

Янин Е.П. Прикладная геохимия (содержание, основные направления, терминологические проблемы) // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2009, № 10, с. 103–119.

*Человеческий разум вещей не познает,
но имеет о них токмо знаменья,
которые начертывает словами...,
вся человеческая наука не что иное есть,
как изображение знамений вещей,
есть роспись слов;
да иначе и быть невозможно.*

А.Н. Радищев

Представление о прикладной геохимии возникло в конце XIX в., когда была выявлена тесная связь геохимических проблем с учением о рудных ископаемых и с «рудной разведкой». Работы и обобщения в этом направлении, по словам В.И. Вернадского, придали геохимии большое *практическое значение*. «*Это прикладное значение геохимии быстро растет во всем мире на наших глазах*» [7] и «*охватывает все рудное дело и всю нашу технику*» [8]. По мнению ученого, практическое значение также имеет геохимическое изучение живого вещества, которое может идти в разных направлениях: использование живого вещества в качестве источника некоторых химических элементов, «многочисленные приложения геохимии живого вещества к медицине, гигиене, ветеринарии и к дезинфекционной борьбе с вредителями», в агрономических и зоотехнических науках, включая учение о плодородии почв [9], «составление геохимической карты биосферы» [8].

Словосочетание «прикладная геохимия» впервые использовал А.Е. Ферсман [46]: «Применение законов и выводов геохимии к проблемам практического характера заставило выдвинуть целую область геохимических дисциплин – прикладную геохимию», содержание которой он сводил к использованию геохимических методов, прежде всего, «в области горного дела» (поиски, разведка и эксплуатация месторождений) и в химической технологии. К важным направлениям прикладной геохимии Ферсман относил также геохимическое картирование и геохимию техногенеза [46-50].

Х.Е. Хокс и Дж.С. Уэбб [53] к «областям применения прикладной геохимии», наряду с поисками рудных месторождений, причисляли: поиски нефти, добыча нефти (органическая геохимия), сельское хозяйство (вопросы геохимии и плодородия почв, животноводство и микроэлементы), здравоохранение (геоэпидемиология, геохимические эндемии), сырьевые материалы из океана (морская геохимия, или химическая океанография).

А.А. Сауков к вопросам *практической* геохимии относил следующие: 1) поиски, разведка и эксплуатация месторождений полезных ископаемых, 2) выявление новых видов минерального сырья и путей извлечения из них полезных ком-

понентов, 3) решение некоторых вопросов сельского хозяйства и здравоохранения [41]. По его мнению, для того, чтобы осветить все практические достижения геохимии требуется специальная книга.

В настоящее время такая книга, к сожалению, отсутствует, хотя и известны попытки обосновать содержание современной прикладной геохимии и дать ее краткую формулу. Несколько примеров.

В «Толковом горно-геологическом словаре» [44] «прикладная геохимия» трактуется как «геохимические методы поисков полезных ископаемых» (что такое «геохимические методы поисков полезных ископаемых» – в словаре не сообщается). Близкое понимание прикладной геохимии встречается в некоторых публикациях, например, «прикладная геохимия» – это «геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых» [25]. В «Политехническом словаре» [33] мы читаем, что прикладная геохимия «является важнейшим разделом науки геохимии», а отсылка к статье «Геохимические поиски полезных ископаемых» позволяет сделать вывод, что термины «прикладная геохимия» и «геохимические поиски полезных ископаемых» являются, в понимании составителей словаря, синонимами. Из контекста коллективной работы советских и болгарских специалистов [36] следует, что прикладная геохимия включает «поисковую и разведочную геохимию, геохимическое картирование, радиогеохимические исследования, региональные геохимические исследования, разномасштабное прогнозирование месторождений полезных ископаемых».

В.Ф. Барабанов [3] подчеркивал, что развитию геохимии в высокой степени способствует ее *прикладное, поисковое* значение, прежде всего, геохимические методы поисков полезных ископаемых («поисковая геохимия»). По мнению автора цитируемой работы, прикладная геохимия, кроме поисков месторождений полезных ископаемых, широко используется также при разработке месторождений, при решении проблем рудничной геологии («рудная геохимия»), при комплексном использовании руд («рудоперерабатывающая геохимия»); геохимические индикаторы привлекаются для решения кардинальных геологических проблем; составной частью прикладной геохимии являются радиологические методы определения абсолютного возраста.

Международный журнал «*Applied geochemistry*», издаваемый с 1986 г., публикует преимущественно статьи следующей тематики: 1) геохимические методы поисков энергетического сырья, 2) геохимические методы поисков рудных и нерудных полезных ископаемых, 3) процессы обогащения энергетических и минеральных полезных ископаемых, основанные на использовании геохимических методов и приемов, 4) применение геохимических методов при изучении загрязнения окружающей среды, 5) геоэпидемиология (медицинская геохимия, взаимосвязи между геохимическими свойствами среды обитания и возникновением эндемических болезней живых организмов), 6) геохимическое картирование; 7) агрогео-

химия, 8) инженерная геохимия («набор методов по использованию геохимических процессов для улучшения окружающей среды»). Название журнала дает основание полагать, что все перечисленные темы и составляют содержание прикладной геохимии.

Из статьи Д.А. Минеева и А.А. Ярошевского, помещенной в «Горной энциклопедии» [23], мы узнаем, что «содержание прикладной геохимии» составляет «использование геохимических данных для поисков, разведки, комплексной оценки и разработки месторождений, охраны окружающей среды». А.А. Смыслов в прикладных геохимических исследованиях выделяет следующие направления [51]: 1) поисково-оценочное (использование геохимических методов для поисков рудных и других месторождений полезных ископаемых и оценки аномалий); 2) прогнозно-металлогеническое (использование результатов геохимического опробования горных пород и вод и рыхлых отложений при оценке потенциальной рудоносности структур земной коры и геологических формаций и выяснении генезиса руд); 3) геологическое (использование геохимических данных для целей геологического картирования и корреляции); 4) экологическое направление (главным образом связанное с геохимическим изучением воздействия на окружающую среду хозяйственной деятельности человека). По его мнению, задачи прикладной и теоретической геохимии тесно переплетаются.

А.И. Перельман [30] считал, что предметом прикладной геохимии «служат геохимические поиски полезных ископаемых, геохимия процессов загрязнения окружающей среды. Формируются новые разделы прикладной геохимии, имеющие тенденцию оформиться в самостоятельные науки (геохимия городов и т. д.)». В этой же работе А.И. Перельман подчеркнул, что прикладная геохимия изучает законы образования ореолов рассеяния рудных месторождений. В статье, помещенной в «Химической энциклопедии» [31] и содержащей раздел «Прикладная геохимия», А.И. Перельман наметил следующее содержание последней: геохимические методы поисков полезных ископаемых (которые, по его мнению, оформились в самостоятельную прикладную науку с хорошо развитой теорией и разнообразной методикой), геохимические методы решения проблем охраны окружающей среды, особенно «в борьбе с техногенным загрязнением», использование методов геохимии для установления причин возникновения заболеваний, связанных с дефицитом или избытком элементов в объектах среды обитания, для решения проблем курортологии, геронтологии и т. п., использование геохимии в сельском хозяйстве (борьба с незаразными болезнями культурных растений и домашних животных, связанных с дефицитом или избытком элементов в почвах, водах и кормах, при применении удобрений, мелиорации и т. д.), геохимические исследования для целей химической технологии (выявление новых источников сырья и разработка путей наиболее рациональной его переработки). В своем известном учебнике А.И. Перельман [32] дает следующую формулу прикладной геохимии –

это есть практическое приложение геохимии, которое включает: геохимические методы поисков полезных ископаемых; использование геохимических данных при прогнозировании, разведке и эксплуатации месторождений; геохимия и проблемы окружающей среды; геохимия и здравоохранение; геохимия и сельское хозяйство; геохимия и химическая технология; геохимия и строительство; инженерная геохимия.

В аннотации к сборнику [34] говорится, что в нем помещены материалы, «охватывающие основные направления прикладной геохимии (поиски полезных ископаемых, проблемы экологии и охраны окружающей среды и др.), отражающие ее современное состояние и перспективы применения и развития». В указанный сборник, кроме статей по геохимическим методам поисков месторождений, включены работы, посвященные геохимическим барьерам и гидрогеохимии ландшафта, геохимии никеля в изверженных породах и тяжелых металлов в продуктах пчеловодства, распределению тория и урана в вулканических пеплах, гамма- и рентгеновских методам ядерной геофизики, магнитной восприимчивости почв, что, видимо, в определенной мере и составляет – в понимании составителей сборника – содержание прикладной геохимии.

В справочнике [10] сообщается, что в связи с быстрым развитием геохимии возрос уровень прикладных геохимических исследований, одним из существенных направлений которых является разработка и внедрение в практику геологоразведочных работ методов «поисковой геохимии» («геохимических поисков»). О других направлениях прикладных исследований в геохимии составители справочника умалчивают.

Л.Н. Овчинников [27, 28], отмечая многообразие прикладных направлений геохимии, считает, что главными из них являются поиски месторождений полезных ископаемых, генетическая технологическая геохимия руд и рудных тел, геохимические основы металлогении и прогноза, индикаторные свойства химических элементов в геологических процессах, радиогеохронология, геохимия ноосферы. Он рассматривает прикладную геохимию как отрасль науки, прилагающую геохимическую методологию, комплекс геохимических методов анализа, синтеза, интерпретации к решению различных задач и проблем геологии, петрологии, тектоники, стратиграфии, учения о полезных ископаемых и других геологических наук, а также задач и проблем технологии минерального сырья, взаимоотношений человека и природы (экогеохимия, техногеохимия, агрогеохимия).

В «ГОСТ 28492-90. Геохимические методы поисков твердых полезных ископаемых. Термины и определения» [17] утверждается, что этот документ устанавливает (стандартизирует) термины и определения понятий в области прикладной геохимии и практике геохимических съемок, поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. (Необходимо заметить, что «определяются» термины, понятия – формулируются). Из указанного ГОСТ`а следует, что

«прикладная геохимия» и «практика геохимических съемок, поисков и разведки месторождений» – разные по объему и содержанию понятия. Под «методами прикладной геохимии» в ГОСТ'e понимаются «способы решения практических производственных, природоохранных и социальных задач, базирующиеся на законах миграции и распределения атомов химических элементов в литосфере, гидросфере, атмосфере и биосфере». Таким образом, согласно разработчикам ГОСТ'a, прикладная геохимия решает *некие* практические производственные, природоохранные и социальные задачи, основываясь на законах геохимии.

По мнению Э.К. Буренкова и Е.И. Филатова [6], современная прикладная геохимия представляет собой комплекс научных дисциплин, среди которых основными являются прогнозно-поисковая геохимия и экологическая геохимия. В другой работе Э.К. Буренков и соавт. [4] детализируют содержание прикладной геохимии, которая, по их мнению, «создает количественную основу фундаментальных исследований и прикладных разработок в геологии». Данные прикладной геохимии «обеспечивают расчленение и корреляцию магматических, метаморфических и осадочных комплексов и современный уровень геологического картирования, геодинамические реконструкции, вещественную основу формационно-металлогенического анализа, прогресс в теории рудообразования, прогноз, поиски и разведку месторождений полезных ископаемых на базе изучения прямых признаков рудоносных геологических и рудных формаций – первичных и вторичных литохимических ореолов и потоков рассеяния, гидрогеохимических, биогеохимических, газовых и сорбционно-солевых наложенных ореолов, количественную оценку прогнозных ресурсов и запасов, технолого-экономическую оценку различных видов минерального сырья с целью повышения комплексности использования и снижения неблагоприятных экологических последствий промышленного освоения месторождений, оценку экологического состояния геологической среды».

Во «Введении» к сборнику, посвященного памяти А.П. Соловова, говорится, что многие работы последнего посвящены развитию теоретических основ геохимических методов поисков и охватывают «широкий круг важнейших проблем прикладной геохимии» [37]. Интересно отметить, что А.П. Соловов в своих работах практически не использовал словосочетание «прикладная геохимия».

В разделе «От редактора», который предваряет 1-й выпуск тематического сборника «Прикладная геохимия» [35], обозначены следующие основные направления прикладной геохимии: геохимическое картирование, экологическая геохимия, прогнозно-поисковая геохимия, геохимия шельфа, радиогеохимия, методы компьютерной обработки геохимической информации, аналитические методы.

Из работы [16] можно узнать, что прикладная геохимия – это «биогеохимия, поиски полезных ископаемых и ландшафтная геохимия».

С рассматриваемой точки зрения очень показательно оценить степень внедренности термина «прикладная геохимия» и его содержание, основываясь на материалах юбилейных сборников ИМГРЭ – организации, традиционно считающейся одним из центров «прикладной геохимии».

Так, в сборнике, в котором рассматривается научная деятельность ИМГРЭ за 1953-1967 гг., словосочетание «прикладная геохимия» вообще не используется [15]. Во втором сборнике, посвященного 25-летию ИМГРЭ [24], сообщается, что Институт является головной организацией в системе Мингео СССР «в области прикладной геохимии, геохимических методов поисков»; в Институте существует заочная аспирантура для специалистов-геохимиков, «желающих глубоко специализироваться в прикладной геохимии» (темы диссертаций «отвечают актуальным задачам развития и внедрения геохимических методов»). Отмечается, что «важнейшим достижением ИМГРЭ безусловно является создание собственной школы прикладной геохимии, основной отличительной особенностью которой является ярко выраженный приоритет весьма актуальной проблемы поисков скрытого оруденения». При этом «одним из важнейших и сложнейших направлений исследований в прикладной геохимии является разработка критериев оценки примерных масштабов прогнозируемого оруденения по параметрам соответствующих геохимических аномалий». В сборнике есть статья «Прикладная геохимия в изучении окружающей среды», где речь идет об использовании геохимических методов, прежде всего геохимического картирования, в исследовании загрязнения химическими элементами окружающей среды. Подчеркивается, что «использование методов прикладной геохимии позволяет получить фундаментальный материал для решения научных и практических задач исследования окружающей среды». Другая статья указанного сборника носит название «Геохимические исследования», где говорится и о «прикладных геохимических исследованиях», особым направлением которых является «ревизия апатитовых месторождений Кольского п-ва на весь спектр редкоземельных элементов». В общей сложности словосочетание «прикладная геохимия» упоминается на страницах сборника примерно 7-8 раз; четкая формула прикладной геохимии отсутствует. Термины «прикладная геохимия» и «геохимические методы поисков» иногда применяются как синонимы, иногда – как разные по объему и по содержанию понятия.

В последнем юбилейном сборнике ИМГРЭ [18] словосочетание «прикладная геохимия» встречается не более 6 раз, но, как и в предыдущих сборниках, без раскрытия содержания. Тезис о создании собственной школы прикладной геохимии подкрепляется в основном материалом по геохимическим методам поисков и разведки рудных месторождений. Сведения об экологической геохимии даются в отдельном разделе. Декларируется также мысль о том, что «уточнение и углубление фундаментальных знаний о закономерностях строения и состава литосферы» в значительной мере может быть сделано «с привлечением научно-методических

разработок прикладной геохимии». Одним «из наиболее ярких выражений развития теории прикладной геохимии является регистрация Л.Н. Овчинниковым и С.В. Григоряном открытия за № 218 о единой геохимической зональности» («ярким выражением», видимо, является не регистрация открытия, а самое открытие). Показателен помещенный в сборнике список избранных монографий, сборников научных трудов, справочников, методических рекомендаций, подготовленных сотрудниками ИМГРЭ. Он включает 342 наименования. Словосочетание «прикладная геохимия» присутствует в названиях только 1 монографии и 3 сборников статей. В статье А.А. Кременецкого [21], помещенной в 7 выпуске «Прикладной геохимии» и посвященной итогам, состоянию и перспективам работ ИМГРЭ, словосочетание «прикладная геохимия» встречается только один раз в контексте упоминания, что «одним из наиболее ярких выражений развития теории прикладной геохимии является регистрация Л.Н. Овчинниковым и С.В. Григоряном открытия единой геохимической зональности» (см. об этом выше).

Словосочетание «прикладная геохимия» присутствует в названии некоторых научных учреждений: Центр прикладной геохимии в Брюсселе (*Centre de geochemie appliquee*); известен Геохимический поисковый исследовательский центр Имперского колледжа в Лондоне (*Geochemical prospecting Research Centre, Imperial College*) [13]. Интересно отметить, что в структуре геологических служб многих стран мира, в том числе в США, Канаде, Австралии и Франции отсутствуют подразделения, имеющие в своем названии «прикладная геохимия». В структуре Геологической службы США имеется Сектор геохимических поисков, в структуре Геологической службы Австралии есть Отделение петрологии и геохимии, в структуре Геологической службы Франции имеется База данных по геохимии [1].

В последние десятилетия в России (СССР) и некоторых других странах проводились (в том числе, международные) научные симпозиумы и совещания по прикладной геохимии. Как правило, тематика этих научных мероприятий достаточно широка. Например, на состоявшемся в октябре 1997 г. в Москве «Международном симпозиуме по прикладной геохимии стран СНГ» работали 5 секций: 1) Многоцелевое геохимическое картирование в решении фундаментальных и прикладных проблем геологии, минерального сырья и экологии, 2) Поисковая и разведочная геохимия, 3) Экологическая геохимия и гидрогеохимия, 4) Методы анализа и обработки геохимических данных, 5) Общие вопросы прикладной геохимии [5].

Примеры можно продолжить, но и приведенных уже достаточно, чтобы сделать некоторые выводы. Прежде всего, выше приведенный материал свидетельствует о невысокой степени внедренности термина «прикладная геохимия» в научную и методическую литературу, в геохимический язык. Более того, общепринятая формула прикладной геохимии отсутствует. Известные в литературе формулировки прикладной геохимии даются главным образом на интуитивном уровне и

в большинстве случаев носят формальный (в смысле – «для соблюдения формы») характер. Мы имеем следующие трактовки её содержания: от узкой (синоним «геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых») до широкой («от обеспечения расчленения и корреляции породных комплексов до технологического-экономической оценки минерального сырья и оценки экологического состояния геологической среды») и неопределенно-аморфной («решает практические производственные, природоохранные и социальные задачи, основываясь на важнейших законах геохимии»). При этом конкретный автор или конкретный коллектив авторов в одной и той же работе могут давать различные формулировки прикладной геохимии. Одни исследователи считают, что прикладная геохимия направлена только лишь на решение практических («народнохозяйственных») задач (например, поиск месторождений, выявление источников техногенного загрязнения среды обитания и т. п.); другие утверждают, что прикладная геохимия, кроме того, «обслуживает» другие науки («прилагает комплекс геохимических методов к решению их проблем и задач», в том числе с целью получения «фундаментального знания»). Иногда прикладная геохимия трактуется как некая научная «мультидисциплина», состоящая из целого ряда «частных» дисциплин: биогеохимии, радиогеохимии, агрогеохимии, экогеохимии, гидрогеохимии и т. д.

Несколько слов о терминологическом элементе «прикладной». В русском языке слово «прикладной» означает: «имеющий практическое значение, применяемый на практике» [29], «такой, который имеет чисто практическое значение, применение, который может найти применение на практике» [45], а с рассматриваемой точки зрения его синонимом является слово «практический» [2]. Таким образом, можно говорить о «практической геохимии» (этот термин, например, использовали В.И. Вернадский и А.А. Сауков).

Приведенный обзор мнений о сущности и содержании прикладной геохимии отражает ситуацию, которая, в терминологии П. Фейерабенда, может быть кратко охарактеризована как «методологический анархизм», что само по себе и не является «злом», ибо, как подчеркивал В.И. Вернадский, «свобода научного искания есть основное условие максимального успеха работы». К тому же, обилие формулировок понятия «прикладная геохимия» отражает, по-видимому, не только наличие субъективных мнений, но в гораздо большей степени объективное многообразие проблем, аспектов и методов исследований, в ней существующих. И такое положение следует, вероятно, считать не аномалией, а нормой. Тем не менее ясно, что существование подобного «анархизма» во взглядах на содержание прикладной геохимии становится уже не условием успеха дальнейшей работы, а одной из причин, сдерживающей ее развитие. Решение данной проблемы вряд ли сводится к тому, чтобы из ряда существующих определений прикладной геохимии выбрать «единственно правильное». Главное здесь – выяснить, что лежит в основе выделения прикладной геохимии (как самостоятельной научной дисциплины, если та-

ковая существует) и каковы основания этого. Здесь, не вдаваясь в тонкости, отметим следующее. Как известно, знание, прежде всего, должно иметь объект (предмет), оно должно быть о чем-то, что существует или еще не существует, как сказал бы грек Парменид из Элеи. О том, что же является предметом прикладной геохимии, ни в одной из цитируемых выше публикаций практически не говорится. Более того, из них следует, что прикладная геохимия «объединяет» комплекс научных дисциплин и направлений исследований, как правило, обладающих собственными предметами (биогеохимия, прогнозно-поисковая геохимия, геохимия шельфа, радиогеохимия, экологическая геохимия, «ландшафтная геохимия» и т. д.).

Таким образом, в настоящее время нет достаточных оснований для утверждения, что прикладная геохимия является «самостоятельной» научной дисциплиной, т. е. обладает необходимыми для этого признаками: имеет собственный предмет и единую методику исследований, упорядоченную терминологию, обладает системностью знаний. Это, в частности, и находит отражение в том, что большинство специалистов (за редким исключением) называют прикладную геохимию «областью геохимических дисциплин», «комплексом научных дисциплин», пишут о прикладном значении геохимии, о практическом использовании геохимических данных, о прикладных геохимических исследованиях, о практическом применении геохимии и т. д., но не утверждают, что прикладная геохимия – это научная дисциплина, которой присущи названные выше признаки, определяющие «содержательную самостоятельность» конкретной науки.

Следует отметить и необоснованность отнесения к сфере прикладной геохимии «приложения геохимической методологии и комплекса геохимических методов анализа, синтеза, интерпретации к решению различных задач и проблем геологии, петрологии, тектоники, стратиграфии, геохронологии, учения о полезных ископаемых». Такая точка зрения является односторонней, хотя бы потому, что само понятие «приложение» может трактоваться по-разному. Хорошо известно, что всегда существуют *приложения* одних наук в другие науки, но при этом никто не пытается утверждать, что одна из наук носит теоретический (т. е., в понимании многих, фундаментальный), а другая – прикладной характер. (Кстати, в известных словарях русского языка – от В.И. Даля до С.И. Ожегова – слово «фундаментальный» определяется как «основательный, основной, главный» и его, как это нередко делают, не следует смешивать со словами «большой», «важный», «выдающийся» и т. п.) Поэтому применение геохимических знаний и методов в других науках, особенно для решения научных задач, не может служить основанием для отнесения их (знаний и методов) к «прикладным». Односторонним является и утверждение об эмпирическом характере прикладного знания. Прикладная наука сегодня немыслима без глубоких теоретических исследований.

В.И. Вернадский, например, не делал резкого противопоставления между прикладными и фундаментальными науками; по его мнению, в конечном счете всегда «знание искалось и ищется в науке для получения силы, ... для практических приложений к жизни». Более того, он подчеркивал, что «наука для науки» также мало может существовать, как «искусство для искусства»; научное изучение природы «всегда неизбежно связано с практическим значением его в жизни человечества... Особенно это должно чувствоваться, когда мы касаемся вопросов геохимии, где культурная жизнь человечества является могучей силой, меняющей химические явления нашей планеты. Очевидно, что изучение хода развития роста геохимического значения человечества должно повести за собой и большее проникновение человека в понимание прикладного характера научной работы» [9]. Во многих новых научных вопросах и новых отраслях науки, утверждал В.И. Вернадский, мы далеко не всегда можем заранее уловить, что окажется для человека нужным и важным.

Интересны следующие соображения Ф. Франка [52]. Он утверждает, что в каждой науке есть так называемый технический и так называемый философский интерес. Тот интерес к науке, который создается не ее техническим применением (т. е., по сути, ее «приложением»), а ее влиянием на картину мира, созданную нашим обыденным здравым смыслом, Франк кратко называет «философским» интересом (что, видимо, и определяет «фундаментальность» науки – Е.Я.). Грубо говоря, продолжает Франк, наука в собственном смысле слова снабжает нас техническими средствами, с помощью которых мы можем производить оружие для победы над врагом («технический интерес»), а философская интерпретация науки может направлять поведение человека таким образом, что он действительно использует это оружие («философский интерес»).

С рассматриваемых позиций представляется целесообразным сформулировать следующее определение прикладной геохимии: прикладная геохимия – это комплекс изысканий, основанных на использовании геохимических методов и направленных на изучение и оценку предметов, явлений, процессов, выступающих в качестве объектов практической деятельности человека и(или) оказывающих влияние на эту деятельность и на условия его существования в биосфере. Комплекс включает:

- геохимические методы прогнозирования местонахождения месторождений полезных ископаемых;
- геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых;
- геохимические методы разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых;
- геохимическое картирование и картографирование;
- геохимические методы изучения загрязнения и оценки состояния окружающей среды;

- геохимические методы изучения сельскохозяйственных территорий и оценки сельскохозяйственных почв и сельхозпродукции;

- геохимические методы, используемые при ремедиации территорий.

Разделение геохимии на «теоретическую» (имеющую «философский интерес») и «прикладную» (с выраженным «техническим интересом») во многом, конечно, формально, но тем не менее вполне оправдано, логично. Именно прикладная (практическая) геохимия должна быть тем посредствующим звеном, с помощью которого достижения теоретической (общей) геохимии внедряются (в том или ином виде, в той или иной форме) в практику. Именно в прикладной геохимии, точнее с ее помощью, должен осуществляться переход от научной теории, от научного описания к нормативной системе, имеющей целевое, практическое значение. А это требует, прежде всего, наличия в геохимии четких формулировок основных понятий и логически строгой (упорядоченной) терминологической системы, чего, к сожалению, нет.

В то же время, сложилось так (чему есть свои объективные и субъективные причины), что терминологические проблемы прикладной геохимии редко находились в центре внимания *пишущих* специалистов (как геохимиков, так и лингвистов). Публикации на эту тему единичны, да и они, судя по всему, не пользуются особой «популярностью» у *читающих* геохимиков. Как бы там ни было, но выработавшаяся к настоящему времени в прикладной геохимии терминология имеет существенные недостатки, что достаточно легко выявляется при знакомстве с геохимической литературой.

Прежде всего, некоторые термины являются многозначными (один термин обслуживает два и более понятий, иногда близких, иногда совершенно разнородных). Широко распространена синонимия (одно понятие обозначается двумя или несколькими терминами), встречается омонимия, особенно терминологических элементов. Есть ложно ориентирующие, недостаточно точные и даже совсем неточные термины. В публикациях (особенно в различных «Требованиях», «Методических рекомендациях» и т. п.) встречаются всевозможные неологизмы, арготизмы и (по К.И. Чуковскому) так называемый «канцелярит». Характерной особенностью языка прикладной геохимии является наличие терминов, не имеющих твердо фиксированных значений, и даже терминов, не отвечающих какому-либо понятию («пустые», фиктивные термины). Определения одних терминов часто носят устаревший характер, противоречащий современному развитию геохимической науки, другие составлены так, что в них используются термины, которые определяются через термины, требующие своего уточнения. Дефиниции многих терминов имеют неудобную для повседневной работы форму или не содержат достаточных и необходимых признаков, отражающих специфику данного предмета. Очень распространены многословные термины, отличающиеся плохой семантической и(или) лексической сочетаемостью терминологических элементов и слабо связанные с други-

ми терминами. Термины часто строятся не на основе строгой системы понятий (к сожалению, до сих пор не сформированной в прикладной геохимии), а на совершенно непонятных принципах. Более того, ряд важных понятий не имеет формулировок вовсе (например, «геохимическая зональность»); они заменяются либо приблизительными объяснениями, либо для их обозначения пользуются фразеологическими выражениями, строящимися от случая к случаю.

Все эти недостатки мешают развитию прикладной геохимии, затрудняют применение ее достижений в других областях знания и на практике, создают сложности при пользовании литературой, часто влекут за собой формирование неправильных представлений у неспециалистов (среди которых, между прочим, есть начальники, кредитордержатели и т. д.), заставляют авторов прибегать к индивидуальному терминотворчеству, еще более запутывающему терминологию. Хорошо известно, что при ознакомлении с каким-либо понятием необходимо запомнить и освоить соответствующий термин, чтобы в дальнейшем постоянно ставить его в связь с понятием (и обратно, понятие с термином). Запоминание массовых синонимических форм, излишне длинных и громоздких терминов (столь характерных для терминологии прикладной геохимии), терминов непонятных, неудобопроизносимых или неточных требует совершенно не оправданных усилий. Многозначность терминов способствует появлению практических ошибок, особенно при оценках, экспертизах, расчетах, прогнозах и т. п. Преподавание и изучение прикладной геохимии не могут базироваться на интуитивных понятиях, сумбурных определениях и бессистемной терминологии. В конечном счете, все это приводит к взаимному непониманию даже в среде родственных специалистов, к бессмысленным спорам и непродуктивным дискуссиям, к разобщению и, к сожалению, к взаимным обидам.

Упорядочение терминологии необходимо и потому, что термины, отражающие процесс становления системы понятий в прикладной геохимии, выступают в роли самостоятельных единиц информации, особенно при создании различных банков данных, справочно-информационных систем и т. п. Использование геохимической терминологии в законодательных, нормативных правовых актах, в нормативно-технических, инструктивных и т. п. документах, в юридической практике требует особенно точного представления о том или ином понятии и об их сокращенном обозначении (термине).

Известный геохимик М.Д. Шоу однажды вполне серьезно заметил, что геохимия – это компиляция анализов (химических – Е.Я.) неточных, невоспроизводимых и несогласующихся. Указанное соединение «неточных, невоспроизводимых и несогласующихся» анализов зачастую осуществляется с использованием неупорядоченной совокупности понятий и терминов, определения которых содержат неточности и логические ошибки. В значительной степени такая ситуация определяется тем, что терминология геологии (геохимическая терминология есть

терминологическая подсистема геологической терминологической системы) характеризуется всеми отмеченными выше недостатками, на что неоднократно указывалось в литературе. Более того, некоторые геологи называют геологическую терминологию даже «сумасшедшим домом», «несусветным хаосом», «сумбуром», «отвратительным беспорядком» и т. п.

Таким образом, не будет большим преувеличением утверждение, что задачи устранения недостатков и упорядочения терминологии прикладной геохимии (впрочем, как и геохимии в целом) являются весьма актуальными. На важность их решения в свое время указывал А.Е. Ферсман, предпринявший первую в нашей стране попытку составить «Краткий словарь главнейших геохимических и минералогических терминов» [50]. В середине 1970-х гг. Междуведомственным советом по научным основам геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых был подготовлен к изданию «словарь специальных терминов и определений из области методики геохимических поисков» [42], который, по каким-то причинам, так и не вышел в свет, но тем не менее в 1975 г. в ИМГРЭ ротационным способом был издан документ «Геохимические методы поисков рудных месторождений. Основные понятия, термины и определения» с грифом (почему-то) «ДСП», составленный Комиссией по терминологии Междуведомственного Совета по научным основам геохимических методов поисков месторождений полезных ископаемых [14]. В состав указанной Комиссии входили А.П. Соловов, А.И. Перельман и Г.Н. Засухин. В известных русскоязычных геологических словарях термины прикладной геохимии присутствуют в самом минимальном объеме, а их определения зачастую содержат фактические и логические ошибки.

Общеизвестно, что составление терминологических словарей является важным этапом на пути превращения неупорядоченной совокупности терминов в более или менее стройную систему, в терминологическую систему. Однако терминологическая работа не сводится только к лексикографической, словарной работе. Понятие «терминологическая работа» – более объемное понятие. Терминология – это не только существующая в какой-либо науке или сфере деятельности совокупность терминов (вместе с их определениями), образующая особый сектор лексики (кстати, наиболее доступный сознательному регулированию и упорядочению). Как говорил один из героев платоновского «Кратила», «оказывается, и об именах есть немалая наука». Терминология – это теория терминов, наука о терминах, терминоведение. Конечная цель терминологической работы – разработка системы правильных однозначных научных терминов.

Известно, что терминология прикладной (и общей) геохимии в определенном объеме присутствует в различных геологических и научно-технических энциклопедиях, словарях, справочниках, изданных массовыми тиражами (издательствами «Советская энциклопедия», «Русский язык», «Недра», «Наука» и др.). Из-

вестны также справочники, учебники и учебные пособия по геохимии и геохимическим методам поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, по геохимии окружающей среды и эколого-геохимическим исследованиям; существует обширная инструктивная и методическая литература, есть монографии по прикладной геохимии. Поэтому, казалось бы, рационально упорядочение геохимической терминологии, основанное на использовании таких словарей, энциклопедий, учебников, монографий, методических разработок, уже апробированных и, судя по всему, признанных научным (геохимическим) сообществом. В частности, для составления терминологического словаря по прикладной геохимии, который послужит основой для упорядочения ее терминологии, необходимо всего лишь воспользоваться готовыми сводами терминов и их дефиниций. Иначе говоря, следует выписать термины (с дефинициями) из известных изданий, систематизировать их, например, по алфавитному принципу, издать в виде книги (словаря) и таким образом решить все терминологические проблемы прикладной геохимии. Однако этот путь (используемый составителями изданных в последние годы многочисленных русскоязычных словарей «по экологии и охране окружающей среды») – малоэффективный, если не сказать, что тупиковый.

Дело в том, что многие термины, которые, по сути, составляют основу языка прикладной геохимии, в словарях и энциклопедиях отсутствуют (в Геологическом словаре - «геохимический ореол» и все его видовые производные; в том же словаре и в Горной энциклопедии – «геохимическая аномалия», «форма нахождения химического элемента», «прикладная геохимия», «геохимическое картирование», «геохимический фон» и другие; примеры можно продолжить). Определения подавляющей части терминов в известной геохимической литературе далеко не однозначны, сумбурны, часто содержат тавтологию, иногда противоречивы и даже просто ошибочны. В лучшем случае в указанных изданиях мы встречаем не определения терминов (в соответствии с требованиями теории определения и терминологии как науки о терминах), а их описания (т. е. перечисление различных признаков предмета без их деления на существенные и несущественные и без выявления видовых отличий предмета или – реже – объяснения, заключающиеся в толковании слова, особенно иностранного). Зачастую дефиниции составлены так, что в них используются термины, которые определяются через термины, в свою очередь, также требующие уточнения. Один и тот же термин в разных изданиях может толковаться по-разному, а для одного и того же понятия иногда существует несколько терминов. Некоторые термины не отражают сущности стоящих за ними научных понятий, являются многозначными, ложно ориентирующими, недостаточно точными, многословными, отличаются плохой семантической и(или) лексической сочетаемостью терминологических элементов, слабо связаны с другими терминами (например, отсутствует системная связь между родовидовыми терминами) и

часто строятся на совершенно непонятных принципах. В терминологии прикладной геохимии широко распространена синонимия, встречается омонимия и т. п.

Особо следует сказать о бурном развитии новых направлений в прикладных геохимических исследованиях, в первую очередь связанных с решением экологических проблем. Участие в этой работе представителей других наук (со свойственными последним подходами, методами, понятийным аппаратом) обуславливает появление новых или изменение содержания существующих терминов. Это привело к тому, что в лексику прикладной геохимии влилось значительное число терминов, многие из которых по своему смысловому значению для геохимической науки не свойственны, а это часто сопровождается насильственным приспособлением их к геохимической терминологии и, как следствие, появлением неологизмов, не отвечающих каким-либо понятиям. В итоге создается ситуация, когда некоторые геохимики, говоря словами Умберто Эко, оперируют «голыми терминами».

В публикациях и даже в учебной литературе по прикладной геохимии широко практикуется использование «закавыченных» слов. Кавычки, с одной стороны, указывают на то, что слово или словосочетание (т. е. термины) используется в каком-то условном, не типичном для этого вида специальной лексики значении; с другой стороны, это свидетельствует о неустоявшейся терминологии (о терминологической анархии, что звучит резко, но более верно) и об отсутствии адекватных тому или иному понятию имен-терминов. Например, в учебнике А.П. Соловова [43] встречается около 60 «закавыченных» слов-терминов, что, безусловно, не способствует четкому пониманию студентами излагаемого материала, поскольку в других публикациях и в практической деятельности для этих целей могут использоваться совершенно другие названия (не исключено, также «закавыченные»).

Основой словарного состава научного языка является терминология – специальная лексика, обозначающая категории, понятия, реалии разных областей знания, методы и приемы исследования, процессы, свойства, параметры, режимы, величины и т. п. С философской точки зрения термин – это имя (слово или словосочетание) с оттенком специального его значения, уточняемого в рамках какой-либо теории или отрасли знания, но относительно независимого от контекста отдельного. Говоря образно, научный термин – это «атом», несущий и передающий информацию о содержании научного понятия. (Слово «термин» происходит от латинского *terminus* – «пограничный знак», «граница». *Terminus* в римской мифологии божество границ, межевых знаков, разделявших земельные участки. Учреждение культа Термина приписывалось легендарному Нуме и связано с представлением о святости и нерушимости частного владения. Сдвинувшего межевой камень – термин – с целью захвата чужой земли в древнейшее время предавали проклятию. Кстати, нечто подобное иногда бывает и в науке.)

Термин – это имя (слово или словосочетание), языковой знак которого соотнесен (связан) с соответствующим понятием в системе понятий данной области науки и техники [19, 20, 22]. Можно также сказать, что научный термин – это имя с оттенком специального (научного) его значения, уточняемого в контексте какой-либо отрасли знания, но относительно независимого от контекста отдельного высказывания, или, говоря проще, термин – это слово (словосочетание), являющееся названием определенного понятия какой-нибудь специальной области науки, техники, искусства (сокращенное обозначение понятия, имя понятия, заместитель понятия).

С позиций формальной логики, понятие – это мысль, отражающая в обобщенной форме предметы и явления действительности и существенные связи между ними посредством фиксации общих и специфических признаков, в качестве которых выступают свойства предметов и явлений и отношения между ними. По Е.К. Войшвилло [11, 12], понятие характеризуется как «форма (вид) мысли, или мысленное образование, являющееся результатом обобщения предметов некоторого класса и мысленного выделения самого этого класса по определенной совокупности общих для предметов этого класса – и в совокупности отличительных для них – признаков». Классом (в логике) называют множество предметов, обладающих некоторым общим для них свойством. Множество лишь в мышлении оказывается самостоятельным объектом. В свою очередь, свойство человеческого мышления отражать мир в виде множества соотносимых понятий, которые всегда связаны с соответствующими словами языка, позволяет словам (именам, или – в науке – терминам) замещать сами вещи: предмет – понятие – значение – знак. Слово (знак + значение) через соответствующее понятие устойчиво ассоциируется с определенным классом предметов.

Термин (имя) представляет собой языковую (лексическую) единицу, т. е., как мы уже знаем, единство знака (ее звуковой или графической стороны) и значения (специфически языкового отражения определенного предмета или явления действительности, скажем, в виде ее словарного определения). Основной функцией лексической единицы является номинация, т. е. название предметов, существ, явлений, признаков, отношений, действий и др. (так называемая номинативная функция слова). Тот факт, что предметы и явления действительности отражаются в сознании человека не только в виде понятий, но и в виде языковых значений, на практике очень часто забывается. Например, в некоторых терминологических словарях утверждается, что они содержат «основные термины и понятия», но это часто не соответствует действительности. В лучшем случае такие словари содержат лишь определение той или иной лексической единицы (термина). Дело в том, что понятие неизмеримо богаче по содержанию, чем языковое значение слова (имени, или термина, отражающего это понятие). Так, научное описание, например понятия «вода» может занимать в книгах, энциклопедиях и т. д. много стра-

ниц текста. Главное же значение слова «вода» во многих словарях русского языка кратко определяется как «прозрачная бесцветная жидкость, представляющая собой химическое соединение водорода и кислорода». Это, так сказать, специфическое языковое отражение предмета (т. е. понятия «вода»), его краткая характеристика (дефиниция термина). Таким образом, если основное назначение понятия – давать полное научное отражение абстрактного объекта, то главная функция значения – экономно и эффективно намекать на определенное языковое содержание, на специальные знания, имеющиеся в человеческом опыте. С точки зрения лексической семантики (как и формальной логики) значение – это минимальный набор наиболее характерных дифференциальных признаков (взятых из числа признаков понятия), позволяющий экономным образом «опознать» обозначаемый предмет. В лексикологии языковое значение иногда называют «наивным понятием», т. е. своего рода обыденным представлением о предмете (явлении).

Научные термины своим содержанием имеют смысл (т. е. научные понятия) и значение (т. е. соответствующие этим понятиям абстрактные – упрощенные, односторонне отображенные – объекты). В словаре (лексике) языка науки обычно проводят четкое деление между базисными и производными терминами [38, 39]. К базисным (основным, исходным) относятся термины, на основании которых строятся все остальные термины собственного языка, причем сами базисные термины рассматриваются как не разложимые (в данной терминологической системе, в данной научной теории), т. е. они не могут быть заменены или сведены к другим дескриптивным терминам данной науки (терминам, отображающим объекты действительности), хотя и могут определяться дескриптивными терминами другой науки. Производные термины строятся с помощью базисных путем объединения последних различными логическими связками, математическими формулами или коррелятами (соотносительными элементами системы языка, различающихся по одному из признаков), содержащимися в естественных языках. Очень часто новые термины можно истолковать только с помощью естественного языка. Таким образом, производные термины могут в довольно широких границах заменяться другими производными терминами и в конечном счете могут быть представлены через систему базисных. Эту особенность построения словаря науки и образования его терминов А.И. Ракитов [39] предлагает называть основным правилом словаря науки. (Отметим, что приводимое на рис. 2 деление понятий (абстракций) может быть применено к научным терминам.)

Б. Рассел [40] называл словарь, включающий базисные термины, минимальным словарем науки. В частности, по его мнению, для того, чтобы география могла играть роль науки о поверхности земли, а не какого-либо другого сфероида, ее базисный словарь должен обладать двумя терминами: Гринвич и Северный полюс, которых вполне достаточно, чтобы описать все географические явления и всю историю их открытия. (Не следует это понимать буквально, т. е. что с помо-

щью терминов «Гринвич» и «Северный полюс» можно определить термины «ландшафт», «солифлюкция» и т. д. Речь идет о том, указанные два термина являются основой для разработки терминологической системы географии). Немецкий философ и математик В. Дубислав в 1930-е годы пытался сделать свод основных определений (и, соответственно, базисных терминов) математики и насчитал их около 10. По мнению И.П. Шарапова [54], исходными понятиями в геологии являются «геологическое тело», «геологический процесс» и «геологическое исследование».

Обоснование минимального словаря прикладной геохимии является не менее насущной задачей. Возможно, что базисными (исходными) терминами (и отвечающими им понятиями) могут быть «геохимическое поле», «геохимический фон», «геохимическая аномалия», «геохимический процесс», «геохимическая миграция», «геохимический ландшафт» и ряд других, который служат основой для разработки терминологической системы геохимии.

Существующее деление на базисные и производные термины тесно связано с проблемой точности и адекватности научного языка. По мнению А.И. Ракитова [39], широко используемые в любой науке термины «адекватность» и «точность» отнюдь не синонимы (как думают многие). Они выявляют различные стороны, связи и отношения языка и не могут быть сведены (хотя и не исключают) к простой количественной характеристике. Так, язык считается точным, если все его термины каким-либо образом однозначно определены и каждое предложение, содержащее такие термины, построено по заранее определенным правилам. Язык считается адекватным, если получаемые в нем предложения могут описать все существующие или возможные ситуации в области объектов, информацию о которых выражает, хранит и передает данный язык.

В общем случае термины, входящие в собственный словарь науки, считаются точными, если: 1) данный термин может быть сведен к базисным терминам или сконструирован из базисных; 2) указаны все средства такого сведения и конструирования; 3) все вспомогательные термины, т. е. относящиеся к словарям других наук, участвующие в конструировании или редукции данного термина, рассматриваются как точные и однозначно определенные в своих словарях [39]. Одновременное выполнение всех трех условий является обязательным. Таким образом, вся проблема точности словаря науки оказывается зависящей от понимания точности базисных терминов. Но именно здесь часто возникают затруднения: базисные термины определяются в терминах других дисциплин, которые, в свою очередь, также определяются в терминах других дисциплин и т. д. по тому же рецепту. В итоге мы оказываемся в плену бесконечной лексической редукции, приводящей рано или поздно к словарям естественных языков с их полисемией и нарушением основного правила, принятого для словаря науки. Это приводит к раз-

рушению ясности и точности. В данном случае на помощь приходят теория определения и формализации языка науки [38, 39].

Среди логических принципов образования терминов в качестве основных выделяют: 1) принцип предметности: символ есть термин лишь в том случае, если существует денотат (референт) данного символа (объект обозначения); 2) принцип однозначности: символ есть термин, если имеет только один денотат; 3) принцип осмысленности: смысл термина заключается исключительно в том, что термин обозначает некоторый объект. Абстрактный термин теории, не имеющий референта в исходной области ее объектов, должен иметь смысл, который точно определен в рамках теории и который сам является референтом идеального элемента из языка синтаксического исчисления, формализующего содержательную теорию.

Терминологическая система любой научной дисциплины должна строиться с соблюдением следующих принципов [22]: 1) независимости термина от контекста; 2) абсолютной и относительной однозначности термина; 3) соотношения между значением термина в целом (смысловым содержанием) и значением его составных частей (терминоэлементов); 4) точности термина; 5) краткости термина; 6) степени внедрения термина. К этим принципам следует добавить еще один – принцип подчиненности терминов грамматическим законам. Отступление от этих принципов и обуславливает появление существенных изъянов в научной терминологии, а в конечном счете так называемых терминологических проблем.

Литература

1. *Азроянц Э.А., Забалуева Л.Е., Лобов Г.П., Шмелева Н.И.* Организация геологических служб США, Канады, Австралии и Франции // Разведка и охрана недр, 1993, № 1, с. 19-24.
2. *Александрова З.Е.* Словарь синонимов русского языка. – М.: Русский язык, 1986. – 600 с.
3. *Барабанов В.Ф.* Геохимия: Учебник для вузов. – Л.: Недра, 1985. – 423 с.
4. *Буренков Э.К., Дауев Ю.М., Морозов А.Ф., Милетенко Н.В.* Роль прикладной геохимии в решении современных задач геологической службы России // Межд. симп. по прикладной геохимии стран СНГ. 29-31 октября 1997, Москва, Россия. Тез. докл. – М.: ИМГРЭ, 1997, с. 3.
5. *Буренков Э.К., Кочетков М.В., Морозов А.Ф., Филатов Е.И.* Международный симпозиум по прикладной геохимии стран СНГ // Прогнозно-поисковая геохимия на рубеже XXI века. – М.: ИМГРЭ, 1998, с. 34-40.
6. *Буренков Э.К., Филатов Е.И.* Прикладная геохимия: состояние и современные тенденции развития // Разведка и охрана недр, 1994, № 5, с. 4-5.

7. *Вернадский В.И.* Избранные сочинения. Т. 1. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 696 с.
8. *Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии. – М.: Наука, 1980. – 320 с.
9. *Вернадский В.И.* Живое вещество. – М.: Наука, 1978. – 358 с.
10. *Войткевич Г.В., Кокин А.В., Мирошников А.Е., Прохоров В.Г.* Справочник по геохимии. – М.: Недра, 1990. – 480 с.
11. *Войшвилло Е.К.* Понятие. – М.: Изд-во МГУ, 1967. – 286 с.
12. *Войшвилло Е.К.* Понятие как форма мышления: логико-гносеологический анализ. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 239 с.
13. Геохимические методы поисков рудных месторождений. Библиографический указатель. 1925-1963. Вып. 1. Общие вопросы. Литохимические поиски. – М.: Наука, 1966. – 276 с.
14. Геохимические методы поисков рудных месторождений. Основные понятия, термины и определения. М.: ИМГРЭ, 1975. – 42 с.
15. Геохимия, минералогия и месторождения редких элементов. Научная деятельность ИМГРЭ за 1953-1967 гг. – М.: ИМГРЭ, 1968. – 96 с.
16. *Головин А.А., Морозова И.А., Гуляева Н.Г., Трефилова Н.Я.* Оценка ущерба окружающей среде от загрязнения токсичными металлами. – М.: ИМГРЭ, 2000. – 134 с.
17. ГОСТ 28492-90. Геохимические методы поисков твердых полезных ископаемых. Термины и определения. (Разработчики В.З. Тойбин, И.Л. Дзюба, В.А. Глухов; науч. консультант – А.П. Соловов).
18. ИМГРЭ XL. Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов. – М.: ИМГРЭ, 1997. – 300 с.
19. *Канделаки Т.Л.* Значение терминов и системы значений научно-технических терминологий // Проблемы языка науки и техники. Логические, лингвистические и историко-научные аспекты терминологии. – М.: Наука, 1970, с. 3-39.
20. *Климовицкий Я.А.* Некоторые вопросы развития и методологии терминологических работ в СССР. – М.: КНТТ АН СССР, 1967. – 66 с.
21. *Кременецкий А.А.* Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов вчера, сегодня, завтра // Прикладная геохимия. Вып. 7. Минералогия, геохимия и генетические типы месторождений. Книга 2. Генетические типы месторождений. – М.: ИМГРЭ, 2005, с. 344-362.
22. *Лотте Д.С.* Основы построения научно-технической терминологии. Вопросы теории и методики. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 158 с.
23. *Минеев Д.А., Ярошевский А.А.* Геохимия // Горная энциклопедия, т. 1. – М.: Сов. энциклопедия, 1986, с. 19-22.
24. Новые достижения по редким элементам. – М.: ИМГРЭ, 1981. – 133 с.

25. Назаров И.В. Предметы исследования наук о Земле // Вопросы методологии в геологических науках. – Киев: Наукова думка, 1977, с. 11- 18.
26. Овчаренко В.М. Термин, аналитическое наименование и номинативное определение // Современные проблемы терминологии в науке и технике. – М.: Наука, 1969, с. 91-121.
27. Овчинников Л.Н. Проблемы прикладной геохимии // Вестн. АН СССР, 1983, № 1, с. 110-117.
28. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия. – М.: Недра, 1990. – 248 с.
29. Ожегов С.И. Словарь русского языка. – М.: Русский язык, 1988. – 750 с.
30. Перельман А.И. Изучая геохимию...: (О методологии науки). – М.: Наука, 1987. – 152 с.
31. Перельман А.И. Геохимия // Химическая энциклопедия: В 5 т.: т. 1. – М.: Сов. энциклопедия, 1988, с. 1018-1022.
32. Перельман А.И. Геохимия. – М.: Высшая школа, 1989. – 528 с.
33. Политехнический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 656 с.
34. Прикладная геохимия в геологии и экологии (Тр. Ленинградского общества естествоиспытателей, т. 80). – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 173 с.
35. Прикладная геохимия. Вып. 1. Геохимическое картирование. – М.: ИМГРЭ, 2000.
36. Принципы и методика геохимических исследований при прогнозировании и поисках рудных месторождений (Методические рекомендации). – Л.: Недра, 1979. – 247 с.
37. Прогнозно-поисковая геохимия на рубеже XXI века. – М.: ИМГРЭ, 1998. – 118 с.
38. Ракитов А.И. Анатомия научного знания. – М.: Политиздат, 1969. – 205 с.
39. Ракитов А.И. Курс лекций по логике науки. – М.: Высш. шк., 1971. – 176 с.
40. Рассел Б. Человеческое познание: Его сфера и границы: Пер. с англ.- Киев: Ника-Центр. – 1997. – 560 с.
41. Сауков А.А. Геохимия. – М.: Наука, 1975. – 480 с.
42. Соловов А.П. Современное состояние и перспективы развития геохимических методов поисков рудных месторождений // Вестник Моск. ун-та, сер. геол., 1978, № 2.
43. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1985. – 294 с.
44. Толковый горно-геологический словарь. Основные термины / В.А. Гладун, Н.Б. Здорик, Т.Б. Здорик и др. - М.: Русский язык, 1993. – 448 с.
45. Толковый словарь русского языка: В 4-х т. Т. 3 / Под ред. проф. Д. Ушакова. – М.: ТЕРРА, 1996. – 712 с.
46. Ферсман А.Е. Геохимия. Том 1. – Л.: Госхимтехиздат, 1933. – 328 с.
47. Ферсман А.Е. Геохимия. Том 2. – Л.: ОНТИ-ХИМТЕОРЕТ, 1934. – 354 с.

48. *Ферсман А.Е.* Достижения советской геохимии // Математика и естествознание в СССР. Очерки развития математических и естественных наук за 20 лет. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938, с. 805-835.

49. *Ферсман А.Е.* Избранные труды. Т. 1. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 862 с.

50. *Ферсман А.Е.* Избранные труды. Т. 5. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 858 с.

51. Физические и физико-химические методы анализа при геохимических исследованиях (Тр. ВСЕГЕИ, нов. серия, т. 338). – Л.: Недра, 1986. – 263 с.

52. *Франк Ф.* Философия науки. Связь между наукой и философией: Пер. с англ. – М.: ИЛ, 1960. – 544 с.

53. *Хокс Х.Е., Уэбб Дж.С.* Геохимические методы поисков минеральных месторождений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1964. – 487 с.

54. *Шаранов И.П.* Метагеология. Некоторые проблемы. – М.: Наука, 1989. – 208 с.