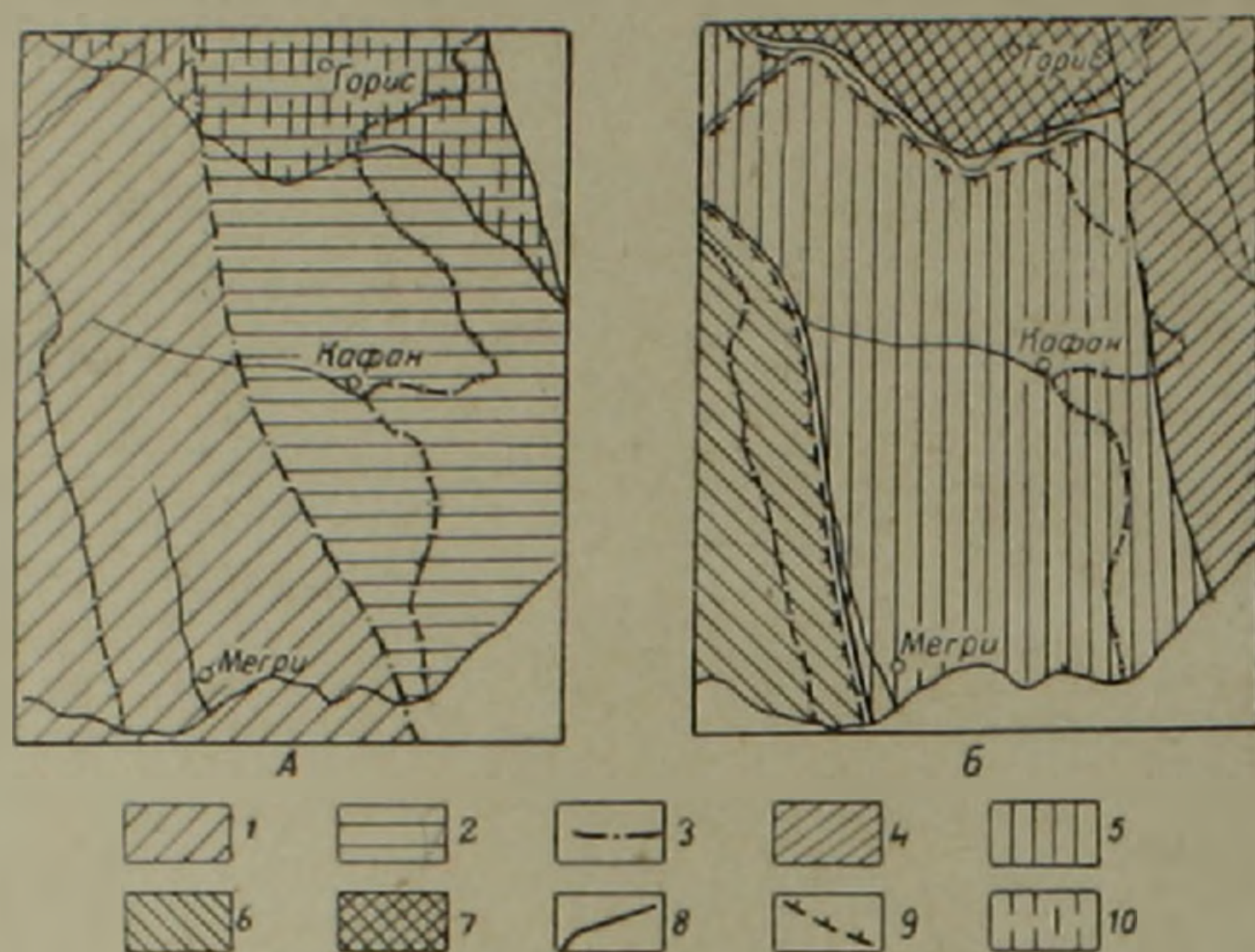
В противоположность Гирратахскому разлому, в Южном Зангезуре хорошо зафиксирован в рельефе другой крупный разлом — Агарак-Таштунский субмеридионального направления, который можно наблюдать и на составленной нами карте изобазитов базисной поверхности, а так-



Фиг. 3. Карта изобазитов южного Зангезура. 1. Границы морфоструктурных единиц; 2. Изобазиты; 3. Молодые разломы (а — предполагаемые; зафиксированные); 4. Консолидированные разломы.

же на неотектонической карте Е. Е. Милановского (1962). Вдоль этого разлома протягивается узкая, но довольно длинная котловина, заполненная миоценовыми озерными и континентальными рыхлыми отложениями. А. А. Габриелян (1962) ее считает небольшим грабеном. Но не исключено и ее эрозионное происхождение. В пределах этой котловины наблюдается частичное расхождение и понижение изобазитов, указывающее на опускание (в крайнем случае замедленное поднятие по сравнению с интенсивным поднятием Зангезурского хребта) в районе

котловины. Агарак-Таштунский разлом, по сравнению с Гирратахским, является более молодым, наверное миоценового возраста, когда началось накопление озерных и пролювиальных отложений в этой удлиненной долинообразной котловине. Указанный разлом и является границей между двумя (Зангезурским и Баргушат-Мегринским) морфоструктурами с разными темпами поднятия.



Фиг. 4. Перестройка структуры Зангезура. А — Схематическая карта геологической структуры — 1 — Армянская складчатая зона (Pg_3); 2. Кафанская зона ($Cr-Pg_3$); 3. Хустун-Гирритахский разлом. Б — Схематическая карта морфологической структуры — 4. Акера-Воротанский прогиб; 5. Мегри-Баргушатское моноклинальное поднятие; 6. Зангезурское горстовое поднятие; 7. Ераблурское относительное опускание; 8. Границы морфоструктурных единиц; 9. Молодые разломы; 10. Лавовые и вулканогенно-обломочные покровы (N_1-Q_1).

Таким образом, на месте раньше существующих Кафанской и Зангезурской разновозрастных структур, в результате перестройки образовались 2 другие структуры — Баргушат-Мегринская и Зангезурская блоковые морфоструктуры.

Приведенные примеры показывают на сколько важно значение морфометрического анализа в выявлении характера морфологических структур, а также неотектонических движений молодых горных стран с активными тектоническими движениями.

Однако, отметим, что только с помощью карт базисных поверхностей невозможно разрешить ряд вопросов неотектонического развития морфоструктуры, тем более геологической структуры молодых горных стран с активными тектоническими движениями разного характера. Поэтому требуется применение других морфометрических методов (анализ глубины и густоты расчленения, экспозиции и уклонов склонов, связи площадей и средних высот отдельных морфоструктурных единиц и других количественных показателей рельефа).

Сотрудниками отдела географии ИГН АН Арм. ССР (Д. А. Погосян и Ф. С. Геворкян) составлены подобные карты съемочных мас-

штабов по отдельным районам республики¹, анализ которых дает определенное представление о морфоструктурах и характере неотектонических движений этих районов. Комплексное использование ряда морфометрических методов (перечисленные, а также объемные количественные показатели морфоструктур, крупных и даже сравнительно мелких форм рельефа) наиболее правильный подход к разрешению тех основных вопросов морфометрического анализа, которые связаны с изучением морфологических структур и неотектонических (и современных тектонических) движений неплатформенных областей.

В заключение остановимся на порядке долин при составлении карты изобазитов. Как известно, при составлении последней выделяются базисные поверхности, на основе которых положен порядок долин, начиная от самых мелких первичных притоков (первый порядок), кончая самыми крупными (последний порядок). Если подобная последовательность правильна для равнин платформенных областей, то она, на наш взгляд, не всегда может быть приемлемой для анализа сильно расчлененных горных территорий со сложным ходом развития речной сети, в связи с дифференциальными активными движениями отдельных блоков и их частых перестроек. Здесь трудно установить порядок долин, предлагаемый В. П. Философовым (1960). Нам кажется, что для установления порядка долин при анализе молодых горных областей наиболее целесообразно и правильно было бы установить его по порядку склонов—т. е. долины первичных склонов, долины вторичных, третичных и т. д.

В горах притоки любой реки образуются, в основном, на склонах ее долины, которые в свою очередь принимают притоки, развитые на своих склонах. Таким, образом, главная река по происхождению и по развитию является рекой первого порядка, ее притоки—второго порядка, притоки последних—третьего порядка и т. д. Общий ход развития речной сети данной территории на фоне сложных неотектонических движений, нельзя игнорировать при анализе развития долинной сети.

Выделение порядка склонов в горах даст возможность не только определения порядков долин по их возникновению, но и даст правильную ориентировку в анализе неотектонического развития как общей области, так и отдельных ее морфоструктур.

Конечно, все вышесказанное находится пока на уровне общих оценок, но на наш взгляд, комплекс морфометрических методов в исследовании рельефа имеет большие перспективы для изучения морфологических структур и неотектонических движений в горных областях с активными нео- и современными тектоническими движениями.

Дальнейшее изучение морфометрии и морфографии современных морфоструктур Армянского нагорья (и Кавказа) будет иметь весьма важное значение не только для разработки новых методов выявления морфоструктур и их соотношений с тектоническими структурами моло-

¹ Морфометрические карты (расчленение местности и экспозиции склонов) более мелкого масштаба составлены Г. К. Габриеляном в 1959 г. (см. „Геология АрмССР, т. 1, Геоморфология“, 1961).

дых горных стран, но и для выявления морфоструктуры всей Тавро-Кавказской геосинклинальной области, являющейся одной из наиболее сложных и разнообразных по структуре в системе Альпийской орогенической зоны.

Институт геологических наук
АН АрмССР

Поступила 16.I.1968.

Լ. Ն. ՉՈՂՐԱՔՅԱՆ, Թ. Ա. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

ԵՐԻՏԱՍԱՐԴ ԾԱԼՔԱՎՈՐ ՄԱՐԶԻ ՄՈՐՖՈՍՏՐՈՒԿԱՅԻՆ ՎԵՐՆՈՒՄՈՒԹՅԱՆ
ՄԵՋ ՀԻՄՔԱՅԻՆ ՄԱԿԵՐԱՆՈՒՅԹՆԵՐԻ ՔԱՐՏԵՋՆԵՐԻ ՕԳՏԱԴՈՐՄԱՆ ՓՈՐՁ

(Հայկական ՍՍՀ օրինակով)

Ա մ փ ո փ ու մ

Վերջին ժամանակներս ռելիեֆի ձևաչափական մեթոդները ավելի լայն կիրառություն են գտնում ռելիեֆի մորֆոստրուկտուրային կոմպլեքսների և նրանց հիմնական տարրերի ի հայտ բերելու և այն ուսումնասիրելու հարցում: Այդ մեթոդներից առավել օգտագործելի է Վ. Պ. Ֆիլոսոֆովի կողմից մշակված մեթոդը (հիմքային մակերևույթների), որը հիմնականում կիրառվում է պլատֆորմային շրջաններում և տալիս է որոշակի արդյունք:

Հեղինակները փորձ են կատարել այդ մեթոդով որոշելու մորֆոլոգիական կառուցվածքները երիտասարդ ծալքավոր լեռնային երկրներից մեկում՝ Հայկական ՍՍՀ-ում: Այդ նպատակի համար ընտրելով երկրաբանորեն համեմատաբար լավ ուսումնասիրված երկու տարբեր կառուցվածք ունեցող շրջաններ՝ ծալքավոր-բեկորային Զանգեզուրի հարավային հատվածը և երիտասարդ հրաբխային վահանով ծածկված Գեղամա բարձրավանդակը: Նշված մեթոդի կիրառումով հնարավոր դարձավ այդ շրջաններում ի հայտ բերել ոչ միայն մորֆոլոգիական կառուցվածքների (որոնց չի կարելի նույնացնել երկրաբանական կառուցվածքների հետ) միավորները ու ձշտիկ նրանց սահմանները, այլև այնպիսի տեկտոնական խախտումներ, որոնց գոյությունը երկրաբանական մեթոդներով պարզելը դժվար է:

Սակայն հիմքային մակերևույթների մեթոդի կիրառման ժամանակ Վ. Պ. Ֆիլոսոֆովի կողմից ընդունված հովիտների կարգը դժվարությամբ կարելի է ընդունել լեռնային պայմաններում: Ըստ երևույթի, հովիտների կարգը որոշելիս պետք է ելնել ոչ թե վտակների հաջորդականությունից, այլ լեռնալանջերի դարգացման հաջորդականությունից:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Габриелян А. А. Основные вопросы тектоники Армении, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1959.
2. Думитрашко Н. В. Проблемы происхождения и возраста поверхностей выравнивания. Труды конференции по геоморфологии Закавказья. Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 1953.
3. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Армянской ССР и прилегающих районов Закавказья. Геология Армянской ССР, т. I, Геоморфология, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1962.
4. Мкртчян С. С. Зангезурская рудоносная область Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1958.
5. Паффенгольц К. Н. Сейсмо-тектоническая карта Армянской ССР. Атлас Армянской ССР, 1961.
6. Философов В. П. Краткое руководство по морфометрическому методу поисков тектонических структур. Изд. Саратовского университета, 1960.