ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Иванова Станислава Дмитриевича «ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГЕОБАРОТЕРМОМЕТРИИ И СМЕЖНЫХ ЗАДАЧАХ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 — «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Работа соискателя посвящена созданию нового компьютерного инструментария для широкого круга специалистов, занимающихся в геологической области знаний пересчетом и визуализацией геолого-петрологических и геохимических данных. Основной целью работы объявляется «...создание программного пакета, объединяющего в себе справочную информацию о методах обработки петролого-геохимических данных, их алгоритмы и инструменты выполнения расчетов».

Следует отметить, что одновременно с развитием компьютерных технологий и, главным образом, с широким распространением персональных компьютеров, научное сообщество смогло сделать широкий шаг вперед не только в части обработки и осмысления огромного количества аналитического материала, но и получило возможность верификации различных идей и гипотез с применением достаточно сложного математического аппарата. Это позволило, если говорить только о геологической отрасли, во многих случаях перейти от качественных, порой умозрительных оценок геологических процессов и явлений к количественному обоснованию их моделей и механизмов реализации в природе. Эти достижения помогли выйди на новый уровень изучения, в частности, процессов минералообразования, привнеся в это направление «меру и число».

За прошедшие примерно 30 лет с момента массового распространения компьютерных технологий, появилось немало компьютерных прикладных программ петролого-геохимической и минералогической направленности (большая часть перечислена в работе соискателя), которые в разной степени помогают решать те или иные задачи. Абсолютное большинство этих программ было создано специалистами-энтузиастами, каждый из которых реализовал свое понимание формы представления научному сообществу компьютерного продукта. Часть авторов ограничилась только локальным распространением своих разработок в узком кругу специалистов, другая часть разработчиков программ предоставила не только возможность их скачивания с каких-то серверов, но и следила за актуализацией данных, время от времени обновляя версии программ в связи с появлением новых операционных систем и т.п. Очевидно, что такое разнородное представление и нестабильное дальнейшее сопровождение программных продуктов не могло не вызвать затруднений у

конечного пользователя. Соискатель своей работой предлагает устранить эту техническую проблему путем унификации и организации петролого-геохимических инструментов в единый пакет, предоставляемый в виде Web-сервиса. Такая задача актуальна, предлагаемый сервис имеет все шансы быть широко востребованным геологическим сообществом.

Представленная соискателем работа является самостоятельной, и без преуменьшения — новаторской разработкой, дающей возможность исследователям расширить арсенал используемых методов изучения пород и минералов и облегчить получение разных численных и графических их характеристик.

Диссертация состоит из «Введения» и четырех глав, две первые из которых предоставляют читателю достаточно полные сведения о компьютерных системах обработки петролого-геохимических данных и знакомят с авторскими представлениями о возможности организации интерактивного реестра методов обработки этих данных на основе технологии вики. Третья глава посвящена практической реализации предложенных возможностей при решении задач геотермобарометрии. Четвертая глава диссертационной работы раскрывает возможности авторской системы идентификации минералов по результатам химического анализа. Каждая из глав имеет четкую внутреннюю рубрикацию и краткие, исчерпывающие выводы. Завершают диссертацию заключение о работе в целом, а также список цитированной литературы и материал приложений.

В представленной работе соискатель не только обосновал идею геолого-петрологического Web-сервиса, но и продемонстрировал ее реализацию, создав соответствующий Интернет-ресурс: pin.ifz.ru.

Необходимо сказать, что на указном ресурсе соискателем реализовано решение более широкого круга петрологических задач, хотя в диссертации сделан акцент только на двух их них, а именно:

1) реализации методов геотермобарометии в интерактивном реестре, основываясь на компьютерной программе TPF (Фонарев и др., 1991).

2) идентификация минерального вида по данным химического анализа на основе применения метода нечетной логики (Заде, 1979).

Нельзя не приветствовать такую конкретизацию материала диссертации, т.к. это дало возможность диссертанту глубже осветить суть решаемых задач и целенаправленно обсудить возникающие проблемы и пути их решения. Но в то же время (уже предъявляя требования к пользователю сервиса!), нельзя сказать, что эти две задачи абсолютно органично связаны друг с другом, т.к.

пользователь, не способный самостоятельно идентифицировать минерал, вряд ли будет способен правильно использовать методы геотермобарометрии. Следует добавить, что ошибочная идентификация минералов, при отсутствии у пользователя возможности критической оценки выданных результатов, вызовет цепную реакцию последующих ошибок в части решения термобарометрических задач. Из сказанного не следует, что вторая из вышеобозначенных задач является излишней: она имеет вполне прикладное значение и может освободить геологов широкого профиля от значительного объема рутинной работы.

Как это встречается практически в любой работе с широким охватом решаемых задач и проблем, есть определенные недоработки или неточности, или, по крайне мере не ясные моменты, на которые хотелось обратить внимание.

Не совсем понятно, почему диссертант ограничился делением методов обработки петролого-геохимических данных на две группы (глава 1, стр. 12), дающих «на выходе» «качественный» (графический) и «количественный» (числовой) результат. Во-первых, очевидно, что визуализация происходит уже после получения числовых характеристик. Во-вторых, что много важнее, такое формальное деление методов обработки данных, мне кажется, помешало рассмотреть их через призму наличия или отсутствия у разных методов критериев внутренней верификации результатов. А применительно к задачам современной геотермобарометрии, где существует выбор иногда альтернативных методов расчета искомых параметров, это принципиально важный момент, который, в общем-то, делит современных специалистов на две дискутирующие между собой группы.

При обзоре термобарометрических программ нет упоминания о достаточно популярной в свое время компьютерной программе, содержащей набор геосенсоров, GeoPath Л.Л.Перчука с соавторами, учитывая, что среди отечественных разработок получивших распространение других и не было, кроме рассмотренной в диссертации TPF.

Не совсем точно в разделе 1.4 характеризуются некоторые компьютерные программы как нацеленные на «.определение слагающих породу минералов по результатам валового анализа». Указанные программы, например, MODAN, ориентированы на расчет баланса масс, чтобы по валовому химическому составу породы определить в ней мольные доли минералов заранее заданного известного состава.

По поводу реализации возможностей компьютерной программы TPF (Фонарев и др., 1991) хотелось бы отметить следующее. Сильная сторона этого программного продукта заключается в наличии в ней около 375 модификаций

уравнений, % из которых приходится на барометры и термометры. Даже простое восстановление этого банка данных геосенсоров в современных стандартах IT, уже заслуживает одобрения, а при должном наполнении это банка инструментами, появившимися за последние 10-15 лет и соответствующем представлении научному миру, это будет заметное отечественное достижение.

Надо сказать, что компьютерная версия TPF (Фонарев и др., 1991) практически лишена недостатков, характерных для значительной части прикладных геологических программ, основное из которых - слабое предоставление справочной информации по методам расчета. Ее достоинства:

- программа позволяет удобно (с визуализацией) выбирать минеральные составы из набора составов минералов (что, кстати, менее удобно реализовано в Web-приложении);

- в зависимости от имеющегося минерального парагенезиса сразу определяет список подходящих геосенсоров (нет в Web-приложении);

- при расчете величин температуры и давления в строке вывода специальным знаком и текстовым примечанием указывает на условия применимости того или иного уравнения расчета (нет в Web-приложении);

Имея опыт работы с программой TPF, еще реализованной на ЕС на магнитных лентах, не могу сказать, что документация к программе была недостаточной. Также стоит добавить, что все используемые программой уравнения для расчетов приводятся в виде отдельных файлов формата ASCII-файла.

Подробное перечисление достоинств компьютерной версии TPF сделано с целью обратить внимание диссертанта на необходимость сохранения этих безусловно положительных сторон программы и, надеюсь, что это будет учтено при дальнейшем развитии ее в виде Web-приложения.

Хочу подчеркнуть, что имеющиеся сейчас недостатки в реализации TPF в виде Web-сервиса не влияют на мое однозначно положительное отношение к проделанной диссертантом работе, надеюсь, что эта работа продолжится, по возможности, с учетом вышесказанных замечаний.

По модулю идентификации минералов есть также ряд замечаний общего и частного характера.

Диссертантом использованы ограниченные апробированные наборы правил для идентификации минералов по их химическому составу. Представляется, что при добавлении в систему новых правил (или

модификации старых) будет необходима повторная верификация ранее полученных результатов. Например, если предложенная экспертная система «умеет» четко разграничивать элементы двух пересекающихся множеств «А» и «Б», ее эффективность будет удовлетворительна, пока не появится множество «С», которое может включать некие подмножества, с областями перекрытия значений множеств «А» и «Б». Следовательно, с момента дополнения экспертной системы новым правилом для минерала множества «С», часть ранее идентифицированных минералов из множеств «А» и «Б» подлежит пересмотру. Поэтому, с мой точки зрения, следует использовать предложенный метод идентификации минералов, только имея сразу максимально большой набор правил, эффективность которых доказана, т.е. сразу протестировав ее работоспособность, используя широкий круг минералов. Учитывая, что сейчас известно более 5 тысяч минералов, серьезная экспертная система идентификации минералов должна оперировать сопоставимой тестовой базой данных химических составов. Сомнительно, что правила, основанные только на теоретических формулах минералов, будут эффективны для идентификации реальных минералов. В любом случае, экспертная система должна предоставлять пользователю возможность ознакомиться с тестовой базой минеральных составов.

Попытка использовать предложенный Web-сервис по идентификации минералов показала ее серьезные недоработки, например: система определяет гранаты и ортопироксены, как клинопироксены, не может определить биотиты, калиевые полевые шпаты, амфиболы и т.д. Нельзя при этом считать, что большая часть не идентифицированных минералов сложна для химической идентификации. Потому, следует сказать, что диссертанту скорее пока удалось показать потенциальные возможности предложенной системы идентификации минералов, применив ее для конкретного набора минеральных парагенезисов, а не разработать инструмент, которым всем можно безоговорочно пользоваться. Но, поскольку диссертант обсуждает и предлагает в работе именно один из возможных подходов, а не полностью законченную экспертную систему по идентификации минералов, то стоит согласиться, что для решения конкретной задачи (геобарометрия по парагенезисам фенгита) это им успешно реализовано.

Защищаемые положения в работе приводятся в соответствии логикой проделанной работы полно и убедительно. Некоторой редакционной правки, возможно, требует третье защищаемое положение, в котором из-за отсутствия сказуемого не вполне читается смысл фразы. Несмотря на это, все защищаемые положения наглядно демонстрируют, что диссертант многосторонне и оригинально рассмотрел современное состояние дел в области обработки больших объемов аналитических данных и предложил возможные пути движения вперед.

Диссертация написана хорошим языком, оформление ее заслуживает высшей похвалы. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы. Основные положения диссертационной работы получили должное научное освещение в публикациях требуемого уровня. Рецензируемая работа соответствуют требованиям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для ученой степени кандидата наук, а ее автор Иванов Станислав Дмитриевич заслуживает ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 — «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Официальный оппонент
Заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук (ИГГД РАН)
доктор геолого-минералогических наук

04.04.2017г. Шаукет Каимович Балтыбаев

199034, Санкт-Петербург,
Наб. Макарова, д. 2. ИГГД РАН
Тел. сл. 8-812-3284701,
Е-мейл: sb@ipgg.ru

Автор отзыва дает согласие на включение и обработку своих персональных данных для целей, связанных с работой диссертационного совета.

ПОДПИСЬ Ш.К. Балтыбаев ЗАВЕРЯЮ
Пом. директора ИГГД РАН
(подпись)
"04" апреля 2017 г.