

УДК: 55+553.078(479.25+479.22)

Ш. О. АМИРЯН, А. З. АЛТУНЯН, М. С. АЗИЗБЕКЯН

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИИ И МЕТАЛЛОГЕНИИ ТУМАНЯНСКОГО (Арм.ССР) И БОЛНИССКОГО (Груз.ССР) РУДНЫХ РАЙОНОВ И ИХ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В статье рассмотрены особенности геологического строения, структуры и металлогении Болнисского рудного района Груз. ССР и Туманянского Арм. ССР. Установлено, что однотипность геотектонического и магматического развития отмеченных районов предопределила сходство их металлогении. В них широкое развитие получили железорудные, меднорудные, полиметаллические, медно-молибденовые, золоторудные, ртутные, марганцевые и баритовые месторождения, которые характеризуются аналогичными генетическими и минералого-геохимическими особенностями.

Туманянский и Болнисский рудные районы в основном охватывают северо-западную часть Сомхето-Карабахской структурно-металлогенической зоны Малого Кавказа [1, 2, 4, 5, 6, 8, 9]. Однотипность геотектонического и магматического (интрузивного и эффузивного) развития этих районов предопределила сходство их металлогении. Установленные в отмеченных рудных районах формации руд имеют аналогичные геологические, минералого-геохимические и генетические особенности.

В геологическом строении описанных и соседних рудных районов участвуют юрские, меловые и палеогеновые вулканогенные (порфири-ты, кератофиры, кварцевые кератофиры, альбитофиры, их туфы, туфобрекчии и др.), вулканогенно-осадочные (туфопесчаники, туффиты, песчаники и др.) и осадочные (известняки, песчанистые известняки, конгломераты и др.) отложения, залегающие на метаморфических породах палеозоя—допалеозоя (различные интрузивные породы, вулканы, сланцы, мраморы, гнейсы и др.).

В тектоническом отношении описанные районы характеризуются наличием брахиантиклинальных и синклинальных складок общекавказского и антикавказского простираний, разбитые разрывными нарушениями на крупные блоки пород. Блоковое строение служило основанием выделения ряда структурно-металлогенических (рудных) зон и подзон с характерной для них рудной минерализацией [2, 5].

На основании взаимоотношений пород различных эпох, наличия перерывов, несогласного залегания разновременных и разнохарактерных толщ выделяются палеозой-допалеозойский, нижне-среднеюрский, верхнеюрско-нижнемеловой, верхнемеловой, эоценовый, олигоценый и мио-плиоценовый структурные ярусы с прорывающими их интрузивными массивами, штоками и дайками.

Оруденение (промышленное) находится главным образом в породах нижне-среднеюрского, верхнеюрско-нижнемелового, верхнемелового и эоценового структурных ярусов.

Интрузивные породы отмеченных районов весьма разнообразны как по петрографическому составу, фаціальным особенностям, так и по времени внедрения. Здесь представлены интрузии основных и ультраосновных, средних, кислых и щелочных пород гипабиссальной, субвулканической и нередко жерловой фаций. По возрасту среди них выделяются палеозой-допалеозойские (габбро, габбро-диабазы, кварцевые диориты, гранодиориты, лейкократовые граниты, кварц-порфиры, гранит-порфиры—Храмский, Локский и Арзаканский массивы), юрские (граниты, плагиограниты, кварцевые диориты, банатиты, дайки и субвулканические тела диабазов, порфиритов, кварцевых порфиритов, альбитофиров—Ахпатский, Поладаурский, Бардадзорский интрузия, Алавердское рудное поле), меловые (Казарети, Шнох-Кохб, Цахкашат, Чочкан; дайки и субвулканические тела диабазовых порфиритов, кварцевых порфиритов, кварцевых альбитофиров, дацитов—Маднеульское и Алавердское рудные поля), эоценовые (сиенито-диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, граносиениты, дайки и штоки альбитофиров, кварцевых альбитофиров, андезитов, андезито-дацитов, дацитов, кварц-порфира, сиенит-порфира, гранит-порфира—Вакиджвари, Мериси, Каджеринский, Гилут, Хндзорут и др.) и олигоцен-миоценовые (дациты, фельзиты, гранит-порфиры, диабазы, липариты—Чкнах-Базумский, Маднеульский, Болнисский рудные районы).

Интрузивные породы играют большую роль в металлогении описанных рудных районов. В связи с ними образовались позднемагматические хромитовые, постмагматические контактово-метасоматические железорудные, постмагматические гидротермальные медные, медно-молибденовые, полиметаллические, золоторудные, сурьмяные, ртутные, марганцевые и баритовые месторождения и проявления.

Роль интрузивного магматизма, различных его фаций различна в генезисе руд. С одними породами оруденение имеет генетическую (хромитовое, скарновое железорудное, медное) связь, с другими—парагенетическую (медное, полиметаллическое, молибденовое и др.)

В образовании и локализации оруденения в одном и другом рудном районе важное место принадлежит разрывным нарушениям различного порядка. Часть из них является границами различных блоков пород, рудных зон, подзон и полей (глубинные разломы между Храмской, Аджаро-Триалетской, Джавахетской, Локской, Маднеули-Поладаурской, Сакиро-Дманисской зонами и подзонами в Груз. ССР; Севано-Ширако-Акеринской и Лалвар-Сананской в Арм.ССР). По другим разломам внедрялись дайки, силлы и штоки интрузивных пород (Локско-Агдамский, Маднеули-Поладаурский, Квемо-Болнис-Дагет-Хачинский и др.—Груз. ССР; Маймех-Мегрутский, Алаверди-Шамлугский и др. Арм. ССР). Третья группа нарушений контролирует оруденение (Маднеульское, Квемо-Болнисское, Цителсопельское, Машаверское, Дамблудское, Мошеванское и др.—Груз. ССР; Алавердское, Шамлугское, Ахтальское, Техутское, Марцигетское, Куйбышевское и др.—Арм. ССР). Последняя группа нарушений в основном пересекает все породы, нередко до эоцен-олигоцена включительно (Марцигетское, Куйбышевское и др.). Среди разрывных нарушений в размещении магмати-

ческих пород (штоки, силлы, дайки), а затем и рудной минерализации важное значение имеют глубинные и региональные разломы и их оперения.

Следует отметить также рудоконтролирующую роль горстовых и антиклинальных поднятий (Храмское, Локское, Дманисское, Маднеульское, Зураб-Набцкребское, Опертинское, Капанахчское и др.—Груз. ССР; Алавердское и др.—Арм. ССР), сложенных палеозойскими, юрскими, меловыми и палеогеновыми отложениями. Эти и другие складки пологопадающие, куполовидные и быстро выклиниваются, простираясь в различные стороны. Все это, по всей вероятности, является поверхностным проявлением глыбовой тектоники фундамента и его неглубокого залегания. В этих структурах промышленная медная, полиметаллическая, золоторудная минерализации приурочены к тем нарушениям, которыми разбиты на различные блоки наиболее молодые, меловые и нередко верхнеэоцен-олигоценовые породы. Все это свидетельствует главным образом о меловом и послемеловом возрасте оруденения. Нередко нахождение однотипной рудной минерализации в более древних породах не может служить основанием отнесения ее к более древним металлогеническим эпохам. Например, однотипная с Маднеульским месторождением медная и полиметаллическая минерализация в Алавердском рудном поле находится в средне-верхнеюрских породах, локализуясь в молодых разрывных нарушениях, секущих складки и слагающие ее породы по всем направлениям. Кроме того, здесь рудные тела секут жильные породы, которые прорывают отложения верхней юры. Все это и наличие аналогичных руд на Маднеульском месторождении в верхнемеловых и их секущих породах свидетельствуют о молодом возрасте оруденения и в Алавердском рудном поле.

Определенное сходство наблюдается и в морфологических особенностях рудных тел соответствующих рудных формаций. Для контактово-метасоматических месторождений это пластообразные, линзообразные и редко жильные тела, главным образом на экзоконтактах интрузивных массивов с вулканогенными и осадочными (известняки) породами. Меднорудным и полиметаллическим месторождениям характерны линзообразные, штокообразные и жильные тела, а также зоны прожилково-вкрапленной минерализации, а медно-молибденовым—штокверковые зоны, небольшие жилы и прожилки.

Сходство месторождений Алавердского и Болнисского рудных районов проявляется также в глубине и температуре минералообразования, в вертикальном размахе оруденения, в зональности отложения различных минеральных типов руд, во влиянии физико-механических свойств пород на размещение оруденения (рудовмещающие и экранирующие) и других вопросах условий рудообразования. Установлено, что мощность надрудной крыши пород времени рудообразования для Маднеульской и Алавердской групп месторождений составляет от 800 до 1200 м, рудные тела залегают на абс. отметках от 450 до 650—700 м, температура образования продуктивных минеральных парагенезисов составляет от 100 до 400°C. Вертикальный размах оруденения составляет от 500 до 800 м (реже до 1000 м). Интенсивная минера-

лизация наблюдается на интервале 400—600 м. На всех медных и полиметаллических месторождениях наблюдаются элементы вертикальной и горизонтальной зональности—пиритовые и пирит-халькопиритовые типы руд находятся на нижних горизонтах, а полиметаллические и баритовые—на верхних и флангах. Нередко полиметаллические и баритовые руды образуют самостоятельные тела и месторождения (Маднеульское, Квемо-Болнисское, Алавердское, Шамлуговое, Ераванское, Акориинское, Давид-Гареджское, Мушеванское и др.). На промышленных месторождениях наиболее крупные и богатые рудные тела расположены в кварцевых кератофирах, туфобрекчиях, туффитах, туфопесчанниках, вторичных кварцитах, под экранирующими альбитофирами, порфиритами, агломератами, липарито-дацитами.

Сходство описанных рудных районов наиболее четко проявляется в их металлогении. В этих и соседних рудных районах обнаружены месторождения железных (Демурсу, Саркинети, Даркилиса, Гулар, Балидара и др.—Груз. ССР; Кохб, Бовери-Гаш, Мисхана, Карцах, Вартагюх, Базум и др.—Арм. ССР), медных (Маднеули, Цителсопели, Абульмульк, Мушеван и др.—Груз. ССР; Алаверди, Шамлуг, Анкадзор, Чибухли и др.—Арм. ССР), полиметаллических (Джандар, Камышли, Маднеули, Квемо-Болниси, Мошевани, Сакир и др.—Груз ССР; Ахтала, Привольное, Марцская группа и др.—Арм. ССР), медно-молибденовых (Грма-Хевское, Ивановское, Мамула-Сопельское и др.—Груз. ССР; Техутское, Шевутское, Пиджутское, Назои-юртское и др.—Арм. ССР), золоторудных Маднеульское,—Груз. ССР; ртутных (Дарбазское, Квемо-Болнисское и др.—Груз. ССР; Атанское, Лорутское, Дсехское и др.—Арм. ССР), марганцевых (Самшвигде, Богви, Санеба, Чхиквта и др.—Груз. ССР; Саригюх, Котигюх, Гергер, Калача, Дебед, и др.—Арм. ССР), баритовых (Карадаг, Котур, Давид-Гареджи, Киль-Саль-Пинт и др.—Груз. ССР; Ераванк, Акори, Воскесар, Вартагюх и др.—Арм. ССР) руд, возраст которых определяется в основном альпийской металлогенической эпохой. Даже только простое перечисление рудных месторождений показывает идентичность металлогении отмеченных районов.

Месторождения, принадлежащие к определенному типу, характеризуются аналогичными минералого-геохимическими особенностями. В них сходны также ход минералообразующих процессов, количество и однотипность стадий минерализации (табл. 1), минеральный и химический составы руд и характер примесей (табл. 2). Характерными минералами железных руд являются гематит, магнетит; медных—пирит, халькопирит, сфалерит, барит, кварц, карбонат; полиметаллических—сфалерит, халькопирит, галенит, барит, карбонаты, гипс; золото-полиметаллических—сфалерит, галенит, самородное золото, халькопирит, кварц, карбонаты, барит, цеолиты; медно-молибденовых—молибденит, халькопирит, пирит, кварц, кальцит, ангидрит, гипс, гидрослюда; марганцевых—манганит, пиролюзит, псиломелан, кварц, халцедон, опал, карбонаты; баритовых—барит, кварц.

Таблица 1

Стадии минерализации и минеральный состав главнейших меднорудных месторождений Болнисского и Туманянского рудных районов

Месторождения	Стадии минерализации	Минеральный состав руд		
		главные	второстепенные	редкие
Маднеульское	1. Кварцевая	кварц, хлорит, гематит	Серицит, яшма, опал	Пирит, халькопирит, магнетит.
	2. Кварц-пиритовая	кварц, пирит	кальцит, халькопирит	Бравойт, кобальтин, сульванит
	3. Кварц-пирит-халькопиритовая	кварц, кальцит, пирит, халькопирит	Барит, флюорит, ангидрит, сфалерит, галенит	Халькозин, теннантит, тетраэдрит, сам.
	4. Полиметаллическая	Кварц, барит, пирит, халькопирит, сфалерит, галенит	Кальцит, марказит, борнит, ангидрит, гипс, блеклые руды	Ау, Аг, марказит, бурнонит, тетрадимит, калаверит, дискразит, эмлектит, гаухокорнит, клаусталит, ширмерит, клапротит, висмутин, аляскаит, доломит, сидерит.
	5. Баритовая	Барит	Кварц, кальцит	Сам. золото, серебро, броньартит, теннантит.
	6. Гипс-ангидритовая	Гипс, ангидрит	Кварц, кальцит	Пирит, халькопирит
	7. Кварц-карбонатная	Кварц, карбонат	Гипс, ангидрит	Пирит, халькопирит
Алавердское	1. Кварцевая	Кварц, хлорит, серицит	Кальцит, эпидот, каолинит, пирофиллит.	Пирит, магнетит, гематит, яшма.
	2. Кварц-пиритовая	Кварц, пирит	Халькопирит, кальцит, анкерит	Сфалерит, галенит, арсенопирит, тетрадимит, серицит, хлорит, магнетит, гематит.
	3. Кварц-пирит-халькопиритовая	Кварц, кальцит, пирит, халькопирит, сфалерит	Галенит, теннантит, тетрадимит, сам. золото, гематит, барит	Магнетит, миллерит, хромит, пирротин, висмутин, виттихенит.
	4. Полиметаллическая	Сфалерит, галенит, пирит, халькопирит, кварц, барит,	Теннантит, тетраэдрит, борнит, марказит, ангидрит, гипс.	Бурнонит, тетрадимит, гессит, алтаит, сам. Ау, Аг, электрум.
	5. Баритовая	Барит	Кварц, кальцит	Пирит, халькопирит
	6. Гипс-ангидритовая	Гипс, ангидрит	Кварц, кальцит	Пирит, халькопирит
	7. Кварц-карбонатная	Кварц, кальцит	Анкерит	Барит, гипс, ангидрит
Шамлугское	1. Кварцевая	Кварц, хлорит, серицит	Кальцит, эпидот, яшма	Пирофиллит, каолинит, пирит, магнетит, гематит
	2. Кварц-пиритовая	Кварц, пирит, каолинит,	Кальцит, хлорит, серицит, пирофиллит	Халькопирит, сфалерит, блеклые руды, магнетит, гематит.
	3. Кварц-пирит-халькопиритовая	Кварц, кальцит, пирит, халькопирит	Сфалерит, борнит, блеклые руды, барит	Галенит, станнин, пирротин, сам. Ау, электрум, виттихенит, эмлектит, тетрадимит, гессит, сфен, магнетит, гематит.
	4. Полиметаллическая	Сфалерит, галенит, халькопирит, кальцит, барит	Кварц, ангидрит, гипс, марказит, теннантит, тетраэдрит	Алтаит, гессит, аргентит, сам. серебро, борнит, электрум
	5. Баритовая	Барит	Кварц, кальцит	Пирит, халькопирит
	6. Ангидрит-гипсовая	Гипс, ангидрит	Кальцит	Барит, пирит
	7. Кварц-карбонатная	Кварц, кальцит	Анкерит	Гипс, ангидрит.



Таблица 2

Содержание элементов-примесей в различных минеральных типах руд по химическим и пробирным анализам (штупные пробы)*

Место- рождения	Типы руд	Содержание элементов в г/т						
		<i>Se</i>	<i>Te</i>	<i>Bi</i>	<i>Cd</i>	<i>Ge</i>	<i>Au</i>	<i>Ag</i>
Маднеуль- ское	Пиритовая	26,0 2	4,0 2	96,0 2	1,1 2	1,2 2	0,65 2	7,0 2
	Пирит-халькопиритовая	59,3 6	7,0 6	150,0 6	2,1 6	2,0 6	1,3 4	16,6 4
	Полиметаллическая	9,4 14	3,3 14	42,2 14	402,5 14	5,3 14	1,01 8	161,8 8
Алавердское	Пиритовая	23,6 5	6,2 5	102,0 5	1,2 5	1,5 5	0,1 4	7,15 4
	Пирит-халькопиритовая	62,4 46	16,3 46	170,0 46	3,7 46	1,4 15	0,26 28	17,54 28
	Полиметаллическая	11,7 5	5,0 5	68,4 5	542,3 5	9,3 5	1,8 7	209,8 7
Шамлугское	Пиритовая	14,8 5	5,2 5	91,6 5	0,5 5	1,4 5	0,1 13	5,8 13
	Пирит-халькопиритовая	42,4 33	8,9 33	102,8 33	1,8 33	1,6 33	0,19 14	14,8 14
	Полиметаллическая	12,0 9	2,5 9	56,4 9	505,5 9	5,9 9	0,48 5	142,6 5

* В числителе содержание элементов, в знаменателе—число анализов.

В виде минералов-примесей в рудах железорудных месторождений участвуют мартит, мушкетовит, скаполит, андрадит, пирит, халькопирит; медных и полиметаллических—теннантит, тетраэдрит, энаргит, гематит, борнит, самородное золото, теллуриды висмута, свинца и серебра; золоторудных—сульфосоли, теллуриды, самородное серебро, электрум и другие. Характерными элементами-примесями руд постмагматических медных, медно-молибденовых, полиметаллических и золоторудных месторождений являются золото, серебро, висмут, теллур, селен, кадмий, индий, германий, рений.

Гидротермальные изменения пород медных, медно-молибденовых, полиметаллических, золоторудных и других месторождений представлены аргиллизацией пропилитизацией, цеолитизацией, гидрослюдизацией, карбонатизацией и образованием вторичных кварцитов, а на железорудных месторождениях—скарнированием [3, 7].

Важнейшими металлогеническими эпохами для сравниваемых рудных районов являются киммерийская и альпийская (для железорудных, медных, полиметаллических, золоторудных и других формаций руд). Каледонская и герцинская металлогенические эпохи почти не проявлены или проявлены весьма слабо (небольшие проявления медно-гематитовых, полиметаллических, баритовых руд и шлиховые ореолы золота,

касситерита и вольфрамита в районах Храмского, Локского и Арзаканского массивов).

Основная часть постмагматических гидротермальных месторождений и проявлений Болнисского рудного района и частично Туманянского и Степанаванского приурочена к вулканогенным и вулканогенно-осадочным образованиям верхнего мела и эоцена. Это лишний раз доказывает, что месторождения аналогичного характера и типа, размещенные в юрских отложениях в Туманянском рудном районе, являются не среднеюрскими, а более молодыми.

Некоторые локальные особенности геологического строения, блоковой структуры, магматизма и металлогении, проявленные в Болнисском и Туманянском рудных районах, привели к выделению рудных зон, подзон и полей с характерной для них рудной минерализацией. Такими зонами и подзонами являются Джавахетская, Храмская, Тетрицкаро-Асуретская, Маднеульско-Поладаурская, Локская, Сакирская в Груз. ССР [2, 10]; Алавердская, Привольненская, Базумская и др. в Арм. ССР [5]. В этих зонах выделяются рудные поля—Маднеульское, Дарбазское, Саркинетское, Квемо-Болнисское, Поладаурское, Питаретское, Дамблудское и др. в Груз. ССР; Алавердское, Техутское, Марцигетское, Степанаванское, Базумское и др. в Арм. ССР.

В свете изложенного следует отметить, что однотипность геологического, геоструктурного и магматического развития Болнисского и Туманянского рудных районов обусловила сходство их металлогенического облика. Для этих рудных районов главной металлогенической эпохой является альпийская.

Среди рудных проявлений описанных рудных районов выделяются позднемагматические хромитовые и титаномagnetитовые, постмагматические, контактово-метасоматические железорудные, постмагматические гидротермальные (плутоногенные и вулканогенные) медные, полиметаллические золото-сульфидные, ртутные, марганцевые и баритовые формации руд.

Все крупные месторождения железорудной, медной, полиметаллической, золоторудной и других формаций руд образовались в после-складчатый период формирования области.

По сходству геологических, структурных, минералого-геохимических особенностей медные и полиметаллические месторождения Туманянского рудного района, расположенные в области развития юрских вулканогенно-осадочных отложений, как и аналогичные месторождения юго-восточной Грузии, являются более молодыми, возможно, после-верхнемеловыми образованиями.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 5. V. 1983.

ԹՈՒՆԴԱՆՅԱՆԻ (Հայկ. ՍՍՀ) ԵՎ ԲՈԼՆԻՍԻ (Վրաց. ՍՍՀ) ՀԱՆՔԱՅԻՆ
ՇՐՋԱՆՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՄԵՏԱԳԱԾՆՈՒԹՅԱՆ
ՅՈՒՐԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկված են Վրաց. ՍՍՀ Բոլնիսի և Հայկ. ՍՍՀ Թումանյանի հանքային շրջանների երկրաբանական կառուցվածքի, ստրուկտուրայի և մետաղածնության յուրահատկությունները: Հաստատված է, որ նշված շրջանների գեոտեկտոնական և մագմատիկ զարգացման միատիպությունը կանխորոշել է նրանց մետաղածնության նմանությունը: Այդ շրջանների սահմաններում լայնորեն տարածված են երկաթի, պղնձի, բազմամետաղային, պղինձ-մոլիբդենային, ոսկու, սնդիկի, մանգանի և բարիտի հանքավայրեր, որոնք բնութագրվում են համանման ծագումնային և միներալոգա-գեոքիմիական յուրահատկություններով:

Sh. H. AMIRIAN, A. Z. ALTUNIAN, M. S. AZIZBEKIAN

TUMANIAN (ARMENIAN SSR) AND BOLNISY (GEORGIAN SSR)
ORE REGIONS GEOLOGY AND METALLOGENY PECULARITIES
AND THEIR COMPARATIVE CHARACTERISTIC

A b s t r a c t

The peculiarities of geology, structure and metallogeny of Bolnisy and Tumanian ore regions are considered in this paper. It is established that geotectonic and magmatic development uniformity predetermined their metallogenical resemblance. The iron, copper, polymetallic, porphyry copper-molybdenum, gold, mercury, manganese and barite ore deposits are widespread within the limits of these regions, being characterized by analogous genetical and mineralogical-geochemical features.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Аппетрат, Ереван, 1958.
2. Геологическое строение и металлогения юго-восточной Грузии. Мецниереба, Тбилиси, 1965.
3. Гогишвили Т. Ш. и другие Метасоматизм и колчеданное рудообразование в Болнисском рудном районе. В кн. Метасоматизм и колчеданное оруденение, Изд-во АН Арм.ССР, Ереван, 1975.
4. Магакьян И. Г. Алавердский тип оруденения и его руды. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1947.
5. Мкртчян С. С., Паффенгольц К. Н., Хачатурян Э. А. Алавердский рудный район. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1968.
6. Назаров Ю. М. Особенности формирования месторождений медноколчеданной формации Южной Грузии. М., Недра, 1966.
7. Саркисян Г. А. и другие Метасоматические формации колчеданоносных зон Армянской ССР. В кн.: Метасоматизм и колчеданное оруденение. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1975.
8. Твалчрелидзе Г. А. Эндогенная металлогения Грузии. М., Госгеолтехиздат, 1961.
9. Твалчрелидзе Г. А. Главные типы металлогенической зональности рудных провинций. В кн.: Эндогенные рудные месторождения, М., Наука, 1968.
10. Ткемаладзе М. Т. Геолого-структурные условия формирования медных и свинцово-цинковых месторождений Болнисского рудного района (ГрССР), Мецниереба, Тбилиси, 1982.