



УДК 553.07

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОНЯТИЙНОГО ОСНОВАНИЯ МЕТАЛЛОГЕНИИ

Ю.Н. Стрик

Воронежский государственный университет

В статье рассматриваются некоторые исходные понятия металлогении. Указывается на противоречивость понятийной базы металлогении, которая обусловлена двойственной геолого-экономической сущностью основных понятий. Предлагается пересмотреть содержание и объем таких понятий как «руда», «рудная формация».

Главное требование геологической практики, отражающей потребность в минеральном сырье, заключается в эффективности и надежности прогноза и поисков полезных ископаемых. В современных условиях по мере истощения фонда близповерхностных месторождений эффективность прогноза резко снизилась, существенно выросли затраты на поисковые работы. Снижение эффективности прогнозирования в первую очередь обусловлено низким уровнем надежности методов прогноза. По выражению Л.Н. Овчинникова «При всех наших усилиях, вероятность прямого нахождения не только месторождения, но даже рудного поля чрезвычайно низка». [1, с. 18]. В сложившейся ситуации необходимо в первую очередь разобраться, какими научными основами прогноза располагает геология, в чем причины низкой эффективности существующих методов прогноза.

Фундаментальной теоретической основой прогноза рудных полезных ископаемых должна служить металлогения, изучающая закономерности формирования и размещения в пространстве и во времени рудных месторождений.

Основные понятия металлогении

Исходным понятием металлогении является «*полезное ископаемое*» – природное вещество земной коры, используемое человеком для удовлетворения своих потребностей. Полезное ископаемое – целевое понятие, так как отличительным его признаком является «...используемое человеком...». Любая горная порода, в принципе, может являться полезным ископаемым, если возникает необходимость в ее использовании [2].

Рудные (металлические и неметаллические) *полезные ископаемые (руды)* – это горные породы, содержащие в промышленном количестве и качестве один или несколько полезных компонентов. А эти требования промышленности к качеству и количественной характеристике руды могут испытывать существенные вариации в зависимости от географических, экономических, экологических и других факторов. Понятие руды во всех случаях предполагает образование в результате концентрации элементов из рассеянного состояния. При большом разнообразии механизмов мобилизации, переноса и отложения, разнообразии источников рудного вещества, источников энергии смысл процесса рудообразования всегда один и тот же – переход от рассеяния к концентрации. *Нерудные полезные ископаемые* используются целиком.

Критерии отнесения горной породы к полезному ископаемому разнообразны. Для рудных полезных ископаемых одним из главных является критерий концентрации полезных компонентов.

Среди геологов практически не существует расхождений по поводу того, что такое «полезное ископаемое». Однако по поводу производных понятий – «рудный процесс», «процесс рудогенеза» уже существует две точки зрения.

Основная часть исследователей, вслед за Ю.А. Библиным и Н.С. Шатским, основывается на предположении, что в природе существуют особые рудообразующие процессы, тесно связанные с другими геологическими процессами (осадконакоплением, магматизмом, тектоникой и др.) [3]. Принцип взаимосвязи геологических и рудных процессов в этом случае является теоретической основой металлогенических исследований.

Другие считают, что особых, специально рудообразующих процессов, не существует. Образование месторождений обуславливается общегеологическими процессами формирования различных геологических комплексов, ассоциаций [1]. Месторождение рассматривается как побочный продукт, всегда сопутствующий главным продуктам этих процессов.

В качестве объектов металлогенических исследований рассматривается иерархический ряд рудных образований, начиная от наименьшей таксономической единицы – «ранг рудного тела» и заканчивая системами глобального уровня. Однако среди этого ряда безусловный практический приоритет имеет ранг месторождения полезного ископаемого.

Тело полезного ископаемого – скопление промышленных руд, имеющих единый общий контур. Некоторые геологи указывают на существование естественного геологического контура у тел полезных ископаемых и месторождений.

Скопление полезного ископаемого – локальная обособленная концентрация полезного ископаемого в той или иной точке земной коры. Фактически охватывает весь диапазон рудных объектов низшего иерархического уровня от геохимических аномалий и точек минерализации до уникальных месторождений.

Проявление полезного ископаемого (рудопоявление) – слабо изученное скопление полезного ископаемого, у которого в единичных замерах и наблюдениях фиксируется наличие промышленной мощности и (или) содержания полезного ископаемого.

Месторождение полезного ископаемого – промышленное скопление полезного ископаемого, которое экономически рентабельно разрабатывать в данный момент времени (или в обозримом будущем).

Анализ геологической литературы показывает, что содержание базовых терминов «месторождение полезного ископаемого», «руда» существенно отличаются в трактовке геологов-разведчиков и геологов «чистой линии». Если первые рассматривают данные понятия как геолого-экономические, то вторые, формально соглашаясь с присутствием экономического компонента в этих понятиях, фактически ее игнорируют и приписывают этим понятиям исключительно геологический смысл.

Ситуация достаточно парадоксальная с научной точки зрения. Но, тем не менее, мы должны признать наличие серьезного противоречия в понятийной базе металлогении, последствия которого еще нужно оценить.

Л.И. Четвериков [2], рассматривая противоречивость понятийного основания геологоразведки, делает заключение, что понятия «руда», «месторождение полезных ископаемых» – это целевые понятия, обеспечивающие решение сугубо утилитарных задач. Придание им геологического содержания оказывается бессмысленным. Рассмотренная система базовых понятий формально не допускает использование термина «руда» и «месторождение полезных ископаемых» для образования сложных, геологических по смыслу и содержанию определений типа «рудогенез», «рудная формация»,

«рудоконтролирующие факторы» и т.п., которые оказываются бессмысленными, если учитывать целевой утилитарный характер термина «руда».

С этих позиций металлогения как наука оказывается в сложном положении. Оперируя объектами, выделенными негеологическими методами, невозможно установить какие бы то ни было законы геологии, за исключением эмпирических, обусловленных пространственно-временным сонахождением. В данной ситуации единственным методом изучения закономерностей размещения месторождений является метод сравнительного изучения месторождений между собой и вмещающей геологической средой. По этой же причине роль моделирования и других теоретических методов существенно занижена.

Границы месторождения проводятся исключительно по экономическим параметрам, и только в некоторых случаях они могут совпадать с геологическими границами. С геологической точки зрения, месторождение – это искусственно выделенный фрагмент земной коры, который в подавляющем большинстве случаев не имеет никакого естественного геологического структурирования, то есть не является геологическим объектом, не обособлен в естественных геологических границах. С другой стороны, месторождение всегда имеет определенное геологическое содержание, поскольку пространственно является частью каких-либо геологических объектов, в лучшем случае одного геологического объекта (например, месторождения собственно магматического генезиса всегда включены в контур конкретного интрузивного тела). Это дает возможность констатировать факт пространственного сонахождения месторождения и более крупного по масштабу геологического объекта, устанавливая их соответствие. Если в установленных соотношениях месторождения и окружающей геологической среды при исследовании представительного ряда эмпирических данных наблюдается некоторое постоянство, то это является основанием для формулировки определенной эмпирической закономерности.

Как итог пространственно-статистического анализа некоторых постоянных соотношений между месторождениями и окружающей геологической средой был сформулирован основной принцип металлогении – *принцип неразрывной закономерной связи рудных процессов с другими геологическими явлениями*: осадконакоплением, тектоникой, магматизмом и др.

Здесь следует указать еще на один парадокс. Главная задача прикладной геологии, на что направлены основные усилия геологов – обнаружение крупных и уникальных месторождений, в которых сосредоточены основные запасы полезных ископаемых. Но уникальные месторождения на то они и уникальные, что неповторимы. *Принципиально невозможно* эмпирическим путем установить закономерности формирования и размещения таких объектов.

Какой нам видится выход в создавшейся ситуации. Полностью разрешить проблему в понятийном основании металлогении невозможно. Мы не можем отка-

заться от использования термина «руда» и производных от него. Но в нашей возможности снять в значительной мере остроту противоречия, «примирить» геологическую сущность минерагенических исследований и явный утилитарный характер объектов исследования.

Во-первых, необходимо четко осознать, что в природе не существует особых рудных процессов и нет естественных рудных объектов. В принципе любой геологический объект потенциально является и рудным объектом, а любой геологический процесс одновременно может быть процессом рудогенеза. Такой подход к проблеме рудных объектов существенно переориентирует и методику их исследования.

Далее, при минерагенических исследованиях, следует расширить объем термина «руда». В приведенном выше определении понятия указывается, что руды должны содержать в промышленном количестве и качестве один или несколько полезных компонентов. В такой трактовке термин вполне допустим для разведки, но для металлогении это неприемлемо, так как минимальные промышленные содержания всех видов полезных ископаемых зависят от горногеологических условий, от текущей хозяйственно-экономической конъюнктуры, кроме того, имеют место существенные региональные и временные колебания. На наш взгляд, следует заменить в определении жесткий отличительный признак «промышленное количество» на более мягкий «аномально высокое содержание». Иными словами, руда – это горная порода, имеющая аномально высокое содержание одного или нескольких полезных компонентов¹. В общем случае аномальным считаются значения содержаний полезных компонентов, отличающиеся на заданном уровне от фоновых содержаний и зафиксированные по любым данным (геохимическим, минералогическим и т. п., включая и визуальное определение). В качестве фонового значения могут быть приняты глобальные или региональные кларки. Аномальными будут считаться содержания, в 10 раз превышающие кларк. В некоторых случаях от этого правила следует сделать отклонения, которые учитывали бы реальную ситуацию. Например, практика минерагенических исследований в регионе Воронежского кристаллического массива показывает, что для металлов с невысокими кларками (золото, молибден, олово и др.) фиксируются пункты минерализации, в которых содержания превышают кларк значительно больше чем в 10 раз, т.к. более низкие содержания приводят к необходимости вынесения большого количества малоинформативных проявлений, которые значительно перегружали бы карту. Для некоторых других видов полезных ископаемых с относительно высокими кларками (марганец, фосфор, титан и др.) содержания в пунктах минерализации превышают кларк менее чем в 10 раз, что обусловлено сложившимися экономическими обстоятельствами и условиями нагрузки карты в рудных узлах.

¹ Автор отдает себе отчет, что лучшим вариантом было бы введение нового термина, обозначающего горные породы с аномально высоким содержанием полезных компонентов.

Особо следует остановиться на понятии «рудная формация», которое является базовым для металлогении.

Первоначально термин использовался для обозначения парагенетически устойчивых рудных минеральных ассоциаций. С начала тридцатых годов в качестве рудной формации выделяются уже не минеральные ассоциации, а естественные сообщества однотипных месторождений, образующихся в близких геологических условиях. Судя по публикациям, для большинства исследователей понятие о рудных формациях ограничено объемом только рудных месторождений (это группа однотипных по составу и геологическим условиям образования месторождений) [1, 3–7]. В результате сужения объема понятия «рудная формация» из поля зрения исследователей выпала подавляющая часть рудных объектов, которые по каким-либо экономическим параметрам не «дотягивают» до уровня месторождения, но по своему геологическому содержанию ничем не отличаются от месторождений с аналогичной минеральной ассоциацией.

На наш взгляд, такое сужение объема понятия «рудная формация» было совершенно не оправдано.

С позиций структурно-вещественного подхода *рудная формация* – закономерное сообщество минеральных парагенезисов, связанных общей структурой, в составе которых ведущую роль играют промышленно ценные элементы, минералы или породы. *Парагенезис* рассматривается в контексте происхождения, это – совместное нахождение минералов, элементов или пород, возникающее в результате одновременного или последовательного образования в течение единого процесса минералообразования. Такой подход позволяет выделять рудные формации по данным изучения любых скоплений полезных ископаемых на стадиях регионального геологического изучения и прогнозирования, поисков, оценки. Название рудной формации складывается из названия полезного компонента или перечня основных полезных компонентов в порядке возрастания их количества. В работе [8] предлагается сложное название рудной формации, включающее название полезного компонента, парагенез с геологической формацией и геодинамическую обстановку формирования. Вероятно, можно согласиться с данным предложением, хотя налицо нарушения правила формирования терминов – длинные названия просто неудобны.

При целевых металлогенических исследованиях целесообразно применять термин «*структурно-металлогенический комплекс*». Структурно-металлогенический комплекс представляет собой по объему соответствующий структурно-вещественный комплекс (СВК), а отличие заключается в том, что из объема понятия определенного СВК целевым образом вычленяется рудная компонента и становится одной из существенных характеристик при анализе структурно-металлогенического комплекса. Следует отметить, что для выделения и анализа самого СВК рудная составляющая в подавляющем большинстве случаев является второстепенной характеристикой. Таким образом, структурно-металлогенический комплекс по сути представляет собой СВК, для которого указаны входящие в его состав рудные формации. Достаточно час-

то с конкретным СВК пространственно и генетически связаны несколько рудных формаций. Такой ансамбль пространственно сопряженных рудных формаций, входящих в состав одного определенного СВК, предлагается обозначать термином «*рудный комплекс*».

Основные объекты исследования в металлогении

Для металлогенических исследований основополагающим должно быть понятие «скопление полезного ископаемого» – локальная обособленная концентрация полезного ископаемого в той или иной точке земной коры [2]. Это понятие включает все рудные объекты низшего ранга: рудные геохимические аномалии (имеющие связь с оруденением), точки минерализации, рудопроявления, месторождения, формирующие первый элементарный уровень рудных объектов. Представляется, что для металлогенического анализа необходимо использовать все эти формы концентрации элементов, включая геохимические аномалии. Такой подход представляется логичным, поскольку позволяет анализировать причины и процессы, определяющие концентрацию и рассеяние элементов. Граница между месторождением, рудопроявлением и точкой минерализации исключительно экономическая, поэтому с геологической точки зрения между ними нет принципиальной разницы².

На практике в закрытых условиях ВКМ к *рудопроявлению* относится любое пересечение рудной минерализации пробой керна скважин с минимальными промышленными содержаниями компонентов, принятыми на месторождениях, известных в рассматриваемом регионе. Обязательным условием является наличие геологических или геофизических предпосылок для выявления промышленного рудного тела или, по крайней мере, отсутствие видимых для этого ограничений. Соответственно, те объекты, по которым была произведена промышленная оценка, относятся к категории *месторождений*. Под *пунктом минерализации* во всех остальных случаях принималась фиксация полезного ископаемого по любым данным (в том числе и визуальная, например металлогеническое определение какого-либо ценного минерала), аномальная от общего фона.

Рассмотренные градации проявлений полезных ископаемых (пункт минерализации, рудопроявление, месторождение) являются не просто иерархией рудных объектов. Они отражают, с одной стороны, уровень изученности, а с другой – интенсивность рудного процесса, являясь таким образом важным инструментом металлогенического анализа.

Пункты минерализации – фиксируют наличие, по крайней мере, начальной стадии процесса рудогенеза и

могут характеризовать «в первом приближении» специализацию потенциально перспективных площадей ранга металлогенических зон и потенциальных рудных районов.

Рудопроявления свидетельствуют об имевшем место рудном процессе, то есть о концентрации полезных ископаемых в уже промышленно значимых количествах. Наличие рудопроявлений является важным условием выделения рудных и потенциально рудных узлов и полей.

Месторождения могут возникать только в том случае, если наряду с рудным процессом имеет место благоприятная структурно-вещественная среда (ловушка), локализирующая полезные компоненты. Масштабность эндогенного оруденения определяется, таким образом, сочетанием благоприятных факторов локализации с интенсивностью и длительностью рудогенерирующего источника.

С методологической точки зрения важен сравнительный анализ всех типов скоплений полезного ископаемого, так как только в этом случае можно установить причины формирования различных по степени концентрации и масштабам минеральных скоплений, определить необходимое сочетание факторов рудогенеза, без которых невозможно формирование крупных скоплений полезных компонентов, или, наоборот, обнаружить условия, исключающие значительные концентрации рудного вещества.

Рудогенез неразрывен в двух своих проявлениях: если в каких-то частях геологического пространства происходит концентрация минерального вещества, то в смежных частях будет происходить его вынос. По этой причине пространственные границы проявления процессов рудогенеза всегда многократно шире, чем контуры конкретного месторождения. Исследовать необходимо всю область перераспределения вещества, включая зоны мобилизации, переноса и отложения рудного вещества.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта УР 09.01.025.

ЛИТЕРАТУРА

1. Овчинников, Л.Н. Прогноз рудных месторождений / Л.Н. Овчинников. – М. : Недра, 1992. – 183 с.
2. Четвериков, Л.И. О понятийном основании геологической разведки / Л.И. Четвериков // Вестник Воронеж. ун-та. Сер. Геология. – 1999. – № 7. – С. 181–186.
3. Щеглов, А.Д. Основы металлогенического анализа / А.Д. Щеглов. – М. : Недра, 1980. – 431 с.
4. *Геологический словарь*. – М. : Недра, 1978. – Т. 2. – 426 с.
5. Кривцов, А.И. Прикладная металлогения / А.И. Кривцов. – М. : Недра, 1989. – 288 с.
6. *Российский металлогенический словарь*. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ. – 2003. – 320 с.
7. Единая распределенная компьютерная модель геологического строения территории России. – М. : ГЕОС. – 2001. – 192 с.
8. Схема металлогенического районирования территории России. Масштаб 1:5000000. Объяснительная записка. – М., 2002. – 162 с.

² Нельзя, однако, исключить возможность определенной природной дискретности объектов с различной степенью концентрации тех или иных минеральных компонентов. В таком случае мы должны допустить существенное отличие условий формирования, например, мелких и уникальных месторождений.