

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ИСТИННОСТИ НАУЧНОГО ВЫСКАЗЫВАНИЯ

Статья 2. О критериях и методах оценки истинности

М.П. Покровский

Ранее весьма обобщённо мы рассмотрели стратегии и задачи оценки истинности высказывания. Рассмотрим – тоже весьма обобщённо и тоже с позиций рационализма и конструктивности – следующие приёмы (критерии, методы) оценки истинности высказывания,

встречающиеся в геологической литературе: практика как критерий истины, персональное мнение, интуитивная оценка, экспериментальная проверка, логика вывода. Обращение к этим приёмам может иметь место при попытках решения основных задач, встающих при оценке истинности.

1. **«Практика – критерий истины»** – чрезвычайно расхожая сентенция. Она вполне уместна при рассмотрении вопроса в философском аспекте и на уровне «здорового смысла» (в последнем случае она может быть идентифицирована с «житейской мудростью» типа «поживём – увидим», «жизнь покажет» и т. п. замечательными приговорками, снимающими с души тяжесть, а с интеллекта – тяжкую необходимость думать). Однако этот «критерий» совершенно не удовлетворяет требованию операциональности, выполнение которого безусловно необходимо при решении вопроса в научной методологии. Поэтому, не имея намерения углубляться в чисто философский анализ этого «критерия истины», мы можем исключить его из рассмотрения как не имеющего конструктивного смысла.

2. **Персональное мнение** авторитета, апелляция *ad personum* – критерий, согласно которому высказывание является истинным, если оно принадлежит уважаемому, авторитетному в своей области лицу.

Учёный, специалист даже очень высокого уровня может иметь ошибочное мнение. Можно вспомнить, что А.Е. Ферсман связывал цвет минералов с температурой их образования (снег – минусовые температуры образования – белый, базальт – температуры образования > 1000 °C – чёрный [Ферсман, 1936, с.12-14]¹. Прогноз локализации золотых и молибденовых месторождений Восточного Забайкалья, данный С.С. Смирновым, оказался ошибочным: по данным на 1970 г. 68 % месторождений и рудопоявлений Au и Mo, открытых после публикации С.С. Смирновым его схемы металлогенического районирования (1936), были открыты за пределами предсказанного им Au-Mo-пояса, и лишь 32 % – в его пределах [Канищев, Менакер, 1973]. Перечень, естественно, этим не исчерпывается.

Устойчивость использования обсуждаемого критерия, его популярность основывается, вероятно, на том убеждении, что «высокий специалист» ошибается много реже, чем рядовой исследователь. Хотя было бы неплохо обосновать это утверждение экспериментально, с ним можно и согласиться. Однако если оцени-

вать не персону, а конкретное высказывание (как ставим здесь вопрос мы), то вопрос об истинности высказывания, пусть и принадлежащего высокому авторитету, остаётся открытым: оказаться ложным оно всё же *может*.

Чтобы понизить вероятность ошибочных утверждений, разрабатываются методы «экспертной оценки», когда для оценки ситуации подбирается *группа экспертов*, не один, а несколько «высоких специалистов». Вероятность истинной оценки при этом, естественно, повышается, но принципиально это не меняет дела, оставляя востребованным метод «экспертной оценки» лишь за неимением конструктивного инструмента такой оценки, метода прямого или косвенного измерения, который мог бы использоваться любым грамотным специалистом.

Столь же необоснованным является обращение к *широте использования*, к *общепринятости* того или иного утверждения («если все так считают, так оно и есть: не могут же все ошибаться»). Опровергать эту позицию излишне, достаточно вспомнить широту использования – в соответствующие времена – утверждений из Библии, В.И. Ленина, Т.Д. Лысенко и др. Когда вскоре после создания А. Эйнштейном теории относительности появилась книга «Сто авторов против Эйнштейна», Эйнштейн только заметил: «Будь я неправ, хватило бы и одного!» [Хокинг, Млодин, 2006, с.167].

Исходя из сказанного, персональное мнение, мнение ограниченной «группы экспертов» и «общепринятость» мнения в научном социуме можно снять с рассмотрения как критерии ненадёжные, используемые в научном социуме лишь за неимением лучшего, как критерии неконструктивные, не обладающие операциональностью.

3. **Интуитивная оценка** истинности высказывания также широко бытует в геологии.

Интуитивное получение результатов широко известно в науке и технике. Известна роль интуиции в получении многих важных результатов (Д.И. Менделеев – в химии, С. Раманужан – в математике, А.Н. Туполев – в авиатехнике и мн. др.). Необходимо подчеркнуть, однако, что все научные результаты, по-

¹ Цитируемая работа А.Е. Ферсмана глубока, значительна и оригинальна, это одна из первых работ, фундаментально рассматривающих проблему окраски с точки зрения физики минералов; приведённый фрагмент не отвечает фундаментальности и ценности работы в целом, но, тем не менее, он имеет место...

лученные с помощью интуиции, становились научными результатами *только после их проверки рациональными методами и критериями*.

Интуитивная оценка результатов (отчасти она перекликается с «персональным мнением», рассмотренным выше) чрезвычайно близка каждому исследователю. Однако корректно работающий и корректно мыслящий исследователь, даже руководствуясь интуицией в личной работе, не будет явно и публично апеллировать к ней, добиваясь рациональной, конструктивной оценки этого результата. Такая оценка может подтвердить интуитивную оценку, а может и опровергнуть. В психологии есть даже специальные задачи, тесты, проверяющие способность человека противопоставить рациональные доводы «ложной подсказке» интуиции. Из сферы геологии можно привести два примера сопоставления интуитивной (с позиции «здравого смысла» и «ощущений») и рациональной оценок ситуации.

1). Интуитивно как будто бы ясно, что классификации месторождений полезных ископаемых (МПИ) со временем совершенствуются. Однако специальное исследование, использующее специально для этого разработанные конструктивные критерии и конструктивную методику оценки качества классификации, показало, что на протяжении примерно 180 лет (1790-е – 1970-е гг.) качество классификации МПИ не обнаруживает тенденции к повышению, оставаясь на довольно низком уровне (значения показателя качества классификации за этот исторический отрезок колеблются около 0,24 (при идеале 1,00)) [Покровский, 1976]. Если прогресс классификации МПИ и имеет место, то – лишь в смысле показателей (особенностей) классификации, которые нельзя конкретно сформулировать и нельзя объективно измерить.

2). Интуитивно как будто бы также ясно, что схемы металлогенического районирования разделяют районируемую территорию на фрагменты, перспективные и неперспективные на обнаружение оруденения прогнозируемого типа, и что схемы металлогенического районирования одной и той же территории со временем улучшаются, обеспечивая всё более обоснованный, всё более качественный прогноз. Однако анализ схем металлогенического районирования Центрального и Восточного Забайкалья с помощью специально разработанных количественных показателей (коэффициента металлогенического районирования (своего рода коэф-

фициента информативности) и прогнозной эффективности) дал иные результаты. Анализировались 4 схемы металлогенического районирования (С.С. Смирнова (1936), В.С. Кормилицына (1959), В.Н. Козеренко (1960), Г.И. Князева (1965)) по состоянию изученности Забайкалья на 1970 год. Анализ показал, что «из проанализированных схем металлогенического районирования Центрального и Восточного Забайкалья нет ни одной, достаточно хорошо описывающей размещение рудных месторождений по площади (об одном, вероятно, наиболее негативно ярком фрагменте этого – об ошибочном прогнозе С.С. Смирновым локализации месторождений Au и Mo – уже упоминалось выше (п. 2) – М.П.). С точки зрения введенных оценок... все попытки улучшить схему С.С. Смирнова, составленную им в 1936 г., мало успешны, так как коэффициенты металлогенического районирования новых, казалось бы более сложных, схем близки по величине коэффициенту схемы С.С. Смирнова» [Канищев, Менакер, 1973, с.99].

Можно обратить особое внимание на то, что – как свидетельствуют материалы двух приведённых случаев при детальном знакомстве с ними – рациональная проверка правдоподобных интуитивных утверждений зачастую требует большой специальной работы (в частности – разработки специального аппарата анализа) и часто возможна лишь по прошествии значительного времени.

Всё сказанное не отрицает эффективность интуиции как сугубо личного, индивидуального инструмента исследователя, но позволяет исключить из рассмотрения интуицию как метод и как критерий *оценки истинности* высказывания, дающий неопределённый результат и – главное – не отвечающий требованию операциональной значимости и конструктивности.

4. Экспериментальная оценка истинности высказывания является одной из наиболее широко используемых в науке. Истинность результата несомненно требует его воспроизводимости, возможности его повторного получения как самим автором, так и другими исследователями. Этот подход широко используется в экспериментальных отраслях таких наук как физика, химия, астрономия, биология, медицина, технические науки и др. Используется с полным на то основанием и резонансом. Если

некто утверждает, что с повышением напряжения в электрической цепи в ней возрастает сила тока, нет необходимости собирать группу экспертов и спрашивать, что говорит опыт всей их жизни и выработанные этим опытом их тонкая интуиция и их высокий профессионализм – так это или не так: любой может собрать электрическую цепь и проверить это, проведя неоднократные контрольные опыты.

Однако в геологии есть своя специфика.

Во-первых, активный эксперимент (собственно *эксперимент*) в полевой («экспериментальной») геологии практически не применяется, используется лишь «пассивный» эксперимент – наблюдение (пусть и с помощью инструментальных методов, с помощью опробования и последующего лабораторного изучения проб).

Во-вторых, размеры и труднодоступность объекта наблюдения делают в геологии *повторное наблюдение*, повторение работ, как правило, трудно реализуемым.

Например, на некоторую площадь составлена геологическая карта М 1:50000. Достоверно ли эта карта отражает геологическое строение закартированной площади, или – говоря иначе – истинна ли зафиксированная в ней информация? В рассматриваемой методологии для этого следовало бы ... повторить съёмку другим коллективом. Сравнение геологических карт одной и той же территории, полученных двумя разными коллективами, позволило бы судить об истинности представленных материалов.

Нет нужды говорить, что повторение съёмочных работ в полном объёме – проведение «контрольного эксперимента» в классическом варианте – в нашем случае совершенно нереально. Однако к чему оно могло бы привести, можно судить по разногласиям, возникающим с разной остротой, но неизменно, на крохотной доле этого листа – пограничной с соседним и требующей «увязки». На геологическое строение только этой малой толики площади (примерно 1/20) **есть** два взгляда, два результата геологического картирования. Только на эту мизерную долю и **только два**. И эти два результата «требуют увязки». А информация по большей части площади остаётся в одном варианте. Можно ли реально ставить вопрос о **многократном** повторении наблюдения на **всей** площади? Ясно, что – нет. Поэтому вместо прямой экспериментальной проверки в этой ситуации используется косвенная: *проверка*

полевых и лабораторных (экспериментальных в широком понимании) *способов, методов получения результата*. Именно этой ситуацией вызваны к жизни многочисленные инструкции по проведению съёмочных, поисковых и разведочных работ (хотя и они в большинстве по-своему «авторитарны» – составлены главным образом с учётом «опыта работ» и «мнений» «ведущих специалистов»).

Иногда подтверждение истинности того или иного геологического высказывания видят в том, что на другом аналогичном объекте другими исследователями экспериментально (путём наблюдения) получены аналогичные результаты. В каком-то смысле это, как будто, отвечает принципу повторяемости результата в эксперименте. Однако, во-первых, двух одинаковых объектов в природе не бывает, «аналогичность» объектов оценивается субъективно, если более или менее строго – то интенсивно, оставляя за рамками сопоставления многие особенности сравниваемых объектов (при этом выбор этих рамок, в свою очередь, тоже субъективен). В такой ситуации весьма ощутим шанс счесть «аналогичными» именно те объекты, на которых получены «аналогичные» результаты. Во-вторых, «аналогичность» результатов тоже оценивается субъективно (двух совершенно одинаковых экспериментально получаемых результатов тоже не бывает, а расхождения их при субъективном сопоставлении могут быть незамечены или сочтены не существенными). В-третьих, и это, наверное, главное, остаётся неизвестным (или незамеченным, или не учтённым), на скольких «аналогичных» объектах получены *не* «аналогичные» результаты.

Прямая же проверка истинности тезиса повторным наблюдением, подчеркнём ещё раз, по отмеченным выше причинам редка. Из числа таких единичных прецедентов приведём для примера четыре, намеренно избегая деталей содержательной обрисовки ситуации, уделяя основное внимание лишь «проверяемым» тезисам и результатам «проверки».

1). Б.А. Голдин и Ю.И. Рябков в 1999 г. [Голдин, Рябков, 1999] опубликовали представления о Пагинско-Верхнепогурейской метабоксит-графит-фосфорит-сепиолитовой формации Полярного Урала. Заинтересовавшись выделяемыми Б.А. Голдиным и Ю.И. Рябковым «метабокситами» кристобалит-кианит-диаспор-корундового состава, группа геологов во главе с

Я.Э. Юдовичем в полевой сезон 2002 г. изучила разрез в каньоне Погурей-Егорта, правого притока Погурия, с почти 100 %-обнажённостью на протяжении 7 км, практически вкрест простираения толщ. Результаты изучения разреза были опубликованы в 2005 г. в следующей формулировке: «Нами не обнаружено никаких признаков древних кор выветривания в зоне межформационного контакта (уралиды/доуралиды – М.П.) и не найдено диаспорсодержащих глинозёмистых пород... Возможность пропустить их мы исключаем в виду детального характера пройденного нами профиля. Наиболее похожие внешне на ... диаспориты красные «керамические» сланцы оказались диабазовыми слюдисто-карбонатно-гематитовыми туффоидами с признаками повышенной золотоносности» [Юдович и др., 2005, с. 30].

2). И.Г. Хельвас и Г.Г. Грушкин довольно подробно обрисовали различные стороны минеральной зональности оловорудного Хинганского месторождения [Хельвас, Грушкин, 1974]. Более года спустя В.И. Попова и Е.Я. Синяков, опираясь на результаты своей работы на этом месторождении, опубликовали статью [Попова, Синяков, 1976], в которой утверждается, что многие положения статьи И.Г. Хельвас и Г.Г. Грушкина не подтверждаются наблюдениями в горных выработках и в керне скважин. Ошибочность тезисов И.Г. Хельвас и Г.Г. Грушкина В.И. Попова и Е.Я. Синяков связывают с непредставительностью материала, на котором базировались эти тезисы.

3). В 1980 г. по одному профилю скважин на редкометальном месторождении Тай-Кей (Полярный Урал) с использованием фиксированной методики обработки данных были обработаны данные кернового геохимического опробования и получен ряд вертикальной зональности геохимического ореола для 10 элементов (сверху вниз): Y-Zr-Li-Be-Yb-Pb-U-Sn-Nb-Th. В 1982 г. аналогичная работа была проделана по соседнему профилю месторождения. Она дала следующую последовательность: Be-Zr-Li-Y-Yb-Pb-Th-Sn-Nb-U. По сопоставлении этих двух рядов было решено считать индикаторами вертикальной зональности из 10 только 6 элементов, положение которых в обоих рядах было одинаковым: Zr-Li-Yb-Pb-Sn-Nb. Возникают вопросы: если бы – по условиям проведения работ – не было возможности получить геохимическую информацию по второму профилю, были бы восприняты данные, полу-

ченные только по первому профилю, как *установленная* закономерность; и можно ли считать *установленной* закономерностью шестичленную вертикальную зональность – результат исключения элементов, положение которых в двух сопоставляемых рядах не совпадает?

4). О.П. Елисеева, Б.П. Омеляненко и И.Е. Смorchков [1974] довольно резко критикуют данные И.Б. Савиновой и Э.М. Пинского [1973] по закономерностям изменения форм нахождения урана в разновозрастных гранитоидах Северного Казахстана. Критика базируется на более широком – по утверждению авторов критики – опыте изучения U в гранитоидах и объясняет ошибки критикуемых авторов несовершенством использованных лабораторных методик. Кроме того, в статье О.П. Елисеевой с соавторами кратко высказывается довольно неконкретное соображение, что И.Б. Савинова и Э.М. Пинский пользуются «сравнительно сложной *системой рассуждений*», которые не решают, да и не могут решить поставленную научную задачу, так как последнее слово в данном конкретном случае принадлежит более точно наблюдаемым фактам, касающимся форм нахождения урана в гранитоидах» [Елисеева и др., 1974, с. 509, курсив наш – М.П.]. В целом О.П. Елисеева с соавторами оценивают рассматриваемую работу И.Б. Савиновой и Э.М. Пинского однозначно негативно: «Сформулированные в рецензируемой статье «закономерности» являются необоснованными, так как представляют собой результат недостаточно тщательно проведённых исследований, базирующихся на ограниченном фактическом материале» [там же].

Нетрудно видеть, что приведённые ситуации методологически не одинаковы. Первые два случая иллюстрировали, можно считать, повторность наблюдения в чистом виде: получение двух результатов по одному и тому же объекту. Третий прецедент уже не столь строго соответствует такой установке: «повторные» данные получены на *той же* месторождении, но по *другому* профилю (пусть сколь угодно пространственно близкому, но – *другому*). Четвёртый же случай относится в каком-то смысле к другой методологии. В нём истинность «проверяемых» результатов оценивается сравнением их с данными, полученными – по утверждению рецензентов – на более представительном материале более надёжными методами (то есть – сравнением с более надёжными данными).

ми). И несовпадение оцениваемых данных с упомянутыми *объясняется* авторами рецензии [Елисеева и др., 1974] несовершенством использованных методов исследования и непредставительностью («ограниченностью») использованного фактического материала. Более корректным было бы *не объяснение* расхождения сравниваемых данных названными факторами, а *демонстрация* этого: 1) проведение на таком же (том же) материале «правильной» лабораторной методики и получение не «ошибочных», а «истинных» результатов и 2) если у рецензентов имеется *критерий* представительности материала, показать, что используемый И.Б. Савиновой и Э.М. Пинским [1973] материал непредставителен.

В целом же, не утверждая правоту авторов рецензий и повторных, «контрольных» исследований (хотя мы и склонны к этому), можно утверждать, что повторные (дублирующие) исследования могут ставить под сомнение истинность впервые полученных данных, и что – как следствие этого – *пока полученные данные не подтверждены повторными наблюдениями, истинность их неопределённа*.

Рассматривая приведённые случаи детальнее, важно обратить внимание на то, что даже непредставительная выборка и без того редких прецедентов экспериментальной проверки геологического высказывания ставит вопрос о необходимости использования при такой проверке следующих приёмов.

1. *Повторное наблюдение* (когда речь идёт об истинности факта – случай 1, когда речь идёт об истинности закона (закономерности) – для сбора «контрольного» исходного экспериментального материала – случаи 2, 3, в идеале – 4)

2. *Оценка представительности экспериментального материала* (когда речь идёт об истинности закона (закономерности) – случаи 2, 3, 4)

3. *Оценка корректности применения и проведения методики экспериментального изучения материала*, возможности получения при этом результатов, не искажённых артефактами (когда речь идёт об истинности закона (закономерности) – случаи 3, 4)

4. *Оценка логичности, правильности, ясности выстраиваемой системы рассуждений* (когда речь идёт об истинности объяснения закономерностей, истолкования механиз-

ма, определяющего их; фактически – это истинность теоретических построений – случай 4 (весьма околичнo)).

Всё сказанное в этом пункте (п. 4) можно резюмировать следующим образом.

Несмотря на то, что по своему характеру геология – наука опытная, «экспериментальная», и что экспериментальная проверка геологических результатов – приём, для неё, казалось бы, органично вытекающий из её характера, *прямую* корректную экспериментальную проверку в классическом понимании (путём повторения наблюдений) осуществить в геологии чрезвычайно трудно. Массово этот приём использоваться не может. В первую очередь – в силу трудоёмкости и дороговизны такой проверки, труднодоступности и (очень часто) специфических геологически-крупных размеров объекта наблюдения. В этой ситуации особое значение приобретают *косвенные* методы проверки экспериментальных результатов: методы оценки представительности экспериментального материала, методы оценки корректности применения и проведения методик экспериментального изучения материала, методы оценки логичности, правильности построения системы рассуждений.

Перечисленные методы, необходимые для косвенной оценки истинности высказывания, разработаны в геологии неодинаково. Методы оценки представительности экспериментального материала фактически не разработаны. Методы оценки того, сколь корректно применены и проведены экспериментальные методики при получении высказывания, разработаны весьма различно – и для лабораторных, и для полевых методик (скажем, в сфере лабораторных методик этот вопрос детально разработан для методов элементарных определений и только начинает разрабатываться для методов минералого-петрографических и технологических исследований). Методы оценки логичности, правильности построения рассуждения, получения вывода, – методы логического анализа – интенсивно развиваемые в логике, в геологии практически не используются. Затронем этот вопрос чуть детальнее.

5. Логика вывода – вопрос в геологии не самый популярный, обсуждаемый исключительно редко. Логический анализ построения рассуждения детально разрабатывается в логике на протяжении всей её истории, получая

в ней всё более детальное и разностороннее развитие. Логический анализ и логическое обоснование тезиса характерно для теоретического уровня научных построений. И непопулярность его в геологии связана, по-видимому, с невысоким уровнем её теоретической зрелости: с преимущественно экспериментальной природой геологии как науки, с преобладанием в ней метода правдоподобных рассуждений, а не метода строгих выводов (дедукции).

Но при этом и в геологии логичность, правильность выстраиваемой системы рассуждений, как было отмечено, имеет наибольшее значение для теоретического уровня построений.

Теория – это абстрактная система. Термином «теория» в науке принято обозначать две содержательные разновидности абстрактных систем: 1) системы, отображающие *механизм*, объясняющие *генезис* наблюдаемых явлений, закономерностей (теория флогистона, квантовая теория электропроводности в физике, теория мобилизма (фиксизма, расширяющейся Земли), теория дифференциальной подвижности компонентов в геологии и др.), 2) системы, идеализированно *описывающие* наблюдаемые явления, аппроксимирующие их в описании (теория движения планет в астрономии, теория фигуры Земли в высшей геодезии, теория аналитического сигнала в аналитической химии и др.).

При современном уровне строгости научных построений в геологии говорить о развитом логическом анализе геологических теорий затруднительно. Для этого, в первую очередь, необходимо более строгая фиксация более строго выраженных формулировок тезисов (прецеденты этого есть, но в целом это пока для геологии не характерно). Кроме того, при построении теоретических систем обоих упомянутых типов, необходимо решать вопрос не только «возможно ли *это*», «удовлетворительно ли *это* описывает явление», но и «возможно ли *только это*», «*только ли это* удовлетворительно описывает явление» (например, [Покровский, 2003, с. 373]). В геологии же эта деталь логики доказательства, насколько известно автору, никогда не является предметом обсуждения при обосновании тезиса.

Таким образом, пока, в силу несовершенства геологических построений, применение логического анализа для оценки истинности научного высказывания в геологии может иметь

лишь ограниченное значение.

Заключение

1. «Практика», персональное мнение, интуиция не могут рассматриваться как конструктивный критерий научной истины.

2. Операционально значимыми, конструктивными критериями научной истинности могут служить только экспериментальная проверка и логический анализ вывода тезиса.

3. В геологии ситуация с объективной оценкой истинности высказывания парадоксальна.

Для геологии как науки опытной, «экспериментальной», не «теоретической», наиболее естественной кажется экспериментальная проверка. Однако **прямая экспериментальная проверка истинности высказывания** в классическом варианте – проверкой повторными наблюдениями – *в геологии практически невозможна*, во всяком случае массово она применена быть не может: многократность повторного наблюдения практически нереальна (труднодоступность объекта, огромные затраты), однократные повторные наблюдения возможны лишь в исключительных случаях, и в этих случаях они зачастую требуют нескольких лет. *Реально в геологии массово возможна только косвенная оценка экспериментальных результатов, но методы косвенной оценки ещё требуют своей разработки.*

Логическая проверка получения тезиса в геологии применима мало, поскольку среди геологических результатов очень мало таких, которые не являются протоколами наблюдений. А если результаты относятся к этой нечастой категории, обычно они представляют собой не собственно логические построения, а построения, созданные методом правдоподобных рассуждений и в силу этого плохо поддаются логическому анализу.

Таким образом, *истинность геологических высказываний – по строгому рассмотрению – в большинстве своём – неопределённа.*

4. Наиболее остро при косвенных методах оценки истинности высказывания в геологии стоят проблемы объективной оценки представительности экспериментального материала и логика вывода (логика обоснования) высказывания.

Работа выполнена при финансовой

поддержке РФФИ (грант № 05-06-80232).

Список литературы

Голдин Б.А., Рябков Ю.И. Пагинско-Верхнепогурейская метабоксит-графит-фосфорит-сепиолитовая формация Полярного Урала // Геология и минеральные ресурсы северо-востока России: новые результаты и новые перспективы. Материалы XIII геол. Съезда Респ. Коми. Т. IV. Сыктывкар: Геопринт, 1999. С. 22-23.

Елисеева О.П., Омеляненко Б.И., Сморочков И.Е. О статье И.Б. Савиновой и Э.М. Пинского «Формы нахождения урана в разновозрастных гранитоидах Северного Казахстана» // ЗВМО, 1974. Ч. 103. Вып. 4. С. 508-509.

Канищев А.Д., Менакер Г.И. Количественная оценка информативности схем металлогенического районирования Центрального и Восточного Забайкалья // Геология рудных месторождений, 1973. № 6. С. 95-99.

Покровский М.П. О некоторых результатах анализа и оценки классификаций месторождений полезных ископаемых // Геология и поиски месторождений редких и цветных металлов. Тр. Свердловского горного института.

Вып. 131. Свердловск, 1976. С. 118-133.

Покровский М.П. К понятию «генезис» и установлению генезиса объекта или явления // Ежегодник-2003. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2004. С. 365-374.

Попова В.И., Синяков Е.Я. О влиянии объема и количества информации на геологические выводы (замечания к статье И.Г. Хельвас и Г.Г. Грушкина) // ЗВМО, 1976. Ч. 105. Вып. 1. С. 129-132.

Савинова И.Б., Пинский Э.М. Формы нахождения урана в разновозрастных гранитоидах Северного Казахстана // ЗВМО, 1973. Ч. 102. Вып. 3. С. 347-354.

Ферсман А.Е. Цвета минералов. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1936. 159 с.

Хельвас И.Г., Грушкин Г.Г. О зональности отложения минералов на оловорудном месторождении Хинган // ЗВМО, 1974. Ч. 103. Вып. 6. С. 670-681.

Хокинг С., Млодинов Л. Кратчайшая теория времени. СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2006. 180 с.

Юдович Я.Э., Козырева И.В., Кетрис М.П. и др. Литохимия в действии: Погурей-2002 // Вестник ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. № 5. С. 23-30.