

УДК 552:553

О РУДНОЙ ПЕТРОФИЗИКЕ

Статья В. М. Шарафутдинова и И. М. Хасанова в № 4 «Вестника СВНЦ ДВО РАН» за 2006 г. с пространным и многообещающим названием «Пространственные и генетические связи аномальных петрофизических зон, рудной минерализации и глубинной субвертикальной зоны повышенной электропроводности в пределах Наталкинского рудного поля» вызвала у меня серьезные вопросы. Уже само название статьистораживает, так как для широкого круга читателей, не связанных с проблемами металлогении северо-востока России, оно звучит как исследование рудных зон вообще, а не золоторудных, как это имеет место в действительности. Утверждение об обнаружении авторами пространственных и особенно генетических связей рудных минерализаций и поля с петрофизическими аномальными зонами равносильно утверждению о том, что решена проблема методов прямых петрофизических поисков рудных месторождений. Вся статья написана в таком плане, что по прочтении ее у читателя-геолога непременно возникнет иллюзорное представление о больших возможностях петрофизики (не геофизики!) в обнаружении рудных (золоторудных?) месторождений. Авторы, таким образом, перекидывают мостик и проводят параллель между возможностями петрофизики и геохимических методов опробования, роль которых в рудной геологии несопоставима.

Итак, авторы статьи анализируют численные массивы экспериментальных данных измерений плотности, магнитной восприимчивости, остаточной намагниченности и «среднего значения золота» (выражение авторов) образцов горных пород, взятых на поверхности, в руднике, в скважинах. Указанные экспериментальные определения физических свойств **всегда** выполняются с некоторой погрешностью. Поэтому для корректного изучения действительных изменений физических свойств в пространстве по образцам горных пород и тем более для научных выводов генетического характера необходимо прежде всего знать погрешность измерения физического параметра в точке, откуда взят образец, и погрешность интерполяции между точками наблюдения. Тогда реальные пространственные изменения параметра не спутать с теми, которые связаны с ошибками измерения и интерполяции. Рассматриваемые диапазоны изменений реальных параметров фи-

зических свойства должны быть значительно больше погрешности. Это типичный методический подход при экспериментальных исследованиях такого рода.

Однако в рассматриваемой статье отсутствует хотя бы единичное упоминание о проблеме **погрешности эксперимента**, что наводит на мысль о методической некорректности результатов, полученных авторами. Правда, в математической статистике существуют косвенные приемы оценки вероятных погрешностей, если выборки анализируемых данных представительны и имеют необходимый объем. Однако термины «вероятность» и «статистика» в статье упоминаются только один раз, когда речь заходит о «классификации» полученных данных с помощью некоего программного продукта, которому они передоверили решение научных вопросов. Математическую суть и содержание этого продукта авторы не раскрывают, ограничившись лишь ссылкой на опубликованные тезисы разработчиков алгоритма и программы.

По способу построения различают эмпирические и теоретические классификации. В статье используется первая из них. В ее основе должны лежать количественная обработка и обобщение опытных данных, фиксация устойчивых признаков сходства и различия, находимых индуктивным путем, систематизация и интерпретация полученного материала. Правильно составленная классификация должна отображать закономерности происхождения (генезиса) и развития классифицируемых объектов и связи между ними, служить основой для обобщающих выводов и прогноза. К сожалению, «классификации» петрофизических параметров в рецензируемой статье не отвечают ни одному из указанных требований.

В табл. 1 и 2 и на рис. 1–3 авторы рассматривают результаты по существу микрорайонирования Наталкинского золоторудного поля на поверхности и по разрезу на базе своей «классификации» образцов горных пород по плотности, магнитной восприимчивости, остаточной намагниченности и «средним значениям золота», определенным по первичным ореолам рассеяния. Если в основе «классификации» лежит «разбиение на однородные области (классы) с равными средними значениями...» изучаемых параметров (с. 3), то подобная «классификация» некорректна, так как одно и то же среднее значение параметра можно получить, усредняя измерения как в пределах все-

го диапазона изменения физических свойств горных пород на Земле, так и в весьма суженном интервале их изменения. Выделение «класса» по среднему значению параметра в этом конкретном случае невозможно. В ряде полученных авторами статьи «классов» среднее значение плотности, например, не меняется вообще, а средние значения остаточной намагниченности и магнитной восприимчивости между «классами» варьируют в пределах возможной погрешности их измерения. Понятия «классовый интервал», «классовая интервальная область», «диапазон классовых значений» вообще не обсуждаются. К какому, например, «классу» следует относить петрофизические параметры или «средние значения золота» в табл. 2, если эти «средние» (а в математике существует большое число разновидностей средних) не совпадают ни с одним из его значений в табл. 1 и 2? Такой подход не согласуется с теориями погрешностей наблюдений, математической обработки результатов наблюдений, с основами теорий математической статистики и вероятности и эмпирической классификации. Также неубедительны выводы, сделанные на основе анализа графиков М-образной формы распределения петрофизических параметров над рудными зонами и межзонным пространством (рис. 3), так как статистические оценки показывают, что такие пилообразные графики имеют явные признаки случайного распределения большинства физических характеристик (например, согласно критерию Бьенмэ).

В связи с изложенным неясно, какую же роль играет в данной работе столь сомнительно выполненная «классификация» и какие выводы о закономерностях пространственного распределения золота и генезисе золоторудных месторождений можно сделать на основе «классификации» петрофизических параметров в табл. 1. Но, может быть, «классификационная» табл. 2, в которой приведены «средние значения золота», но отсутствует оказавшийся вдруг ненужным столбец остаточной намагниченности, является обучающей? Увы, петрофизические «классы» табл. 1 и 2 не имеют ничего общего между собой. Тем более не могут иметь ничего общего с «классами» табл. 2 аналогичные «классы» петрофизических параметров, если их выделить на месторождениях юга Яно-Колымской складчатой системы – Лунное, Утиное, Дукал и др. Об этих месторождениях, которые находятся в совершенно иных геологической и геофизической обстановках, авторы пишут на с. 5, но вряд ли правомерно говорить о близких к Наталкинскому месторождению «закономерностях» в распределении петрофизических параметров, выявление которых неубедительно, и в характере геофизических полей. Вызывает сомнение наименование «закономерность», кото-

рое они используют для характеристики некоторых частных особенностей пространственного распространения петрофизических параметров, осложненных соизмеримыми с ними по величине погрешностями их определения. А общие рассуждения о «закономерностях» в характере геофизических полей уже неприемлемы в интерпретации данных рудной геофизики, которая на современном этапе должна быть количественной, расчетной и давать структурно-вещественную информацию о природе геофизических аномалий.

В статье проблема соотношения петрофизических исследований и результатов количественной интерпретации геофизических данных поставлена также не совсем корректно. Результаты определения физических свойств горных пород следует использовать не как самостоятельный метод изучения (что практически неосуществимо), а как вспомогательный для определения природы аномальных тел при количественной интерпретации геофизических аномалий. Ведь если путем измерения физических свойств образцов выделяются действительно реальные аномальные петрофизические зоны, как это желают представить авторы статьи, а не фиктивные, связанные с погрешностями измерения и интерполяции, то в качестве значимых петрофизических неоднородностей они должны выделяться и в виде аномалий геофизических полей. Анализ пространственной связи петрофизических неоднородностей с геофизическими аномалиями в статье отсутствует.

Ждать однозначного ответа от петрофизических измерений на вопрос о существовании или отсутствии петрофизической неоднородности весьма трудно не только из-за погрешностей измерений. Даже весьма точные измерения физических свойств, но выполненные для двух половинок одного и того же образца, дадут разные результаты. Определения магнитной восприимчивости могут отличаться на порядок. Различаются даже результаты измерения плотности кристаллических горных пород, выполненные прецизионным пикнометрическим способом, поскольку горная порода образована минералами разной плотности. Измерения плотности однотипных осадочных пород дают не совпадающие результаты из-за разной степени их диагенеза, метаморфической, гидротермальной переработки, обводненности или промерзания. Безусловно влияние на плотность любых пород степени выветрелости образца. Геофизические исследования в отличие от петрофизических фиксируют «обобщенные» реальные петрофизические аномалии.

Физическая характеристика именно *породы* представляет собой величину осредненную и специфичную для каждого конкретного иерархического уровня объекта изучения – геологического тела, формации и т. д. Именно по этой причине

результаты петрофизических исследований конкретной породы обязаны содержать информацию о минимальном, максимальном и некоем среднем значении измеренных физических параметров и о числе измеренных образцов, т. е. об объеме выборки. Но такого принципа авторы в своей статье не придерживаются. Возможно, что одной из причин их отказа от общепринятого подхода к представлению результатов изучения физических свойств горных пород и выбора исключительно «среднего» в качестве характеристики «класса» является то обстоятельство, что некоторые суждения авторов базируются не на результатах изучения выборки, а на измерении единичного образца, например, керна.

Средняя физическая характеристика изменяется в зависимости от представительности выборки, равномерности отбора образцов не только на дневной поверхности, но и во всем изучаемом объеме, в котором располагаются изучаемые петрофизические неоднородности. Но если для выявления объемных петрофизических неоднородностей и рудного прогноза на их основе необходимы высокзатратные бурение, проходка рудников и шахт и т. д. без какой-либо гарантии успеха, то такая петрофизическая методология поисков и разведки золоторудных месторождений не имеет перспектив. Зачем искать какие-то сомнительные опосредованные связи золоторудных месторождений с особенностями пространственного распределения физических характеристик горных пород, когда можно определить содержание золота непосредственно по образцам, предназначенным для изучения физических свойств? В конце концов существенные петрофизические неоднородности на глубине призвана выделять геофизика, использующая методически обоснованные и экономически целесообразные дистанционные подходы.

В общем контексте статьи не представляется логичным рассмотрение глубинных данных МТЗ, которые выглядят здесь чужеродными. А некоторые интерпретационные выводы авторов создают у читателя превратные представления о структуре и физических свойствах золоторудного поля. Так, на с. 10 авторы утверждают, что «сульфидизация и графитизация объясняют пониженное сопротивление верхней части зоны...». Под верхней частью зоны понимается приповерхностная золоторудная зона месторождения Наталка. О ее пониженном электрическом сопротивлении идет также речь на с. 7 и 8 данной статьи. Однако месторождение золота разрабатывается в многолетнемерзлых породах с очень высоким удельным электрическим сопротивлением пород в десятки – сотню тысяч Ом · м, но этот факт не принят во внимание авторами. Высокое в действительности электрическое сопротивление многолетнемерз-

лых пород этой зоны (обратное авторы не показали) говорит о том, что вклад сульфидизации и графитизации в удельное электрическое сопротивление пород ничтожен, практически нулевой. Что же касается глубинных зон пониженного электрического сопротивления, то они существуют повсеместно, чередуясь с зонами повышенного сопротивления. Но обязательное, закономерное тяготение приповерхностных золоторудных полей к первым из них авторами не доказано, так же как и обязательное отсутствие золоторудных месторождений в пределах глубинных зон повышенного сопротивления.

Вряд ли необходимо обращение авторов статьи из петрофизики в область физики минералов в виде достаточно вольно составленной по литературным источникам табл. 3, неточно названной «Петрофизические параметры минералов рудного поля». Петрофизическими эти параметры не могут быть никак, поскольку это физические параметры минералов, а не пород. Принадлежность параметров к породам обозначается частью сложного слова «петро». Табл. 3 дает возможность авторам статьи высказать мнение о влиянии указанных в ней минералов на физические свойства горных пород Наталкинского золоторудного поля, что представляется некорректным, так как надо не говорить, а рассчитывать это влияние. И тогда окажется, например, что ураганное содержание золота в породе 100 г/т приведет к увеличению плотности золоторудной породы на величину, меньшую плотности воздуха. Поэтому рассуждения и выводы в статье, касающиеся табл. 3, тривиальны и не содержат новой научной информации.

Материал статьи не предоставляет возможности формулировать обобщения о существовании обещанных «пространственных и генетических связей», поскольку о «генетических связях», как их понимают большинство исследователей, в статье речь не ведется.

В статье присутствуют неточные определения. Я уже писал, что за словами «закономерность», «пространственные и генетические связи», «классификация» и другими, столь часто повторяемыми в статье, нет доказанного реального содержания. На с. 4 авторы пишут о «температурном потоке». Температура не может «течь», такого понятия в физике нет. На с. 5 говорится о «чередовании локальных аномалий сопротивления и проводимости». Но аномалии электрического поля характеризуются в понятиях либо большего-меньшего электрического сопротивления, либо меньшей-большей проводимости. Их противопоставление некорректно. Как единица измерения удельное электрическое сопротивление равно обратной величине проводимости. В условных обозначениях к рис. 1, II авторы неверно называют изолиниями магнитной восприимчивости кривые, отноше-

ние которых к изолиниям весьма спорно. Неоправданно отнесение всех минералов 3-й группы в табл. 3 к рудным (в этот раз, по-видимому, не к золоторудным), так как кварц, например, всегда считался породообразующим минералом.

Двусмысленны и непонятны другие формулировки и высказывания авторов. Например, непонятна фраза (с. 7): физико-химические процессы, «кроме образования рудных тел, оказывают *необратимое* воздействие на петрофизические параметры окружающего геологического пространства» (курсив мой. – Ю. В.). Как это понять и есть ли обратимое воздействие? Или: «аномальное распределение ПФП» (ПФП – петрофизические параметры) «...является индикатором общего процесса рудного минералообразования». А там, где отсутствуют указанные процессы, но «аномальные» распределения ПФП обнаружены, его роль как индикатора рудного минералообразования исчезает? Тогда какой же это индикатор? И что такое вообще «аномальное» и «неаномальное» распределение ПФП? И о каких «аномалиях» идет речь – положительных, отрицательных или каких-то иных?

Все сказанное и многое оставшееся «за кадром» позволяет мне со всей определенностью сделать заключение, что статья В. М. Шарафутдинова и И. М. Хасанова весьма дискуссионна.

Поступила в редакцию 19.03.2007 г.

По этой же причине неосновательны выводы авторов о ее прикладном значении. Наверное, в рамках данной работы авторы могут заключать хозяйственные договоры и иные выгодные финансовые соглашения с производственными организациями и фирмами, но это уже коммерция, а не наука. Публикаций облегченного относительно науки содержания в настоящее время немало – они завораживают умы непрофессионалов ссылками на компьютерные программы, которые якобы способны самостоятельно решить научные проблемы и, таким образом, создают ложные представления у геологов и других заинтересованных лиц о возможностях рудной петрофизики и геофизики.

Я не стал бы уделять столь большое внимание данной работе. Но замечания по ее поводу были высказаны мной В. М. Шарафутдинову и И. М. Хасанову на стадии предварительного обсуждения на секции ученого совета института. Поскольку авторы, тем не менее, опубликовали свою работу, научный спор превратился в принципиальные разногласия, которые должны быть разрешены в ходе научной дискуссии.

Ю. Я. Ващиллов, Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан. E-mail: vashchillov@neisri.ru

ON THE ORE PETROPHYSICS

Yu. Ya. Vashchillov

Discussing the article «Spatial and Genetic Relationships Between the Areas of Anomalous Petrophysical Characteristics, Ore Mineralization and a Deep High-Conductive Subvertical Zone within the Natalka Lode Area» by V. M. Sharafutdinov and I. M. Khasanov, in: Вестник СВНИЦ ДВО РАН, № 4, 2006, с. 2–11.