



Б.Р. Кусов

Глобальная летопись геохимии гидротермальных процессов в осадочном чехле

Б.Р. Кусов*

Традиционно сложилось так, что география изучения гидротермального процесса в истории земли ограничена зонами современного проявления его и орогенами. Огромные территории распространения осадочных пород на различных континентах выпадают из сферы изучения этих процессов, поскольку считается, что осадочный чехол почти никакой информации о гидротермальном процессе не несет. В то же время он таит в себе не используемый до настоящего времени огромный информационный потенциал не только в части изучения гидротермального процесса вообще, но и генезиса и поисков месторождений рудных полезных ископаемых. Этот потенциал обусловлен тем, что вещество для формирования значительной части горных пород и флюидов осадочного чехла поступает в верхние слои земной коры из мантии в составе гидротерм и является носителем геохимической информации о гидротермальных процессах той среды и того времени, где и когда они проявлялись. Такими породами и флюидами являются хемогенные породы (известняки, доломиты, ангидриты, соли), карбонатный, сульфатный и солевой цемент морских песчаников и алевролитов, ископаемые угли (бурые, каменные, антрацит), углеродистая часть горючих и чёрных сланцев, антракосолиты, шунгиты, графит, нефть, газ и высоконасыщенные (более 10 г/л) подземные воды. На всех континентах эти породы и флюиды в осадочном чехле имеют чрезвычайно широкое распространение, составляют его значительную часть и охватывают весь временной интервал формирования его. Однозначная относительная датировка большинства перечисленных пород в разрезе осадочного чехла даёт возможность проследить геохимические особенности гидротермального процесса во времени и в пространстве в глобальных масштабах.

Поскольку то, что вещество для формирования перечисленных пород и флюидов в верхние

слои земной коры, в том числе и в осадочный чехол, поступает из мантии, ранее было показано в работах [9, 10], здесь кратко приведем основные доводы.

То, что после выпадения из морской воды огромных масс хемогенных пород (известняки, доломиты, ангидриты, соли) ее состав существенно не меняется, по крайней мере, за всю историю фанерозоя [17], говорит о существовании внешнего источника вещества для образования перечисленных пород. Внешним источником для морской (океанической) воды могут быть суша и мантия. Анализ состава, строения, форм и размеров карбонатных и галогенных толщ и других сооружений, особенностей распределения различных металлов и элементов в них однозначно указывает на глубинный источник вещества для формирования их и исключает возможность привноса вещества с суши. Хемогенные карбонатные породы от карбонатов отличаются тем, что первые образуются при морском излиянии карбонатного вещества, а вторые – при наземном излиянии. По этой причине уровень концентрации различных металлов и элементов в морских карбонатных породах существенно ниже, чем в карбонатах, поскольку в морской среде происходит значительное разбавление и перераспределение их. Однако общая геохимическая характеристика излившегося мантийного вещества сохраняется, хотя и в менее выраженном виде.

Особо следует остановиться на значении ископаемых углей. Они имеют чрезвычайно широкое распространение в осадочном чехле, в наибольшей степени изучены в части наличия в них различных металлов и элементов, являются главным носителем ценной информации о геохимии гидротермальных процессов, поскольку представляют собой древние изливы нефти из мантии на дневную поверхность, а не образуются из торфа [9], как принято считать. Время излива

*Кусов Б.Р. – вед. н. с. СКО ИГЕМ РАН.

четко определяется по возрасту вмещающих пород. Содержание всех металлов и элементов в нефти, характеризующие геохимические особенности окружающей геологической среды на момент проявления гидротермов, сохраняются без какого-либо перераспределения, что дает возможность проследить изменение геохимии гидротермального процесса в геологическом пространстве и времени.

Залежи углеводородов (нефти и газа), разрабатываемые в настоящее время, также содержат широкий спектр металлов и элементов, но от залежей ископаемых углей отличаются тем, что время поступления их в осадочный чехол однозначной датировке пока не поддается. Глубинный (мантийный) генезис углеводородов и несостоятельность образования их в осадочном чехле из гипотетического рассеянного органического вещества горных пород гумусового или сапропелевого происхождения (органическая гипотеза генезиса) ранее были показаны во многих работах, в том числе и в [10]. Кратко перечислим факты, отвергающие органическую гипотезу. Первый – до настоящего времени никто не описал (химический состав, химическая формула, физическое состояние, форма нахождения) гипотетического рассеянного органического вещества (РОВ) гумусового или сапропелевого происхождения, из которого якобы образуются углеводороды (в работе [19] графит, твердые битумы и другие продукты метаморфизма углеводородов в докембрийских осадочно-метаморфических породах именуется органическим веществом). Второй – никем не показано, как меняются химический состав, химическая формула, физическое состояние, форма нахождения и количество рассеянного органического вещества после того, как из него путем термической деструкции, как предполагает органическая гипотеза, образуются углеводороды. Третий – сторонники органической гипотезы за нефтематеринские породы выдают те породы, в которых много РОВ, а породы, где нет РОВ, считают нефтематеринскими, когда по логике должно быть наоборот. Четвертый – за пределами залежей нефти и газа в продуктивных пластах за редким, но объяснимым случаем нет ни РОВ, ни углеводородов, что противоречит гипотезе формирования залежей путем миграции «микронепти» с большой площади нефтепроизводящих толщ. Пятый – методика определения количества РОВ в горных породах и битуминологических исследований такова, что одно и то же вещество (нефть в керне) в одном случае выдается за РОВ, а в другом – за углеводороды [15]. По этой причине почти во всех работах сторонников органической гипотезы термины «РОВ» и «углеводороды» употребляются как синонимы, плавно переходящие одно в другое. Та-

ких, хорошо известных фактов, много, и они приведены в работе [10]. В той же работе приведены факты, указывающие на глубинный (мантийный) генезис нефти и газа.

Придерживаясь ошибочных представлений о генезисе вышеперечисленных пород и флюидов осадочного чехла и не признавая глубинный (мантийный) источник вещества для формирования их, многие исследователи вынуждены были выдвигать фантастические, порой взаимоисключающие гипотезы, или же признать свое поражение при попытке объяснить причины наличия в этих породах и флюидах осадочного чехла различных металлов и элементов в весьма высоких концентрациях.

Например, обнаружив в нефтях месторождений основных провинций России высокие (на порядок больше, чем кларки этих элементов в осадочных породах) содержания элементов платиновой группы и золота, авторы работы [11] высказывают несколько предположений о причинах этого явления: 1. Осадочный фактор, действовавший в процессе осадконакопления высокоуглеродистых пород, аккумулировавших в себя повышенные концентрации платиноидов. При отделении из этих пород нефтей часть платиноидов могла переходить в нефть, а другая – оставаться и накапливаться в высокоуглеродистых породах. 2. Фактор пространственной близости ультраосновных массивов, которые могли быть первоисточником платиновых металлов, как при образовании высокоуглеродистых нефтематеринских пород, так и в процессе гидрогенного переотложения платиновых металлов подземными водами. 3. Магматический фактор, имевший место во время внедрения магматических инъекций в нефтяные резервуары. Контактное воздействие магматических инъекций обогащало нефть металлами. 4. Фактор влияния мантийных струй.

В работах [13, 14] автор утверждает, что углеводородные соединения обладают высокой концентрирующей способностью по отношению к металлам.

Другие исследователи [20] высокие концентрации металлов в углях объясняют привнесом их в бассейн торфонакопления поверхностными или подземными водами при дренировании ими коренных и россыпных месторождений (инфильтрационный тип обогащения) или же глубинными водами, иногда уже после углефикации растительных остатков (эксфильтрационный тип). Но они же признают, что имеются многочисленные факты высокой концентрации металлов в углях, которые вообще не находят объяснения ни инфильтрационным, ни эксфильтрационным процессом. Например, золотоносность углей Огоджинского месторождения Приамурья.

В связи с относительно высокими концентрациями различных металлов в углях Кайерканского угольного разреза (Норильский район) в работе [7] утверждается, что углеродистое вещество обладает высокой сорбционной емкостью по отношению к благородным металлам. Заметим, что ни в упомянутых работах, ни в других аналогичных не приводится никаких доказательств в пользу приписываемых УВ свойств и механизма реализации их. Поэтому академик Н.А. Шило [25], на примерах золоторудных месторождений Витватерсранд (Южная Африка), Мурунтау, включая гранитоидный массив на глубине 4 005–4 300 м (Узбекистан), Наталка (Россия) и многих других объектов, обращает особое внимание на часто встречающиеся факты совместного нахождения золота и УВ и утверждает, что причина такой избирательности золотом углеродсодержащих пород до сих пор никем не объяснена.

Добавим, что если исходить из положений осадочно-миграционной (органической) гипотезы образования углеводородов (нефти и газа) и принимать на веру существование в осадочных породах гипотетического РОВ сапропелевого или гумусового происхождения как исходного вещества для образования нефти и газа, а также превращение растительных остатков через торф в ископаемые угли, которые на самом деле являются нефтью глубинного (мантийного) происхождения и продуктами ее метаморфизма в породах земной коры [9, 10], то причина избирательности не только золотом, но и многими другими металлами и элементами углеродсодержащих пород не будет объяснена никогда. Осмысление многочисленных опубликованных фактов из геологии нефти и газа, рудных и нерудных полезных ископаемых, однозначно отвергающих широко распространенную, но в корне ошибочную осадочно-миграционную гипотезу образования нефти и газа и прямо указывающих на глубинный генезис их, а также избавление от не менее ложной гипотезы образования ископаемых углей из растительных остатков через торф, могут не только объяснить многие непонятные сегодня вопросы, но и вывести на совершенно новый уровень вопросы прогноза и поисков месторождений нефти и газа, рудных и нерудных полезных ископаемых.

УВ, являясь по сути интрузивом в земной коре, имеют ряд важных отличий от интрузивов другого состава. Это – чрезвычайно широкое распространение различных тел и пластов УВ, которые применительно к рудным полезным ископаемым содержат в себе огромный, до сих пор почти не используемый информационно-поисковый потенциал, имеющий генетическую основу. Различные металлы и элементы содержатся во всем объеме УВ и распределены

в нем более равномерно, чем в других породах. Это доказано опробованием угольных пластов на различных месторождениях и золы на ГРЭС-ах, работающих на ископаемых углях [20].

Ископаемые угли, антраксолит, шунгит, графит, углеродистая часть черных и горючих сланцев – это продукты метаморфизма углеводородов (нефти и газа) в верхних слоях земной коры, куда они поступают из мантии по глубинным разломам в составе различных гидротерм [9, 10]. Залежи перечисленных углеродсодержащих пород и веществ по форме нахождения в осадочном чехле делятся на стратифицированные и нестратифицированные. Залежи нефти и газа, и продукты их метаморфизма вплоть до графита (месторождение Союзное на Амуре и др.) и высоконасыщенные подземные воды относятся к нестратифицированным, так как время поступления их в пустотное пространство горных пород пока не поддается однозначной датировке.

К стратифицированным относятся залежи (пласты) ископаемых углей, углеродистое вещество черных и горючих сланцев и, возможно, некоторые (пластовые) залежи шунгитов, поскольку время поступления вещества (углеводородов) из мантии для их образования однозначно определяется по возрасту вмещающих пород. К этой категории можно отнести и морские хемогенные породы, и соответствующий цемент песчано-алевритовых пород. Поэтому стратифицированные пласты перечисленных пород играют важнейшую роль в познании региональных и глобальных особенностей гидротермального процесса, поскольку вся информация, содержащаяся в них, в том числе и геохимическая, поддается синхронизации и корреляции.

Информация о концентрации различных металлов и элементов в перечисленных породах и флюидах осадочного чехла также имеет весьма важное прогнозно-поисковое значение касательно рудных полезных ископаемых. Это обусловлено тем, что, как было сказано выше, вещество для формирования рассматриваемых пород и флюидов осадочного чехла, поступая в верхние слои земной коры в составе гидротерм, сохраняет геохимический «образ» той геологической среды и того времени, где и когда проявлялся гидротермальный процесс. Рассмотрим конкретные примеры.

В угольных пластах многих регионов известны факты высоких содержаний различных металлов и элементов и прямая корреляция этих концентраций с обогащенностью окружающей геологической среды соответствующими металлами и элементами. Например, в углях месторождения Гуннедах (Австралия) концентрация циркона в золах углей с зольностью 3,1–4,7 % превышает 1,4 %, или 560 г/т угля [20]. Здесь

в непосредственной близости еще с 30-х годов прошлого века разрабатываются богатейшие месторождения циркона [3].

Плиоценовые лигниты бассейна Косово аномально обогащены никелем и хромом – 304 и 176 г/т угля или 1100 и 546 г/т золы соответственно [20]. В непосредственной близости к юго-востоку имеются месторождения никеля (Голеш, Старо-Чикатово) и хрома (Орашье, Радушa) в серпентинизированных перидотитах [4].

Позднепермские антрациты в юго-западной части провинции Гужоу (Южный Китай) содержат (г/т): золота – 0,57, сурьмы – 370, ртути – 55 и мышьяка – 3,5 %. Аналогичная геохимия характерна для расположенных поблизости золоторудных месторождений в обогащенных углеродистым веществом осадочных породах [20].

Угли месторождений Верхнего Приамурья – региона, известного своими многочисленными коренными и россыпными месторождениями золота – аномально обогащены этим металлом. В 120 пробах с трех бурогольных и одного каменноугольного месторождения содержание золота составило от 5 до 100 г/т угля [20].

Поскольку во многих регионах имеются многопластовые угольные месторождения, формировавшиеся в течение значительного временного интервала, по ним можно проследить изменения геохимии гидротермальных процессов во времени.

Залежи углеводородов также несут аналогичную информацию, но лишь с той разницей, что, как было сказано выше, время поступления углеводородов в пустотное пространство пород достоверному определению не поддается. К тому же, углеводороды в древних залежах в результате метаморфизма превратились в битумы, «углеродистое (углистое) вещество», графит, но все они сохранили геохимический образ гидротерм, в составе которых они поступали [10].

Например, в пределах Вятско-Камской мезозойской полосы верхнепермские углеродсодержащие битуминозные породы встречаются в значительном интервале разреза. Мощность битуминозных пород от 0,25 до 2,9 м, они характеризуются повышенными (>0,1 г/т) содержаниями золота, а также меди и серебра. Все повышенные концентрации малых элементов (особенно халькофильных) и благородных металлов связаны с углеродсодержащими породами. Углеродистое вещество углистой, битумной, шунгитовой или графитовой субстанции. Средние содержания платины 0,29 г/т (0,1–3,3 г/т), золота 0,09 г/т (0,01–0,23 г/т) [5].

В углеродсодержащих сланцах золоторудного месторождения Сухой Лог обнаружены две разновидности углеродистого вещества. Первая – точно-каплевидная (свободная форма)

представлена частичками (1–3 мкм), которые равномерно пронизывают минеральную часть сланцев. Плотность диспергирования различна, в отдельных участках породы плотность углеродистого вещества настолько увеличивается, что порода становится черной, непросвечивающейся в проходящем свете. Тонкополосчатое распределение УВ совпадает со слоистостью пород. Вторая разновидность УВ представлена частицами 20–30 мкм, имеющими сотово-ячеисто-решетчатое строение. Частицы соединены между собой, образуя тонкие сращения с терригенным материалом. В рудах присутствуют кристаллы графита. Наблюдается прямая корреляция между содержаниями углерода и золота в породе [18]. Как видим, распределение металлоносного углеродистого вещества в породах имеет все признаки насыщения мелкопористых пород нефтью. Мельчайшие поры (1–3 мкм), которые были заполнены нефтью, в результате метаморфизма вмещающих пород оказались изолированными друг от друга. Но слоистый характер распределения их унаследован от осадочных пород, в которых пористость почти всегда имеет слоистый характер распределения.

На золоторудном проявлении Пионерское Дегдеканского рудного поля (Центральная Колыма) распределение углерода в верхнепермских терригенных отложениях строго подчинено форме складчатости. В соответствии с этим высокоаномальные зоны с содержанием углерода более 2 % (керит, антраксолит, углистое вещество, графит, нефтеподобные битумы) приурочены к ядерным частям антиклинальных складок. В зоне битуминизации осадочных пород отмечается увеличение концентрации золота на порядок и более по сравнению с кларковыми содержаниями. По 226 пробам содержание золота в углеродсодержащих породах меняется от 0,04 до 14 г/т. Главным концентратором золота являются битумы, в которых содержание металла составило 224–629 г/т (в среднем 520 г/т) [2]. И здесь распределение УВ в пределах структур сохранило формы залежей нефти в антиклинальных ловушках, в которых суммарная пустотность и степень нефтенасыщения пород увеличивается от контуров к сводовым (ядерным) частям складок. Нахождение в пределах одной локальной структуры целого ряда УВ от нефтеподобного битума до графита говорит о том, что нефть либо поступала в ловушку периодически, и нефть более раннего поступления превратилась в кериты, антраксолиты и графит, а более поздняя остается в виде нефтеподобного битума. Либо поступление нефти было одноразово, а различная степень преобразованности ее является следствием дифференциации факторов динамометаморфизма в пределах структур. Ясность в этот

вопрос может внести детальное изучение особенностей взаиморасположения УВ различных степеней метаморфизма и их распределения в пределах локальных структур.

Некоторые примеры нахождения различных металлов в нефтяных залежах были приведены выше. Кроме них известны многочисленные факты аномально высокого содержания различных металлов и элементов в нефтях, указывающих, по аналогии с другими известными фактами, на возможное наличие месторождений соответствующих полезных ископаемых вблизи них.

Например, в Западной Туркмении содержание золота в нефтях трех месторождений составляет: (мг/т): Небит-Дагское – 0,5, Гогрань-Дагское – 1,2, Окаремское – 15,2 при фоновой концентрации в других месторождениях 0,5 мг/т [16]. Причем увеличение происходит с севера на юг.

Нефти месторождений Апшеронского полуострова и прилегающей акватории содержат никель в аномально высоких значениях – от 10 до 96 г/т нефти [1]. Концентрация металла закономерно увеличивается к центральной части полуострова.

В Польше нефти двух месторождений – Мозов и Бабимост содержат золото в количествах 0,49 и 0,32 г/т соответственно при фоновом содержании этого металла в других месторождениях 0,005 г/т [26].

Эти факты заслуживают серьезного внимания и должны найти свое место в прогнозно-поисковых работах на соответствующие полезные ископаемые в регионах.

Соли солеродных бассейнов мира также содержат различные металлы и элементы в повышенных количествах, а иногда даже в промышленно значимых концентрациях. Например, в солях Верхнекамского месторождения концентрация золота составляет 0,011–0,18; серебра – 1,7–45,17; платины – 0,14–6,36; палладия – 0,083–0,94; родия – 0,011–0,066; индия – 0,15–6,6 г/т [8].

В соляных куполах различных регионов встречены золото, серебро, платиноиды, ртуть, свинец, цинк, медь, молибден, стронций, бор, флюорит, цеолит, сера [6].

Высокоминерализованные подземные воды, насыщающие первичные и вторичные пустоты горных пород, также являются источником ценной информации о геохимии гидротермов регионов. Под высокоминерализованными водами для целей настоящей работы понимаются воды с минерализацией более 10 г/л. Первично седиментационные морские воды обычно имеют минерализацию около 3,5 г/л. С учетом возможного увеличения минерализации седиментационных вод в результате взаимодействия с вмещающи-

ми породами можно утверждать, что воды с минерализацией выше 10 г/л являются эндогенными. А если воды насыщают вторичные пустоты пород, например коллекторы в карбонатных и некоторых терригенных породах и кристаллическом фундаменте, то такие воды не могут быть морскими седиментационными. В практике разработки нефтяных месторождений зафиксированы случаи, когда минерализация приконтурных вод нефтяных залежей значительно выше, чем минерализация вод вдали от контура. Такие факты установлены по месторождениям Куйбышевской области [23], Северного Кавказа (В.П. Луков и др., 1972) и Западной Сибири [24]. Это объясняется тем, что приконтурные воды, поступающие в коллектор вместе с углеводородами из мантии по глубинным разломам, всегда насыщены различными элементами больше, чем морские седиментационные воды.

Воды вмещающих кимберлитовую трубку «Удачная» (Якутия) карбонатных отложений кембрия и ордовика при общей минерализации около 300 г/л содержат лития 80, стронция – 1 200, рубидия – 10, брома – 3 800 мг/л [21].

В верхнепротерозойских песчаниках Припятского прогиба при минерализации вод 400–430 г/л содержание лития составляет 70–80, брома – 6 050 мг/л, а в девонских карбонатных отложениях – 30–40 и 3 600–4 800 мг/л соответственно.

В водах нижнемеловых-верхнеюрских карбонатных отложений Терско-Каспийского передового прогиба обнаружены алюминий, ванадий, кобальт, никель, медь, цинк, свинец, мышьяк, селен, литий, стронций, цезий, германий, рубидий и др. элементы.

Осадочные карбонатные породы в части наличия в них различных металлов и элементов изучены весьма слабо. Имеются редкие исследования с целью определения геохимических индикаторов рифовых комплексов [22]. В значительно большей степени изучены карбонаты, часто содержащие различные полезные ископаемые в промышленных концентрациях, например месторождение редкометалльных руд Томтор в Восточной Сибири [12 и др.]. Несмотря на то, что условия образования карбонатных пород приводят к значительному снижению уровня концентрации различных металлов и элементов в карбонатном осадке по сравнению с исходным карбонатным веществом, изливающимся по глубинным разломам, геохимические особенности эндогенного вещества сохраняются. Об этом свидетельствуют факты увеличения содержания некоторых металлов в карбонатных породах по мере приближения к глубинным разломам. Такие факты установлены для фаменских межсолевых отложений Припятского прогиба (Антипова, Кусова, 1972). Аналогичную геохимическую

информацию может нести карбонатный цемент морских песчано-алевритовых пород.

В карбонатах, образующихся при наземном излиянии глубинного карбонатного вещества, первоначальная концентрация металлов и элементов сохраняется, и поэтому в них нередко образуются месторождения соответствующих полезных ископаемых.

Касательно содержания различных металлов и элементов в еще меньшей степени, чем карбонатные породы, изучены ангидриты, имеющие общий с карбонатными породами и солями механизм формирования за счет поступления в бассейн седиментации вещества для их образования по глубинным разломам в составе гидротерм.

Систематические и целенаправленные геохимические исследования вышеперечисленных пород и флюидов осадочного чехла нигде не

проводились. Тем не менее отчеты различных производственных геологических предприятий и научных организаций содержат большое количество результатов таких исследований, выполненных при решении различных геологических задач. Опубликована только незначительная часть этих исследований. Целенаправленный сбор, систематизация и комплексный анализ результатов этих исследований может привести к интересным и неожиданным выводам. Весьма полезным было бы введение нового дополнительного стандарта изучения вышеперечисленных горных пород и флюидов осадочного чехла для всех без исключения пользователей недрами. Стандарт должен предусматривать выполнение определенного комплекса и объема геохимических исследований проб горных пород и флюидов, отбираемых из осадочного чехла независимо от глубины отбора.

ЛИТЕРАТУРА

- Багир-Заде Ф.М.** Металлопорфириновые комплексы нефтей морских отложений Азербайджана. Багир-Заде Ф. М., Бабаев Ф. Р., Амзоян З. Г. // *Геология нефти и газа*, 1988, № 12. С. 42–44.
- Ганжа Г.Б.** Золото-битумная минерализация в черносланцевой толще, Центральная Колыма. Ганжа Г. Б., Ганжа Л.М. // *Руды и металлы*, 2004, № 4. С. 24–32.
- Горная энциклопедия.** М.: Советская энциклопедия. Т. 1, 1984. 560 с.
- Горная энциклопедия.** М.: Советская энциклопедия. Т. 5, 1991. 541 с.
- Закирова Ф.А.** Рудоносность верхнепермских углеродсодержащих пород Вятско-Камской меденосной полосы // *Руды и металлы*, 2006, № 4, стр. 62–66.
- Корытов Ф.Я.** Соляные купола, их генезис и полезные ископаемые. Корытов Ф. Я., Прокофьев, В. Ю., Дзайнуков, А. Б., Воинков Д. М. // *Известия секции наук о земле РАН*, 2004, вып. 12, стр. 51–62.
- Кощеева И.Я.** Осьмий в углях Норильского региона. Кощеева И.Я., Тютюнник О.А., Чхетия Д.Н., Кригман Л.В. // *Материалы Всероссийского симпозиума «Геология, генезис и вопросы освоения комплексных месторождений благородных металлов»*. – М.: ООО «СВЯЗЬ-ПРИНТ» 2002. С. 170–173.
- Кудряшов А.И.** Верхнекамское месторождение солей. – Пермь: ГИ УРО РАН, 2001. 429 с.
- Кусов Б.Р.** Углеобразование. Новый взгляд на известные факты // *Отечественная геология*, 2010, № 3. С. 76–80.
- Кусов Б.Р.** Генезис некоторых углеродсодержащих полезных ископаемых (от метана до алмаза) // *ИПО СОИГ-СИ, Владикавказ*, 2010, 164 с.
- Лазаренков В.Г.** Платиновые металлы в нефтяных месторождениях. Лазаренков В.Г., Таловина И.В. // *Материалы Всероссийского Симпозиума «Геология, генезис и вопросы освоения комплексных месторождений благородных металлов»*. – М.: ООО «СВЯЗЬ-ПРИНТ» 2002. С. 174–175.
- Лапин А.В.** Геолого-геохимическая модель формирования уникальных редкометалльных руд месторождения Томтор // *Отечественная геология*, 1999, № 5, стр. 16–28.
- Маракушев А.А.** Парагенезисы рудных металлов углеводородной спецификации. Статья 1. Оксифильные Металлы. Маракушев А.А., Панеях Н.А., Русинов В.Л., Зотов И.А. // *Геология и разведка*, 2007, № 6. С. 32–40.
- Маракушев А.А.** Парагенезисы рудных металлов углеводородной спецификации. Статья 2. Сульфурофильные Металлы. Маракушев А.А., Панеях Н.А., Русинов В.Л., Зотов И.А. // *Геология и разведка*, 2008, № 1. С. 15.
- Методические рекомендации по экспрессному исследованию органического вещества** // Москва, ВНИГНИ, 1986. 46 с.
- Мирзоев Р.Х.** О металлоносности нефтей Западной Туркмении. Мирзоев Р. Х., Гасанов Р. К., Харитонов В. М. // *Геология нефти и газа*, 1993, № 5, стр. 43–46.
- Океанология.** Химия океана. Том 1. Под ред. Моница А. С. – М.: Наука, 1979. 518 с.
- Развозжаева Э.А.** Углеродистое вещество золоторудного месторождения Сухой Лог (Восточная Сибирь). Развозжаева Э. А., Немеров В. К., Спиридонов А. М., Прокочук С. И. // *Геология и геофизика*, 2008, т. 49, № 6, стр. 495–502.
- Сидоренко Св.А.** Органическое вещество в осадочно-метаморфических породах докембрия. Сидоренко Св.А., Сидоренко А.В. Труды ГИН АН СССР. – М.: Наука, 1975.
- Угольная база России.** Том VI. Основные закономерности углеобразования и размещения угленосности на территории России. – М.: ООО «Геоинформмарк», 2004. 779 с.
- Харьков А. Д.** История алмаза. Харьков А. Д., Зинчук Н. Н., Зуев В. М. – М.: Недра, 1997. 601 с.: ил.
- Честер Р.** Геохимические критерии различия карбонатных пород рифовых и нерифовых фаций // *Геология и нефтегазоносность рифовых комплексов*. – М.: Мир, 1968. С. 270–292.
- Чистовский А.И.** Минерализация погребенных вод как показатель времени формирования нефтяных залежей // *Геология нефти и газа*, 1984, № 6. С. 41–43.
- Чистякова Н.Ф.** Гидрохимические показатели условий формирования залежей УВ (на примере Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна). Чистякова Н. Ф., Рудкевич М.Я. // *Геология нефти и газа*, 1993, № 5. С. 29–33.
- Шило Н.А.** Витватерсранд. Физика рудогенеза // *Известия секции наук о земле РАН*, 2008, вып. 16, стр. 3–12.
- Якуцени С. П.** Металлы в нефтях и конденсатах Польши. Якуцени С. П., Кудряжева Е.И. // *Геология нефти и газа*, 1998, № 3, стр. 44–46.