

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ Том I



GEO *Eurasia*
2020

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА**

**ГеоЕвразия-2020. Современные технологии
изучения и освоения недр Евразии.**

г. Москва, ЦМТ

3-6 февраля 2020

www.gece.moscow

УДК 550.8
ББК 26.343.1

Труды III Международной геолого-геофизической конференции и выставки «ГеоЕвразия 2020. Современные технологии изучения и освоения недр Евразии» Том I (III) [сборник]. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС», 2020. 249 с.: ISBN 978-5-6042986-3-3.

Сборник «Труды III Международной геолого-геофизической конференции и выставки «ГеоЕвразия 2020. Современные технологии изучения и освоения недр Евразии» представляет собой книгу тезисов докладов участников конференции и включает в себя три тома. Сборник состоит из глав, соответствующих секциям технической программы конференции.

В рамках проведения конференции были подняты вопросы развития и внедрения новейших решений и технологий в области поисков, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых и связанных с ними инженерных задач. Мероприятие послужило инструментом, позволяющим повысить конкурентоспособность предприятий, сформировать качественно новые технологии на базе отечественных компаний, повысить эффективность геологоразведочных работ, поднять уровень образования в данной сфере.

Отличительная черта конференции и сборника – комплексность обсуждаемых исследований и значительное количество докладов, авторами которых были представители крупнейших добывающих и сервисных компаний, производителей оборудования, а также представителей государственных структур, ВУЗов и научно-исследовательских институтов и центров.

Все тезисы представлены в редакции авторов.

Подготовлено к выпуску издательством ООО «ПолиПРЕСС» по заказу ООО «ГеоЕвразия».

ООО «ПолиПРЕСС»

170041, Россия, г. Тверь, Комсомольский пр-т,
д. 7, пом. II polypress@yandex.ru

ООО «ГеоЕвразия».

117198, г. Москва, ул. Островитянова, д. 5,
корп. 2, кв. 100

Все права на издание принадлежат
ООО «ГеоЕвразия».

© ООО «ГеоЕвразия», 2020
© ООО «ПолиПРЕСС»

Влияние магнитного поля Земли на установление электрического тока в геологической среде по экспериментальным данным

Могилатов Владимир Сергеевич¹, Потапов Владимир Владимирович¹,

Шеин Александр Николаевич¹, Гурьев Владимир Андреевич²

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, Новосибирск

²Новосибирский государственный университет

Введение

Токи, возникающие в геоэлектromагнитных полях, взаимодействуют с магнитным полем Земли вследствие эффекта и силы Лоренца. Как известно, сила Лоренца проявляется в воздействии стороннего магнитного поля на движущиеся заряженные частицы и, следовательно, на электрический ток [см. Ландау и Лифшиц, 2015]. Сила направлена поперек магнитному полю и поперек направлению движения заряженных частиц (поперек току). Это весьма реальный физический феномен. Если электрический ток заключен в линейный проводник (т.е. в провод), то сила Лоренца передается на тело проводника, и именно поэтому вращаются наши стиральные машины. Если проводник достаточно объемный (проводящий «брусок»), то возникает поперечная к направлению стороннего магнитного поля и к направлению тока электродвижущая сила. В этом случае мы говорим об эффекте Холла [Кучис, 2015]. Наконец, в неограниченном проводнике (проводящая геологическая среда) также возникает поперечная ЭДС, если есть какие-то токи (природные или искусственные), а стороннее магнитное поле есть всегда – магнитное поле Земли. Проблема состоит только в установлении реального проявления этого фактора в геоэлектromагнитных зондированиях. Самый первоначальный анализ показывает, что это может проявляться в эффективной анизотропии проводимости горных пород, вызванной силой Лоренца и эффектом Холла. Понятно, что эффект весьма слаб, поскольку до сих пор не обнаруживался и не обсуждался (за исключением наших же предположений о возможных проявлениях эффекта в электроразведке [Могилатов, 2013]). По нашему мнению, наиболее подходящей экспериментальной основой для обнаружения влияния магнитного поля Земли на сигналы в геоэлектрике является метод зондирования становлением электромагнитного поля (ЗС), как наиболее чувствительный

Метод

Предлагается простая экспериментальная схема (рис. 1б). На выбранном участке с ровной поверхностью и горизонтально-слоистым разрезом (насколько это известно) располагается источник – токовая петля с импульсным возбуждением. Дополнительный, «холловский» сигнал регистрируется радиальной приемной линией при четырех одинаковых ее положениях относительно петли. В то же время при таком положении приемных линий нормальный сигнал становления, как известно, отсутствует, так же, как и сигнал вызванной поляризации (ВП).

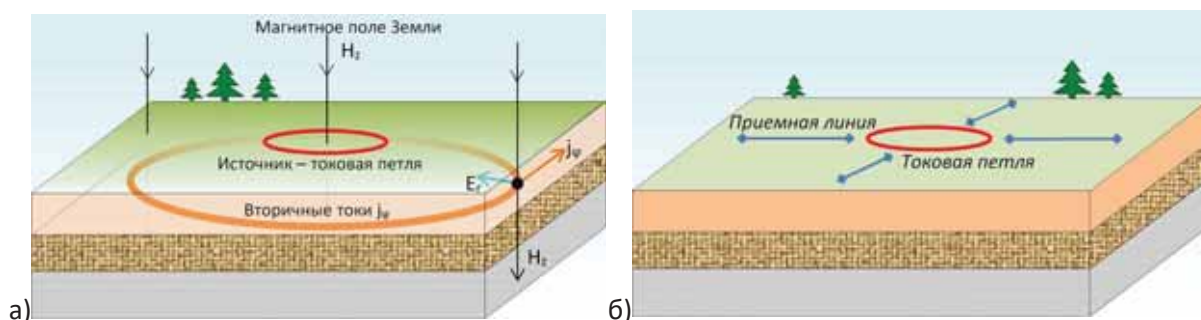


Рис 1. Появление холловской напряженности электрического поля (а) и экспериментальная установка (б).

Идея проста, но специалисту понятно, что мы предлагаем схему метода чистой аномалии, которая всегда содержит массу подводных камней. Любое нарушение геометрии установки или горизонтальной однородности разреза приведет к появлению значительных сигналов, возможно, превышающих искомые. Заверяем читателей, что мы имели в виду эту проблему при проведении полевых экспериментов, и мы будем обсуждать это ниже. Однако сразу укажем на весьма важный критерий, который поможет установить природу сигналов. Искомые сигналы, связанные с магнитным полем Земли, во всех четырех линиях должны быть одинаковыми в силу симметрии, в то время как все мыслимые нарушения дадут совершенно различные сигналы в четырех разнонаправленных приемных линиях. Это кажется очевидным, но мы продемонстрируем это посредством трехмерного математического моделирования.

Подготовка эксперимента

Место проведения экспериментов. Необходимо добиться минимизации влияния всех факторов, которые могут исказить искомый сигнал. После рекогносцировочных выездов было выбрано место в Татарском районе Новосибирской области. Местность характеризуется ровным рельефом. По априорным данным предыдущих геологических и геофизических исследований район работ очень близок к горизонтально-слоистому разрезу. Ближайший поселок удален на расстояние 5 км и вблизи нет никаких промышленных объектов и высоковольтных ЛЭП. Таким образом, по предварительному анализу необходимые условия были максимально подготовлены. Кроме того, уже в ходе полевых работ уже нашими собственными электроразведочными средствами проверялась горизонтально-слоистая структура среды.

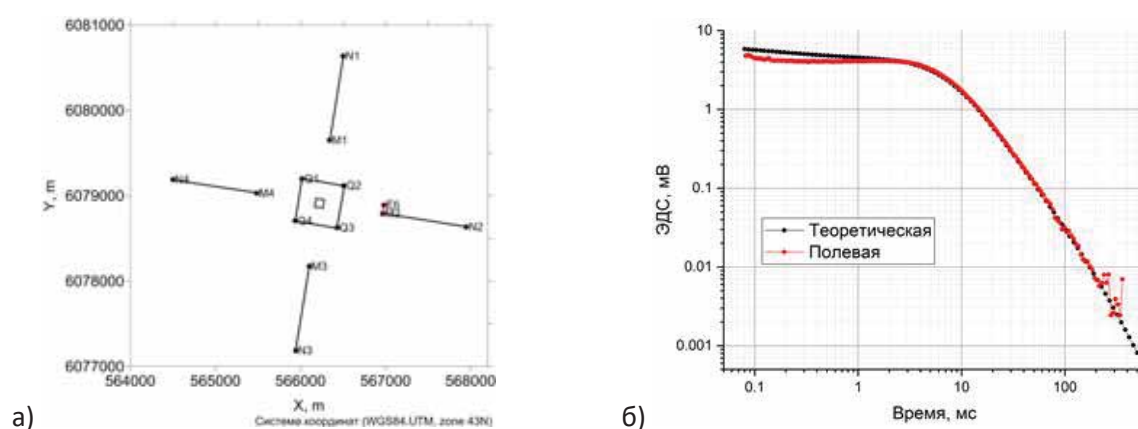


Рис 2. Установка (а) и сравнение полевого сигнала (E_{ϕ}) и рассчитанного (б).

Расположение элементов экспериментальной установки. Схема расположения всех линий и генераторной петли показана на рис. 2. Генераторная петля размером 500 на 500 метров. Все приемные линии расположены радиально, одинаково по отношению к петле и заземлялись неполяризуемыми электродами на расстоянии от центра 750 м и 1750 м. По мере условий на местности, мы постарались расположить петлю и приемные линии в направлениях север-юг и восток-запад. Расположение всех проводов на местности осуществлялось с использованием навигатора Garmin 64st, который обеспечивает точность позиционирования 1 м, поскольку работает с использованием как спутников GPS, так и спутников ГЛОНАСС, и при соблюдении некоторых условий.

Аппаратура. Измерения методом зондирования становлением (ЗС) осуществлялись двумя типами измерительной аппаратуры: 1) комплекс Цикл-7 (г. Новосибирск), 2) FastSnap (г. Иркутск).

Вспомогательные исследования и среда. Прежде всего, с помощью подготовленной для основного эксперимента генераторной петли (500х500м) и приемной петли (100х100м), были произведены соосные зондирования ЗСБ. Были произведены регистрации процесса становления двумя измерителями – Цикл-7 и FastSnap, которые дали одинаковый результат. Таким образом, мы получили как результат интерпретации соосных зондирований ЗСБ одномерную геоэлектрическую модель среды. Для среды, полученной как результат интерпретации соосных ЗСБ, мы можем рассчитать сигнал для короткой приемной электрической линии, перпендикулярной основной линии MN2 (схема на рис. 2а). Теперь сравним расчет с измеренным на практике сигналом (рис. 2б). Видно, что сигналы совпадают и это весьма удовлетворительный результат, подтверждающий адекватность наших электрических (от заземленных линий) измерений. Более того, мы подтвердили также интерпретацию сигнала ЗСБ, как сигнала в одномерной среде именно с определенными выше параметрами, поскольку используем теперь сигналы (полевой и теоретический) на значительном удалении от центра петли (750м).

Результаты

Измерения сигнала от радиальных линий проводились летом 2018 года и затем были повторены и расширены в 2019 году (кроме повторения прошлогодних измерений, эксперимент повторялся в другой точке, удаленной на несколько километров от первой). Показана повторяемость измерений и их устойчивость при переформировании и передислокации экспериментальной установки. Это весьма значительные сигналы в контексте электроразведки ЗС. На рис 3а приведены сигналы полученные на одном месте в 2018 и 2019 годах.

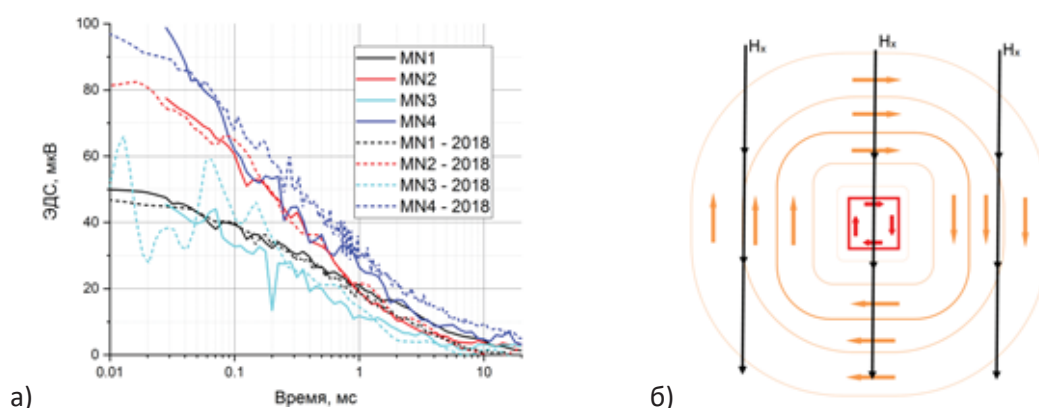


Рис 3. Сигналы 2018-2019 гг на 1А источника (а) и влияние горизонтальной компоненты магнитного поля Земли (б).

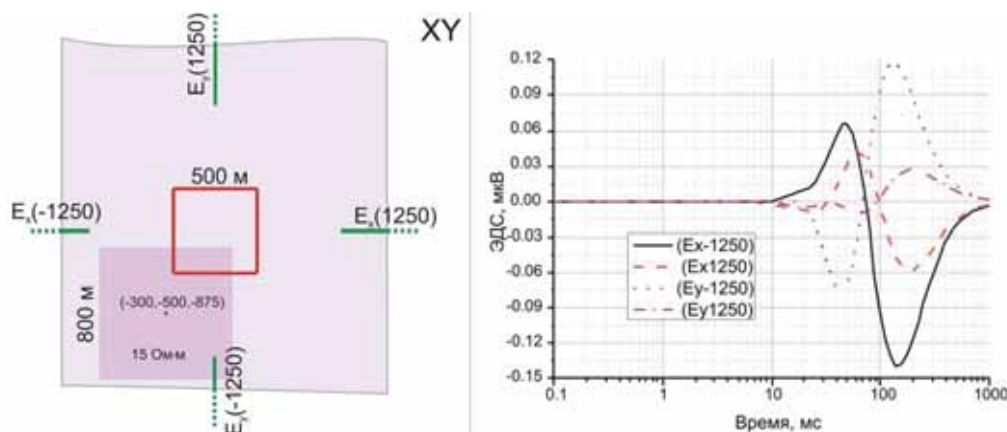


Рис 4. Сигналы в четырех линиях от неоднородности в среде. Трехмерное математическое моделирование.

Теперь мы укажем (помимо повторяемости и приведенных выше мер по выбору места и точности раскладки установки) на два основных аргумента в пользу геомагнитного происхождения наших сигналов. Во-первых, они все, со всех разнонаправленных приемных линий, примерно одинаковы. Одинаковы, конечно, с точки зрения электроразведки ЗС, в которой сигналы всегда капризны и подвержены многочисленным помехам. Мы провели многие численные и полевые эксперименты, моделируя различные нарушения в геометрии установки и горизонтальной однородности среды, и всегда это приводило к совершенно различным (со сменой полярности) сигналам в четырех разнонаправленных приемных линиях (например, рис 4). Только предлагаемый нами механизм (влияние магнитного поля Земли) объясняет появление одинаковых сигналов.

Однако можно заметить, что сигналы все же распадаются на две группы, причем, по географическому критерию. Сигналы от широтных линий (четных) больше, чем сигналы от линий, располагаемых в направлении «север-юг». Мы тут опять-таки находим объяснение во взаимодействии с магнитным полем Земли. Вертикальная компонента (превалирующая на наших широтах) обеспечивает примерно одинаковый сигнал, а горизонтальная компонента, направленная с севера на юг, не воздействует в соответствии с правилом лоренцевой силы на сигналы «широтных» линий и воздействует на сигналы меридианных линий (рис 3б).

Заключение

Проведены первые целенаправленные полевые исследования с целью обнаружения эффекта Холла в геологической среде, и эта цель, по предварительным данным и мнению самих исследователей достигнута. Достоверность полученных результатов подтверждена повторными измерениями, дополнительными экспериментальными исследованиями, анализом полученного материала на соответствие теории и математическим моделированием.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 17-05-00083.

Список литературы

Кучис Е.В. Гальваномагнитные эффекты и методы их исследования. Радио и связь, Москва. 1990.

Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. Наука, Москва. 1982.

Могилатов В.С. О влиянии геомагнитного поля на процесс установления токов в земле // Геофизика. – 2013. – т. 4. – С. 70-75.