

Отзыв научного руководителя Яковлева А.Г. на диссертационную работу

Зорина Никиты Игоревича

«Измерение эффекта вызванной поляризации в теллурическом поле»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Соискатель Зорин Н.И. начал работу по теме диссертации еще при обучении в магистратуре отделения геофизики геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. После успешного окончания магистратуры в 2013 году Зорин Н.И. поступил в аспирантуру и продолжил работу в этом направлении.

На сегодняшний день методы магнитотеллурического зондирования (МТЗ) и вызванной поляризации (ВП) являются одними из ведущих в электроразведке. Метод МТЗ использует естественные электромагнитные поля Земли, нацелен на изучение удельной электропроводности горных пород и обладает очень большой глубиной. Метод ВП нацелен на изучение поляризуемости горных пород и является ключевым инструментом рудной геофизики. В классической постановке метод вызванной поляризации подразумевает гальваническое возбуждение и регистрацию электрического поля; в последние годы также активно идет разработка подходов к измерению эффекта ВП по данным зондирования становлением поля в ближней зоне. Однако, метод ВП с искусственным источником имеет существенное ограничение по глубинности, поскольку достижение необходимой для решения многих задач глубины исследования требует использования громоздких генераторов тока и больших полевых установок, что приводит к существенному удорожанию работ. В связи с этим уже многие годы активно обсуждается возможность использования естественного магнитотеллурического поля Земли для измерения эффекта ВП. К сожалению, до сегодняшнего дня магнитотеллурический метод вызванной поляризации (МТ-ВП) так и не нашел практического применения, а все ранее выполненные научные работы по этому направлению носят достаточно частный характер.

Перед соискателем стояли две глобальные задачи: понять, какие передаточные МТ функции наиболее информативны с точки зрения обнаружения эффекта ВП, а также повысить устойчивость и точность измерения выбранного параметра вызванной поляризации. Как научный руководитель диссертационной работы считаю, что Зорин Н.И. с честью справился с решением обеих этих задач.

Одна из основных проблем метода МТ-ВП – разделение индукционных и поляризационных эффектов. Естественным решением данной проблемы является использование достаточно низких частот, на которых изучаемые тела находятся в т.н. ближней зоне и индукционными искажениями от них можно пренебречь. Первый вывод диссертанта заключается в том, что в такой ситуации магнитное поле оказывается нечувствительно к геоэлектрическим свойствам изучаемых тел. Следовательно, вся информация о ВП находится в электрическом поле, и в качестве основной передаточной функции более разумно рассматривать не тензор импеданса (кажущееся сопротивление), а теллурический тензор. На мой взгляд, этот вывод достаточно очевиден, однако в предыдущих работах на данную тему он так и не был сформулирован. В качестве основного параметра, характеризующего эффект ВП, автор предложил использовать фазу эффективного значения теллурического тензора. Как показано в работе, такой выбор значительно повышает устойчивость метода, что было подтверждено с помощью численного моделирования и в ходе полевых экспериментов.

Современная аппаратура и программное обеспечение позволяет повысить точность измерения предложенного автором параметра ВП. Также существенный эффект дает использование дисперсионных соотношений (ДС) между спектральными компонентами измеряемой передаточной функции. Дисперсионные соотношения давно и широко применяются для повышения точности измерения компонент тензора импеданса, однако вопрос об их применимости к компонентам теллурического тензора в научной литературе ранее не освещался. В своей работе Зорин Н.И. показал, что для эффективного значения теллурического тензора ДС выполняются в большинстве сред, а их возможные нарушения носят строго определенный характер и, следовательно, могут быть идентифицированы.

Особенностью диссертационной работы Зорина Н.И. является ее лаконичность. В то же время автор выполнил значительное количество исследований, которые непосредственно примыкают к теме работы, но не были включены в текст диссертации. Например, Зорин Н.И. детально изучил возможность применения ДС ко всем основным методам электроразведки в частотной области и получил важные результаты, которые, очевидно, требуют дальнейшего развития и практического применения. Другое интересное направление исследований – изучение количественного влияния т.н. эффекта Максвелла-Вагнера на комплексное сопротивление мерзлых пород. Данное явление может создавать интенсивный эффект ВП в горных породах, однако только на частотах, значительно превышающих рабочий диапазон метода МТ-ВП, поэтому в тексте диссертации эффект Максвелла-Вагнера не рассматривается.

В ходе обучения в аспирантуре соискатель Зорин Н.И. активно участвовал в учебно-педагогической деятельности: читал лекции, проводил лабораторные занятия и осуществлял научное руководство по написанию курсовых работ. Зорин Н.И. также составил и подготовил к печати новое учебное пособие по методу вызванной поляризации. В этом методе существует проблема, заключающаяся в том, что многие авторы предлагают целый ряд различных параметров, характеризующих это явление. Зорину Н.И. удалось приближенно увязать все эти параметры между собой, что важно не только для проведения учебного процесса, но и для геофизиков-практиков.

В заключение хотелось бы выделить некоторые качества соискателя как научного работника. Во-первых, Зорин Н.И. зарекомендовал себя как настоящий ученый, который старается проникнуть в суть изучаемых явлений, демонстрируя при этом высокую эрудированность и умение работать с научной литературой. Во-вторых, соискатель выполняет свою работу с высокой степенью самостоятельности (мне как научному руководителю было достаточно лишь ставить самые общие задачи) и умеет отстаивать собственную позицию.

Я очень доволен проведенным исследованием и считаю, что диссертация Зорина Никиты Игоревича представляет собой полноценную научно-квалификационную работу, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры геофизических методов исследований земной коры
геологического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова

Яковлев Андрей Георгиевич

12.12.2017 г.

Москва, Ленинские горы, дом 1, тел. 8 (985) 922-28-36,
e-mail: mail@nw-geophysics.ru

