

Отзыв на автореферат диссертации К.С. Непеиной

«Сейсмоэлектромагнитный мониторинг современных геодинамических процессов литосферы Северного Тянь-Шаня»,

представленной на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Работа основана на гипотезе П.Н. Александрова, согласно которой при хрупких деформациях горных пород, вызванных развитием современных геодинамических процессов, формируются источники эндогенных полей (электромагнитного и сейсмического). В связи с этим, автор разумно и корректно формулирует **цель работы**: «Разработка сейсмоэлектромагнитного мониторинга современных геодинамических процессов литосферы Северного Тянь-Шаня на основе исследования электромагнитного и сейсмического полей эндогенного происхождения».

Научная новизна диссертации не вызывает сомнений, так как до текущего момента не было проведено комплексных исследований по совместному мониторингу электромагнитного и сейсмического полей. Кроме того, не была в полной мере исследована корреляция наблюдаемых полей с лунно-солнечными приливами и землетрясениями.

Работа имеет не только теоретическое, но и **практическое значение**. Последнее состоит в решении важнейших задач:

- уточнения сейсмического режима исследуемого региона,
- мониторинга геодинамической активности и
- прогноза землетрясений.

При дальнейшем развитии, данный подход может быть применен и для других сейсмически активных зон.

Достоверность результатов определяется применением современных и проверенных: геофизической аппаратуры, методики измерений и математической обработки данных. Помимо этого, автором был изучен большой объем материала по сейсмической обстановке региона, что позволило выбрать наиболее удачные точки для последующего мониторинга сейсмических событий.

К.С. Непеина принимала **личное участие** на всех этапах настоящего исследования, начиная от экспериментов по совместной регистрации полей в сейсмоактивных районах Северного Тянь-Шаня и заканчивая систематизацией, обработкой и анализом экспериментальных данных, полученных за последние несколько лет. Безусловно, положительным моментом является представление автором результатов по теме исследования на множестве конференций, в том числе, – международных. Необычным для кандидатской диссертации является список публикаций соискателя. По уровню журналов и по количеству рецензируемых статей публикационная активность соискателя существенно превышает требования ВАК и большинства диссоветов, организованных по новым правилам.

К недостаткам работы можно отнести следующее.

1. Недостаточная характеристика понятия «источники геофизических полей эндогенного происхождения»; в автореферате не указаны глубины этих источников (указан лишь косвенный признак – частота ЭМ поля). В то же время, как известно, ЭМ поле ПОЛНОСТЬЮ определяется своими источниками и вихрями, т.е., особенностями поля. Возникает вопрос: нельзя ли решить обратную задачу по локализации особенностей?

2. Не рассмотрены (даже гипотетически) механизмы возникновения электромагнитного поля в результате деформации горных пород – механо-электрической конверсии. Потенциальных кандидатов на первый взгляд – немного: сейсмо-электрический эффект второго рода, связанный с электрокинетикой и пьезоэффект. Мы предложили бы автору внимательно посмотреть многочисленные труды по электрокинетике применительно к геофизике: В.В. Кормильцева (работы Валерия Викторовича 1980-х – 2000-х г.г., которые существенно опередили мировой уровень в то время), А. Revil и его учеников, В.В. Губатенко, Б.С. Светова, П.Н. Александрова, S. Garambois и др. Особое внимание обращаем на блестящую теоретическую статью Стивена Прайда (Steven Pride, 1993, Governing Equations... JGR).

3. В разделе «Степень разработанности» сказано «Относительные изменения удельного сопротивления горной породы зависят от ее структуры, водонасыщенности и других факторов, и в некоторых типах пород могут в несколько десятков, сотен и тысяч раз превышать относительные значения вызвавших их деформаций». Нам этот факт не известен. Если это действительно так, то необходимы подробности, т.к. в этом случае мы имеем дело с крайне интересным и важным явлением. В то же время, мы должны отметить следующее:

а. Электропроводность пористой среды зависит от электропроводности поровой воды, σ_w , параметра пористости, $F = \varphi^{-m}$, (где φ – пористость, m – первая экспонента Арчи) и поверхностной проводимости, σ_s :

$$\sigma = \frac{1}{F} \sigma_w + \left(1 - \frac{1}{F}\right) \sigma_s.$$

Это выражение – модифицированный закон Арчи (1941) – впоследствии было обосновано теоретически на основе теории эффективной среды (Johnson et al., 1986). Оно подтверждено многочисленными экспериментальными данными.

б. Использование здесь второго закона Арчи для частично водонасыщенных пород – излишне, когда источники находятся ниже уровня подземных вод. (Впрочем, обобщение несложно сделать.)

в. Электропроводность раствора изменяется мало. Вряд ли можно предположить более чем двукратное ее изменение, хотя и для этого нет оснований. Поверхностная проводимость зависит от глинистости, т.е. от емкости катионного обмена (ЕКО) и удельной поверхности (УП) пород. ЕКО может изменяться в результате выветривания и гидротермальной переработки – вряд ли это – наш случай. Удельная поверхность – в результате «спекания» пород, т.е. при метаморфизме. Вновь, вероятно, не наш случай.

г. Последний фактор – пористость. Среднее значение экспоненты Арчи для горных пород составляет два. Десятикратное изменение электропроводности есть следствие трехкратного изменения пористости. Таким образом, чувствительность электропроводности к пористости – велика. Однако, несложно посчитать к каким изменениям пористости

приведет 10-ти, 100 и т.д. кратное изменение электропроводности. Сомнительно столь сильное изменение пористости, т.к. оно – необратимо, а следовательно, мы имеем дело фактически с измененными осадочными породами. Да и остаются ли они после этого осадочными?

д. В то же время есть ряд работ по изучению зависимости электропроводности песчаников от приложенного одноосного напряжения, которые следовало-бы пересмотреть в связи с этим вопросом, что мы и рекомендуем сделать автору.

Сделанные многочисленные замечания вызваны, скорее, не недостатками работы, а интересом, который она вызвала у рецензентов. Считаем, что работа превышает требования к кандидатским диссертациям. В ней аргументированно доказаны все защищаемые положения, она, безусловно, имеет научную и практическую ценность. Работа соответствует специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Считаем, что автор, Ксения Сергеевна Непеина, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Константин Владиславович Титов,

199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9,

Тел. +79213039425

e-mail: k.titov@spbu.ru

Зав. кафедрой геофизики

Санкт-Петербургского государственного университета,

профессор, доктор геолого-минералогических наук.

Я, Титов Константин Владиславович, согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки России.

Емельянов Вячеслав Ильич,

199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7–9,

Тел. +79992047140

e-mail: emelyanovslava@gmail.com

инженер-исследователь НИЧ Института наук о Земле

Санкт-Петербургского государственного университета.

Я, Емельянов Вячеслав Ильич, согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки России.

7

К.В. Титов

В.И. Емельянов

Санкт-Петербург, 12 мая 2021 г.

В.

/