

СТРУКТУРНЫЕ ФОРМЫ СОВРЕМЕННОГО РЕЛЬЕФА ЗАПАДНОЙ МАКЕДОНИИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Морфоструктурные исследования многие годы активно используются для прогнозно-металлогенических целей, благодаря тесной связи современных форм рельефа с геологическими структурами [1–3]. Изучение строения Западной Македонии, результаты которого излагаются в данной статье, было проведено российско-македонской группой ученых в соответствии с двухсторонним договором геологического факультета г. Скопье и ИГЕМ РАН.

Проведенные ранее совместные работы позволили установить, что в современном тектоническом облике Македонии находят отражение как складчато-надвиговые системы, так и структуры наложенного и сквозного типов. С помощью космоснимков было выявлено наложенное сводовое поднятие, охватывающее практически всю страну и разделенное долиной реки Вардар на две половины – западную и восточную. На основе структурно-геоморфологического анализа восточной половины свода был установлен унаследованный характер развития многих структурных элементов современного рельефа, определены структуры, тесно связанные с неогеновой тектономагматической активизацией и продуктивным оруденением. К числу рудоконтролирующих структур были отнесены своды, купола, сквозные линейные зоны [4–6].

В настоящей статье основное внимание обращено на западную часть Македонского свода, установлены основные черты строения его современной поверхности и намечены структурно-глубинные связи с каледонскими и кайнозойскими структурами, играющими важную роль при изучении закономерностей размещения оруденения.

Исследуемая территория, расположенная в междуречье Вардара и Дрины, прошла длительную историю геологического развития. Значительная часть территории относится к древнему Пелагонскому массиву и его переработанным окраинам: западномакедонской, активизированной в каледонско-герцинское время, и вардарской, появившейся в виде протяженного грабена в мезозое. Кайнозойская активизация сопровождалась внедрением вулканогенно-интрузивных пород в самой южной части Западной Македонии [7]. Современный рельеф, отличающийся большим разнообразием, в основном создан неотектоническими движениями [8].

Морфоструктурные построения проводились на основе полевых исследований, анализа топографических, неотектонических карт и космоснимков м-ба 1:200000 и 1:500000 [9]. Многообразие типов рельефа (от высокогорья до обширных аккумулятивных долин) и их большая гипсометрическая контрастность, а также хорошо развитая речная сеть определили применяемые методы анализа современного рельефа: метод морфотектоноизогипс и анализ рисунка речной сети. В результате были составлены две схемы: 1 – современных площадных морфоструктур (рис. 1), 2 – современных линейных тектонических элементов (рис. 2).

На первой схеме показаны структурные блоки Западной Македонии, выделенные по гипсометрическим и генетическим признакам. Каждый из блоков характеризуется определенным набором геоморфологических признаков. Блоки группируются в дугообразные пояса, расположенные внутри полусвода, и окаймляют относительно приподнятое ядро, имеющее форму овала, частично срезанного дислокациями СЗ простираения. Дугообразные морфоструктуры хорошо прослеживаются на космоснимках в виде полос разного фототона. Сложным внутренним строением отличается периферический приподнятый пояс, который является продолжением аналогичной структуры в восточной части Македонского свода.

В современном рельефе северная часть периферического пояса, расположенная в пределах Шар планина, Кораб, представлена массивными альпинотипными горами высотой 2500–2700 м. Долины рек имеют V и U-образную форму поперечного профиля и крутые не террасированные склоны. Южнее, в районах Бистра и Стогово, горы снижаются (до 2000 м), вершинные поверхности становятся более округлыми, склоны положе, а долины рек значительно шире. В пределах обширной Пелагонской равнины преобладает пологоволнистый

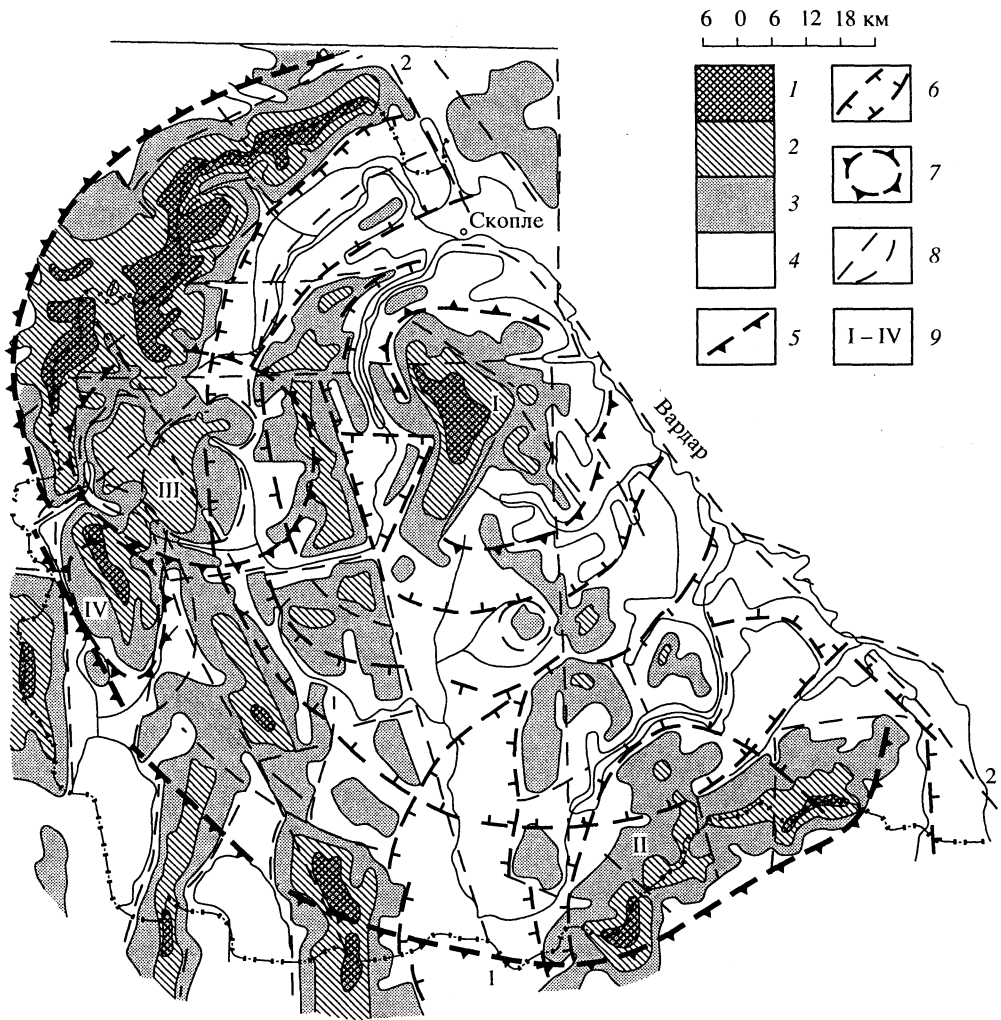


Рис. 1. Схема площадных морфоструктур Западной Македонии

Гипсометрические уровни: 1 – выше 2000 м, 2 – 1500–2000 м, 3 – 1000–1500 м, 4 – ниже 1000 м; границы: 5 – Македонского свода, 6 – депрессионных поясов, 7 – купольных поднятий; 8 – линейные и дуговые дислокации; 9 – номера наиболее крупных кольцевых структур: I – Якупица, II – Марияво-Кошур, III – Бистра, IV – Стогово

рельеф с абс. высотами не более 1000 м. Для самой южной части пояса вновь характерны высокогорные поднятия (до 2200 м) с узкими долинами и обрывистыми склонами. Все орографические элементы внутри разнотипных блоков, составляющих периферический пояс, расположены согласно с его простираем.

Между периферическим поясом и ядром прослеживается зона оседания, в пределах которой выделяются еще три дугообразных пояса, которые как бы вложены друг в друга. Наиболее четко выражены два депрессионных пояса, состоящих из морфологически разнотипных блоков относительно низких гипсометрических уровней (до 1000 м). Один из них простирается вдоль аккумулятивной долины реки Вардар в направлении верховьев рр. Треска и Черна Река, другой подчеркивается дугообразными участками рек Треска и Бабина. Поднятие, расположенное между депрессионными поясами, составлено из разобщенных и расчлененных блоков, приподнятых в среднем до высоты 1500 м.

В пределах перечисленных дугообразных поясов все поперечные дислокации распо-

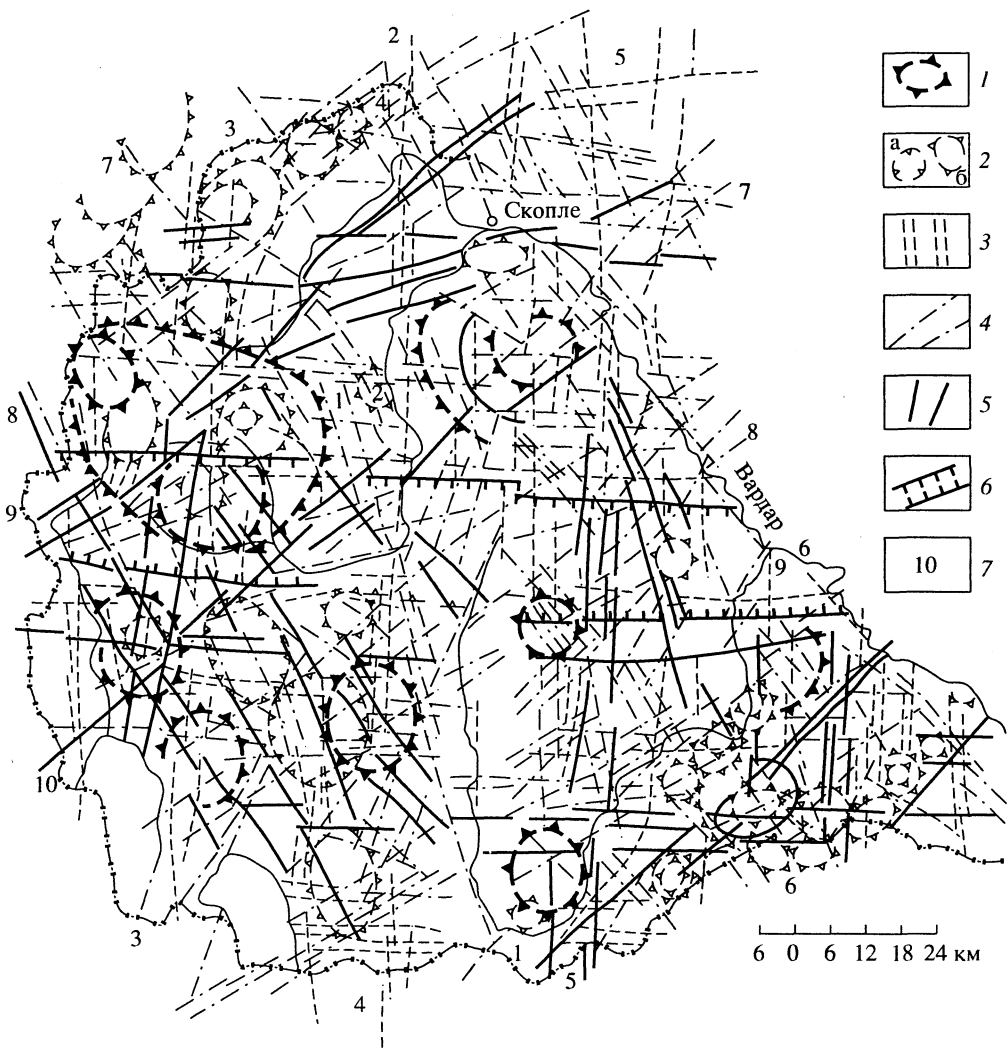


Рис. 2. Схема линейных тектонических элементов, выраженных в современном рельефе Западной Македонии

Границы кольцевых структур: 1 – купольных, выявленных по топокартам, 2 – выявленных по космоснимку (а – депрессионных, б – купольных); 3 – сквозные линейные элементы меридионального простирания; 4 – линейные элементы; 5 – те же, подтвержденные геологическими и геофизическими данными; 6 – зона относительного опускания; 7 – номера линейных зон

жены радиально по отношению к центральной части и в большинстве своем являются границами составляющих их блоков и пространственно совпадают с долинами прямолинейных притоков крупных рек Вардар, Дрина, Треска, Черна Река. Центральная часть, или ядро (I на рис. 1) дугообразной системы охватывает территорию Якупица и отличается разветвленной речной сетью, имеющей радиальный рисунок. В современном рельефе это ядро выражено как купольное поднятие (2700 м), расчлененное радиальными дислокациями на несколько разновысотных секториальных блоков. В пределах западной части Македонского свода выделены дочерние кольцевые сооружения, имеющие самые разные размеры. На схеме (рис. 1) показаны наиболее крупные из них, достигающие в поперечнике 50–60 км (II–IV). Указанные кольцевые структуры пространственно совпадают с районами Бистра, Стогово, Марияво-Кошур и расположены в основном в периферическом поясе.

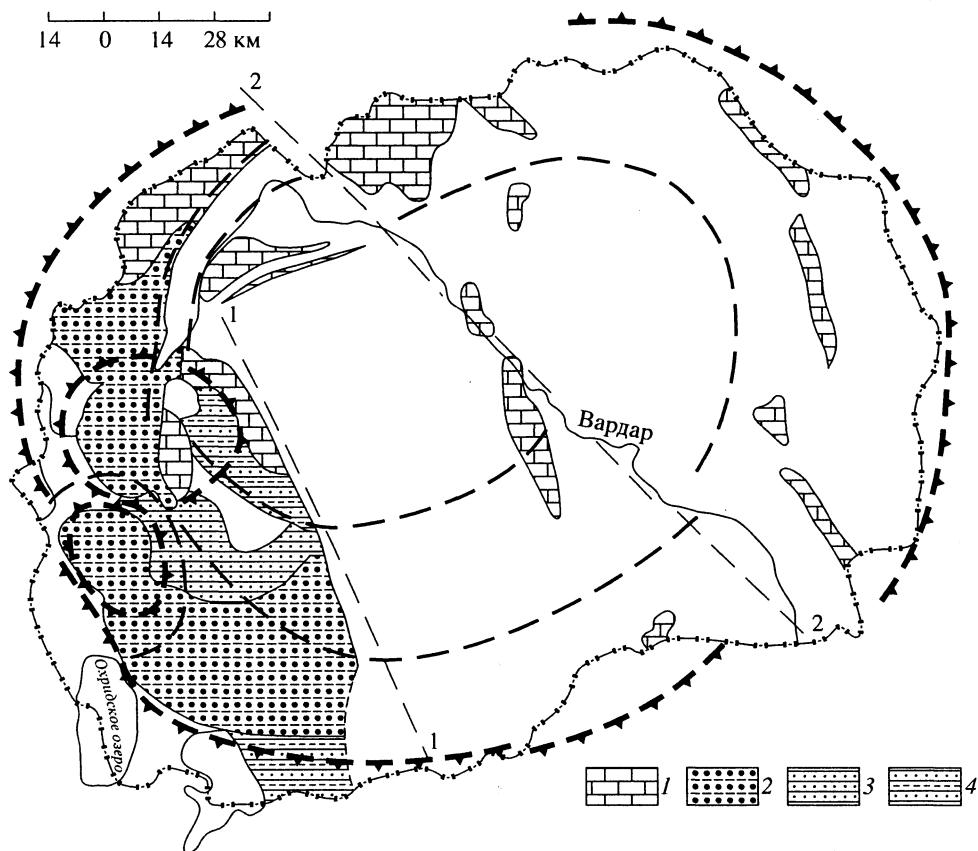


Рис. 3. Палеоструктурная схема Македонского свода каледонского периода
 Формации: 1 – карбонатная, 2 – терригенно-вулканогенно-рудоносная, 3 – терригенно-карбонатная, 4 – терригенно-седиментно-вулканогенная.
 Остальные условные обозначения см. рис. 1

Для того чтобы установить связи выделенных современных площадных структур с тектоническими формами периодов массового оруденения Западной Македонии, были составлены палеосхемы для каледонского и кайнозойского времени. Для этой цели были использованы материалы Н. Думурджанова, С. Янковича, М. Арсовского, Р. Поповича и др. [8, 10–12] (рис. 3, 4).

Для большей наглядности при составлении этих схем изучалось размещение магматических и осадочных пород в пределах всего Македонского свода. Так, силурийско-девонские осадочные и осадочно-вулканогенные толщи, в состав которых входят карбонатная, терригенно-вулканогенно-рудоносная, терригенно-карбонатная, терригенно-седиментно-вулканогенная формации, расположены в основном в западной части периферического пояса и лишь отдельными фрагментами прослеживаются в обрамлении остальной части Македонского свода. Область простираения пород рудоносной формации почти точно согласуется с простираем периферического пояса.

Кайнозойские осадочные образования размещаются в основном во внутренней, относительно опущенной части свода и почти сплошным кольцом обрамляют его ядерную часть. Кроме того, контуры неогеновых и плейстоценовых пород контролируются радиальными и концентрическими дислокациями, выраженными в современном рельефе. В западной части Македонского свода кайнозойские породы сконцентрированы также, главным образом, вокруг дочерней кольцевой структуры II, в центральной части которой находятся локальные ареалы плиоценовых вулканитов.

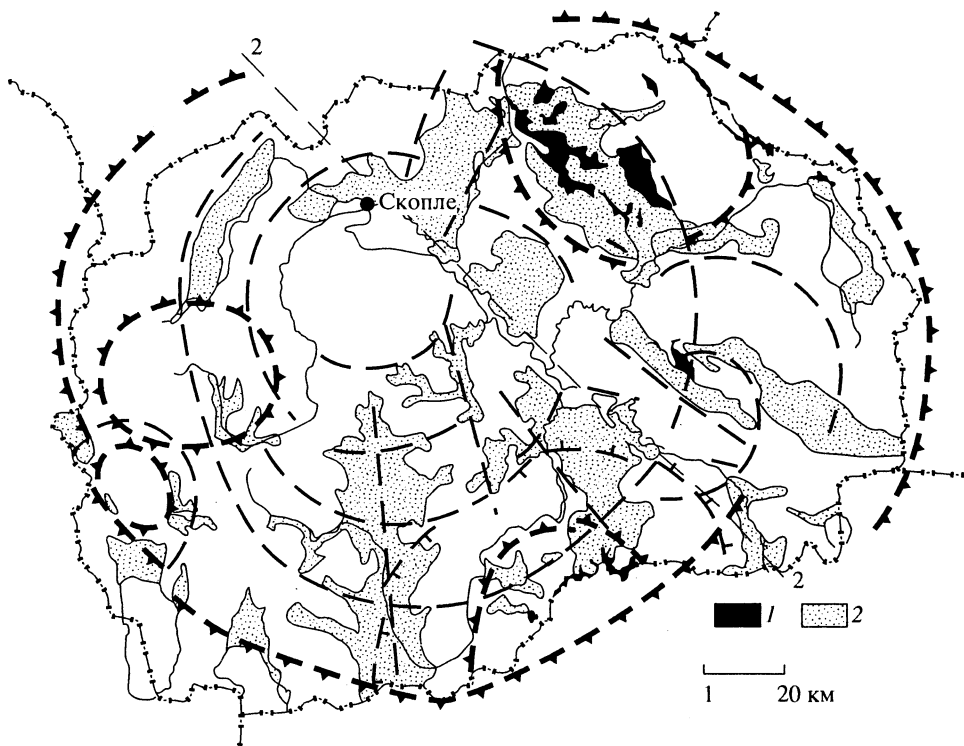


Рис. 4. Палеоструктурная схема Македонского свода кайнозойского периода
 1 – плиоценовые вулканиты, 2 – неогеновые и плейстоценовые осадочные толщи.
 Остальные условные обозначения см. рис. 1

Сопоставление современного структурного плана с геологическими и палеоструктурными данными показывает, что основные черты Македонского свода, в том числе, и исследуемой территории, прослеживаются с каледонского времени. Размещение разновозрастных геологических формаций дает возможность предполагать, что наиболее активным и долгоживущим является периферический пояс, где сосредоточены разновозрастные вулканы. Активизация, проявившаяся в девоне, связана в основном со структурами, расположенными в западной части исследуемой территории, а кайнозойская активизация – со структурами, находящимися в пределах кольцевого сооружения П.

Линейные тектонические элементы современного рельефа выделялись на топокартах по спрямленным участкам долин крупных и мелких водотоков, вытянутым массивам, перегибам склонов, аномалиям рельефа, а на космоснимках – по аномалиям фототона. На территории Западной Македонии выделено огромное количество разнонаправленных линейных элементов, которые были объединены в протяженные системы. Все они вынесены на специальную схему (рис. 2), где утолщенным штрихом выделены те из них, которые подтверждены геологическими или геофизическими данными. Выявленные линейные системы разделены на три генетических типа: 1 – согласные с направлениями разновозрастных геологических структур, 2 – секущие их и 3 – сквозные, имеющие длительную историю геологического развития и простирающиеся независимо от строения территории.

Среди согласных особое место занимают системы 1-1 и 2-2, имеющие СЗ простирание. Эти системы ограничивают блок, в пределах которого расположены самые древние породы Пелагонского массива и клинообразный участок Вардарской зоны. В современном рельефе для этого блока характерны округлые и пологие формы поднятий, а также обширные блюдцеобразные равнины. Кроме того, система 1-1 (340°), согласная с направлением мезозойского рифтообразного пояса, является барьером, влияющим на изменение простирания линейных элементов западной части исследуемой территории. Система 2-2 (320°) играет

роль раздела между западной и восточной половинами Македонского свода и определяет структурный план области активизации в кайнозое. Для других разломов и систем СЗ ориентировки, также как и для вышеописанных, улавливаются некоторые различия в простирании (340° или 320°).

К новой информации, полученной при интерпретации данных дешифрирования, можно отнести систему линейных дислокаций, согласных с простиранием кайнозойских структур, расположенных в западном сегменте свода в пределах выхода селур-девонских пород. Морфотектонические элементы, составляющие эту систему, в рельефе представлены прямолинейными отрезками хребтов и перегибами склонов, а также подчеркиваются разломами и областями развития фумарол и термоисточников. На космоснимках здесь отдешифрирована большая группа кольцевых структур разного размера.

Секущие системы СВ простирания отличаются высокой сейсмической активностью и оказывают влияние на локализацию магматических тел. Многие из них совпадают с разломами и гравиметрическими аномалиями. Двум из них, шириной от 5 до 10 км, расположенным в северной части территории, соответствуют участки резкого по очертаниям, контрастного рельефа. Это узкие хребты с крутыми обрывистыми склонами, V-образные долины и др. Обе системы совпадают с разломами и отличаются высокой сейсмической активностью.

Еще одна система СВ простирания шириной от 25 до 30 км, идущая от Охридского озера на Титов Велес и Кратово, имеет сложное строение. Она состоит из отдельных фрагментов, часто отклоняющихся от общего простирания и смещенных относительно друг друга. Линейные элементы системы дешифрируются в основном по спрямленным участкам долин рек высоких порядков. На продолжении этой системы, в Восточной Македонии, расположены крупные рудные районы Кратово и Злетово. Самая южная секущая система шириной от 40 до 50 км выявлена по линейным аномалиям фототона на космоснимке. Она делится на две ветви, несколько отличающихся по простиранию. Вдоль этой системы расположена цепочка кольцевых структур, не превышающих в диаметре 10 км. Частично система подтверждается геологическими и гравиметрическими аномалиями.

Сквозные системы 3–3 – 10–10, выявленные на космоснимках, имеют преимущественно ортогональное простирание. Почти все сквозные системы совпадают с широкими зонами повышенной трещиноватости, некоторые из них, особенно меридионального простирания (3–3, 5–5), сопровождаются геохимическими ореолами, а другие (7–7, 10–10) – гидротермальными источниками и подчеркиваются разновозрастными разломами. В современном рельефе сквозные системы имеют свои отличительные черты строения, для них характерны определенные сочетания относительного гипсометрического уровня и специфических особенностей структурного рисунка. В общем можно отметить, что простирание сквозных систем не согласовано с современным орографическим планом Западной Македонии, однако заметны различия в строении меридиональных и широтных систем. Так, меридиональные системы 3–3 – 6–6, имеющие широту от 10 до 20 км, в рельефе проявлены более отчетливо. Они имеют более высокие гипсометрические отметки, а их внутреннее строение определяется параллельными тектоническими элементами, выраженными в современном рельефе в виде параллельно расположенных линейных хребтов и участков долин, имеющих протяженность от 10 до 20 км.

Напротив, широтные системы (7–7 – 10–10) проявлены в рельефе очень расплывчато. Они не имеют четких границ и постепенно переходят одна в другую, отличаясь только обликом внутреннего строения. Ширина их колеблется от 25 до 40 км. Самая северная система (7–7) подчеркивается как мелкими, так и протяженными тектоническими элементами. В их числе: параллельно расположенные линейные долины, протяженные обрывы, уступы, перегибы склонов [8]. Широтные системы 8–8 и 10–10, выделенные исключительно по результатам дешифрирования космоснимков, выражены линейными элементами рельефа длиной не более 5 км.

Почти все широтные сквозные системы имеют тенденцию к опусканию. Так, в пределах системы 9–9 общий гипсометрический уровень относительно понижен, долины современных рек относительно расширены, склоны хребтов более пологие. Можно предположить, что линейная область, входящая в состав системы 9–9 представляет собой относительное опускание, наложенное на современный орографический план. Кроме того, вдоль этой системы сохранились выходы меловых, юрских и неогеновых осадочных толщ, что дает возможность предполагать унаследованные тенденции к опусканию.

Таким образом, можно отметить, что многие линейные тектонические структуры современного рельефа, так же как и площадные, в большинстве своем наследуют простирание

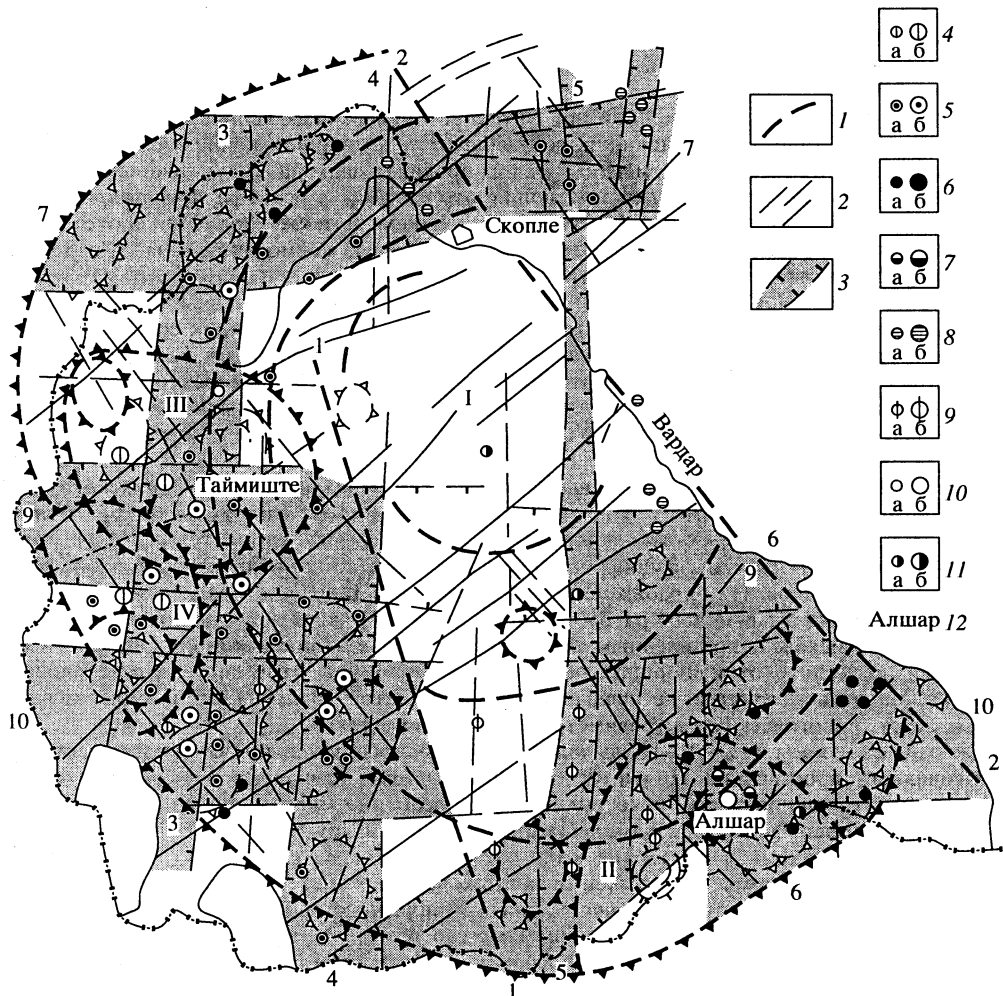


Рис. 5. Схема размещения рудных объектов и главных рудоконтролирующих структур Западной Македонии

1 – наиболее важные внутренние дугообразные и линейные дислокации; 2 – прочие линейные дислокации; 3 – рудоцентрирующие линейные системы; основные рудопроявления (а) и месторождения (б): 4 – меди, 5 – марганца, 6 – железа, 7 – никеля, 8 – хрома, 9 – урана, 10 – сурьмы, мышьяка с золоторудной минерализацией, 11 – полиметаллов; 12 – названия промышленных месторождений.

Остальные условные обозначения см. рис. 1 и 2

и основные черты древних геологических линейных систем. Унаследованно развивающиеся площадные структуры и линейные системы использовались в качестве тектонической основы при проведении металлогенического районирования в Западной Македонии.

Металлогенический профиль Западной Македонии определяется многочисленными рудопроявлениями железа, марганца, урана, хрома, полиметаллов и золота. Почти все рудопроявления, независимо от возраста их образования, размещаются в пределах приподнятого периферического пояса, и лишь некоторые из них – в пределах депрессионной зоны, прилегающей к нему с внутренней стороны. На фоне общего полихронного размещения оруденения внутри периферического пояса выделяется несколько областей, отличающихся по возрасту и специфике оруденения. На исследуемой территории в основном установлены

рудопоявления двух возрастных категорий: девонское стратиформное железомарганцевое и плиоценовая минерализация, где известны полиметаллические, сурьмяные, мышьяковые рудопоявления и месторождение золота Алшар.

Железомарганцевая металлогеническая область расположена в западной части периферического пояса, где находится поле развития девонской вулканогенно-карбонатной рудоносной формации. В пределах области есть несколько рудных районов, имеющих промышленное значение. Один из таких районов, именуемый Таймиште, был изучен нами совместно с македонскими коллегами. Учитывая тесные структурные связи, прослеживающиеся со времени девонской активизации, была определена рудоконтролирующая роль современных площадных и линейных структур выявленных с помощью морфоструктурного анализа (рис. 5). Так, область распространения практически всех наиболее важных железомарганцевых месторождений, рудопоявлений и геохимических ореолов ограничена системой дислокаций 1–1. В пределах этой области важную роль в определении позиции рудных районов играют системы меридионального простираения.

Рудные узлы обычно локализируются в местах пересечения широтных и меридиональных систем, а промышленные месторождения расположены в пределах узлов, приуроченных в основном к линейным элементам СЗ простираения или их пересечениям с секущими структурами. Многие рудные поля контролируются кольцевыми структурами, образующими сложные переплетения в пределах рудных узлов. Причем наиболее крупные скопления железомарганцевых месторождений приурочены к центральным частям куполообразных структур, а небольшие рудопоявления расположены вдоль периферии округлых депрессий и куполов. Так, структурная позиция рудного района Таймиште определяется узлом пересечения разно ориентированных протяженных линейных зон, причем две из них, северо-западная и меридиональная, отличаются по всей своей длине концентрацией рудной минерализации. Кроме того, месторождение Таймиште расположено в центральной части одной из купольных структур, осложняющих кольцевое сооружение III. Специально кольцевые структуры Западной Македонии не изучались, но, учитывая их значительные концентрации на рудоносных площадях, можно предполагать, что они имеют эндогенное происхождение.

Особое положение на крайнем юге Македонии занимает область плиоценовой минерализации, ограниченная границей кольцевой структуры II. Здесь также главной рудоконтролирующей является меридиональная система, на пересечении которой с широтной и северо-восточной системами расположены основные рудные проявления. Кроме того, промышленное месторождение золота Алшар находится в центральной части купольного поднятия, а полиметаллические проявления и геохимические ореолы выстраиваются вдоль цепочек кольцевых структур.

Урановые рудопоявления локализованы в южном секториальном блоке, ограниченном линейными дислокациями, имеющими радиальные простираения по отношению к центру Македонского свода. Следует особо выделить рудоконтролирующее значение меридиональных линейных систем для разновозрастных рудных областей. Почти все промышленные месторождения Македонии контролируются меридиональными структурами, которые влияют на масштаб оруденения. Ранее рудоконтролирующее значение систем меридиональной ориентировки отмечалось также в соседней Болгарии, на Украине и для всей территории Европы [13].

По материалам детального картографирования нескольких рудных полей Македонии были установлены системы трещиноватости меридионального простираения, где слюдяные сланцы замещены углеродистым веществом и превращены в углеродистые сланцы, в которых часто локализируются рудные тела. Можно предполагать, что меридиональные линейные системы, выполняя роль геохимических барьеров, являются проводниками восстановленных флюидов и концентраторов оруденения [7].

Таким образом, удалось установить, что современные площадные и линейные структуры Западной Македонии, выявленные при морфоструктурном анализе, имеют аналоги в структурах девона и плейстоцена, с которыми связаны основные рудопоявления. Структуры, выявленные в современном рельефе, позволили конкретнее определить тектонические границы разновозрастных рудных областей, наметить в их пределах основные рудоконтролирующие системы, определить расположение рудных районов и узлов. Установленные закономерности и пространственные связи структурных форм современного рельефа, магматических и металлогенических параметров могут использоваться при металлогеническом районировании и определении перспектив рудоносности Западной Македонии.

1. Герасимов И.П. Структурные черты рельефа земной поверхности на территории СССР и их происхождение. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 100 с.
2. Рельеф Земли. М.: Наука, 1967. 120 с.
3. Металлогения скрытых линейментов и концентрических структур. М.: Наука, 1984. 271 с.
4. Ванцаров И., Мишев К., Кочнева Н.Т., Алексиев Г. Тектонические элементы в современном рельефе Южной Болгарии и выявление наложенных глубинных структур // Геология Балкан. Т. 16. № 6. София: 1986. С. 3–19.
5. Kochneva N., Stojanov R., Boev A. Neogean orogenic tektonic of East Makedonia (with use of morphostructural analysis) // Proceeding of Symposium. Stip-Dojran. 1997. P. 119–123.
6. Кочнева Н.Т., Ромич К. Структурные особенности современного рельефа Сербии и Македонии // Рудоносные орогенные структуры и методы их изучения. М.: Наука, 1981. С. 7–19.
7. Томсон И.Н., Серафимовский Т., Кочнева Н.Т. Кайнозойская металлогения восточной Македонии // ГРМ. 1998. Т. 40. С. 195–204.
8. Арсовски М. Тектоника на Македонија. Рударско-геолошки факултет. Штип: 1997. 306 с.
9. Лукашов А.А., Симонов Ю.Г. Геоморфологический анализ при изучении эндогенных рудных полей Восточного Забайкалья // Вест. МГУ. Сер. 5. География. 1971. № 4. С. 35–41.
10. Dumurdzanov N. Lacustrine Neogene and Pleistocene in Makedonia // IGSP 329. Belgrade. 1995. P. 121–136.
11. Jankovic S. The Carpatho-Balkanides and adjkent area: asector of the Tethyan Eurasian metallogenic belt // Mineralium Deposits. 1997. № 32. P. 426–433.
12. Popovic R. Geologia Zapadne Makedonije. Beograd: k. 11. 1995. 93 p.
13. Глобальные закономерности размещения крупных рудных месторождений. М.: Недра, 1974. 193 с.

ИГЕМ РАН,
Горно-геологический факультет
университета Республики Македония, Штип

Поступила в редакцию
01.12.99

STRUCTURAL LANDFORMS OF WEST MACEDONIA AND THEIR INFLUENCE ON THE DISTRIBUTION OF ORE-BEARING ZONES

N.T. KOTCHNEVA, T. SERAPHIMOVSKY, G. PETROV, O. SPASOVSKY

S u m m a r y

Area and linear elements of contemporary relief of the West Macedonia were distinguished using the morphostructural analysis. These elements have close connection with Caledonian and Cenozoic ore control structures. The arcuate peripheral belt of arch-like rise has complicated structure, continued evolution and hold multiaged mineralization. The linear systems of relief helped to adjust the locality of ore regions and joints. The morphostructural method proved to be very useful within the wide range of applied investigations.

УДК 551.43 + 523.43–834

© 2001 г. Е.Я. РАНЦМАН, М.П. ГЛАСКО, Ш.А. ГУБЕРМАН, В.В. МАКСИМОВ

МОРФОСТРУКТУРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МАРСА (ФРАГМЕНТ)¹

Новые сведения о природе Марса, полученные американскими космическими аппаратами "Викинг-1", "Викинг-2" (1976 г.) и "Марс-Пасфайндер" (июль 1997 г.), а также снимки его поверхности из космоса дали новый импульс к изучению природы этой планеты. Мы не ставили перед собой задачу осветить все то новое, что стало известно о природе Марса – это дело специалистов-планетологов [1–5]. Наша цель ограничивается выявлением связи рельефа поверхности "красной планеты" с элементами блоковой структуры, свойственной

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 99-05-64974).