

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И
ГЕОФИЗИКИ ИМ. А.А. ТРОФИМУКА
НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ РАН
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ
ГЕОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
НЕФТИ, ГАЗА И УГЛЯ**



ТРОФИМУКОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2019

**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ С УЧАСТИЕМ ИНОСТРАННЫХ УЧЕНЫХ**

Новосибирск, 7–12 октября 2019 г.



ББК 26.34
УДК 553.98
Т 762

Трофимуксовские чтения – 2019: Материалы Всероссийской молодежной научной конференции с участием иностранных ученых / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. – Новосибирск. 2019. 382 с. – ISBN 978-5-4262-0098-2 [doi: 10.18303/B978-5-4262-0098-2](https://doi.org/10.18303/B978-5-4262-0098-2)

Программный комитет

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: академик РАН Конторович А.Э., ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ: д.т.н. Ельцов И.Н., ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск.

ЧЛЕНЫ ПРОГРАММНОГО КОМИТЕТА:

академик РАН Верниковский В.А., НГУ, ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск
академик РАН Добрецов Н.Л., ИНГГ СО РАН, НГУ, г. Новосибирск
академик РАН Эпов М.И., ИНГГ СО РАН, НГУ, г. Новосибирск
чл.-корр. РАН Каширцев В.А., ИНГГ СО РАН, НГУ, г. Новосибирск
чл.-корр. РАН Конторович В.А., ИНГГ СО РАН, НГУ, г. Новосибирск
чл.-корр. РАН Кулаков И.Ю., ИНГГ СО РАН, НГУ, г. Новосибирск
чл.-корр. РАН Курчиков А.Р., Западно-Сибирский филиал ИНГГ СО РАН, г. Тюмень
чл.-корр. РАН Шурыгин Б.Н., ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск
д.г.-м.н. Гражданкин Д.В., ИНГГ СО РАН, НГУ, г. Новосибирск
д.г.-м.н. Сенников Н.В., ИНГГ СО РАН, НГУ, г. Новосибирск
д.г.-м.н. Лепокурова О.Е., Томский филиал ИНГГ СО РАН, г. Томск
д.э.н. Филимонова И.В., ИНГГ СО РАН, НГУ, г. Новосибирск
к.г.-м.н. Парфенова Т.М. ИНГГ СО РАН, НГУ, г. Новосибирск

Организационный комитет

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ: к.г.-м.н. Сурикова Е.С.

СЕКРЕТАРЬ: Гусева С.М.

ЧЛЕНЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА: Аюнова Д.В., Канакова К.И., Локтионова О.А., к.э.н. Мишенин М.В., к.г.-м.н. Фомин М.А., Хогоева Е.Е., Цибизова Е.В.

АДРЕС ОРГКОМИТЕТА Россия, 630090, г. Новосибирск, проспект ак. Коптюга, 3.
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН.

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ: ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука СО РАН

Самостоятельное неперIODическое локальное статичное научное сетевое электронное издание.
Системные требования: наличие на устройстве ПО для просмотра PDF-файлов.

© Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука СО РАН, 2019
Научное издание

УДК 550.371.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ХОЛЛА В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Гурьев Владимир Андреевич

*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,
г.Новосибирск, Россия, магистрант, v.gurev@gsu.nsu.ru*

Могилатов Владимир Сергеевич

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука, г.Новосибирск,
Россия, главный научный сотрудник, mvacs@ya.ru*

Потапов Владимир Владимирович

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука, г.Новосибирск,
Россия, старший научный сотрудник, PotapovVV@ipgg.sbras.ru*

Настоящая работа посвящена выявлению влияния эффекта Холла в геологической среде на данные электроразведочных методов на примере зондирования становлением поля в ближней зоне. Большое внимание уделено аспектам проведения полевого эксперимента, а также условиям его корректности. Приведены теоретические предпосылки, результаты полевых работ, а также результаты работы с источниками информации по проблематике данной работы. Получена оценка холловской проводимости.

Ключевые слова: электроразведка, эффект Холла, зондирование становлением электромагнитного поля в ближней зоне, магнитотеллурическое зондирование.

STUDY OF THE HALL EFFECT IN THE GEOLOGICAL MEDIUM

Gurev Vladimir

Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, master student, v.gurev@gsu.nsu.ru

Mogilatov Vladimir

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian
Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia, chief researcher, mvacs@ya.ru*

Potapov Vladimir

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian
Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia, senior researcher,
PotapovVV@ipgg.sbras.ru*

This work is devoted to the identification of the influence of the Hall effect in the geological environment on the data of electrical methods on the example of time-domain sounding in the near zone. Much attention is paid to the aspects of the field experiment, as well as the conditions of its correctness. The theoretical background, the results of field work, as well as the results of work with thematic sources of information on the problems of this work. The estimation of the Hall conductivity is obtained.

Keywords: electrical exploration, Hall effect, controlled transient electromagnetic source method, magnetotelluric sounding.

В период 8-15 июля 2018 г. сотрудниками лаборатории геоэлектрики ИНГГ СО РАН проводились полевые исследования в рамках гранта РФФИ № 17-05-00083 А, их целью было

обнаружение эффекта Холла в геологических средах, который должен проявляться во всех сигналах электромагнитных зондирований.

Исследования были выполнены методом зондирования становлением электромагнитного поля в ближней зоне (ЗСБ) и методом магнитотеллурического зондирования (МТЗ), которые были выбраны из-за эффективности, дешевизны и простоты выполнения работ. Были проведены измерения методом МТЗ длительных сигналов в одной точке в течение двух суток, соосной петлей сигнала ЗСБ для определения одномерного разреза в точке исследований, четырёх радиальных линий от петли методом ЗСБ и компоненты E_{ϕ} от петли для оценки слоистости среды и контроля измерений.

Нельзя отрицать, что, в принципе, существует взаимодействие между токами, возникающими в электромагнитных полях в геологических средах и магнитным полем Земли. Такое взаимодействие является важнейшим и безусловным физическим явлением, базирующимся на эффекте Лоренца. Проблема состоит только в установлении реального проявления этого фактора в геоэлектромагнитных зондированиях. Самый первоначальный анализ [5 – 8] показывает, что это может проявляться в эффективной анизотропии проводимости горных пород, вызванной эффектом Холла (Рис. 1). Кроме того, в результате тенденции к криволинейной траектории носителей тока под влиянием силы Лоренца, возникает эффективная намагниченность геологической среды, зависящая от состояния геологической среды на микроуровне. Эти гальваномагнитные эффекты, возникающие в скрещенных электрическом и магнитном полях, хорошо известны в физике [1 – 4], но не исследовались применительно к геологической среде методами ЗСБ и МТЗ, а потому пока не учтенным образом влияют на сигналы в геоэлектромагнитных зондированиях. Авторы вполне убеждены, что гальваномагнитные эффекты в геологической среде уже проявляли себя в некоторых ситуациях в электроразведке [5 – 8]. Необходимо достоверно обнаружить эти эффекты и определить их характерные параметры. По нашему мнению, наиболее подходящим способом для этого является ЗС, как наиболее чувствительный к подобным эффектам метод.



Рисунок 1 – Появление холловской напряжённости электрического поля

По результатам теоретических выкладок и численных оценок [5 – 8] эффект Холла для геологических сред невелик, поэтому для его обнаружения необходимо добиться минимизации влияния всех факторов, которые могут исказить сигнал ЗСБ. Так, для устранения влияния прямого поля ЗСБ на результаты исследований выбиралась специфическая схема измерений (Рис. 2), которая состояла из генераторной петли Q1Q2Q3Q4 размером 500x500 м, измерительной петли для соосных измерений Q5Q6Q7Q8 размером 100x100 м, также проводились измерения в радиальных линиях MN длиной 1000 м и в линии $E_{\phi}2M2$ (E_{ϕ}) длиной 100 м. Остальные факторы искажения сигнала напрямую зависят от места исследований, для устранения которых нужно было выбрать участок работ со следующими условиями:

1. Горизонтально-слоистая среда для исключения влияния локальных неоднородностей на сигналы;
2. Отсутствие высокой растительности и перепадов рельефа для исключения искажений в сигнале из-за неровности дневной поверхности и для возможности максимально точно расположить генераторно-измерительный комплекс на местности;
3. Удаленность от населенных пунктов и промышленных объектов для уменьшения уровня электромагнитных помех;
4. Плоская поверхность площадью 500 м² для размещения токовой петли и генераторной группы.

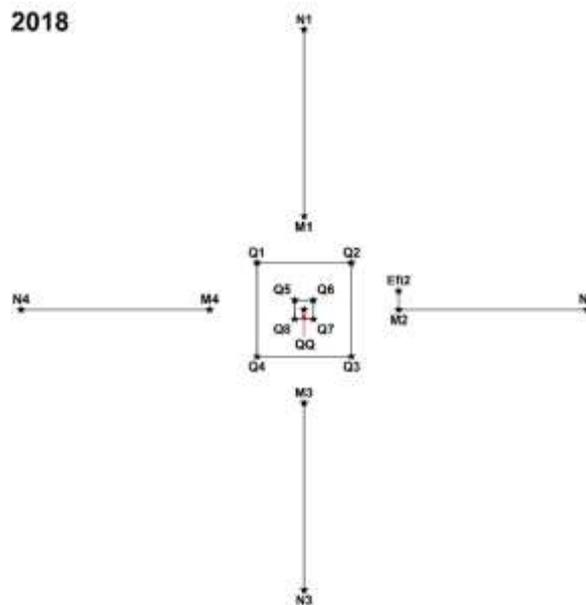


Рисунок 2 – Схема определения холловской проводимости в ЗС (вид сверху)

Результаты обработки данных МТЗ и ЗСБ позволили построить геоэлектрическую модель участка работ, которая не имеет отклонений от горизонтально-слоистой модели среды.

Благодаря измерению компоненты E_{ϕ} была получена возможность рассчитать теоретические кривые для сигналов с четырёх радиальных линий и сравнить их с полевыми. В результате анализа полученных данных было установлено отсутствие влияния многих ухудшающих результаты измерений факторов, как, например, вызванная поляризация (ВП), что могло бы, помимо эффекта Холла, вызвать отклонение полевых кривых от теоретических; а также получена оценка холловской проводимости в пределах $1\text{--}2 \cdot 10^{-3}$ См/м.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Hall E.H. On a New Action of the Magnet on Electric Currents / E.H. Hall // American Journal of Mathematics. – 1879. – V.2. – P. 287 – 292.
2. Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме / В.Л. Гинзбург. – М.: Наука, 1967. – 685 с.
3. Кучис Е.В. Гальваномагнитные эффекты и методы их исследования / Е.В. Кучис. – М.: Радио и связь, 1990. – 264 с.
4. Ландау Л.Д. Электродинамика сплошных сред / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1982. – 621 с.
5. Могилатов В.С. О влиянии геомагнитного поля на процесс установления токов в земле / В.С. Могилатов // Геофизика. – 2013. – № 4. – С. 70 – 75.
6. Могилатов В.С. Малоизученные феномены в электроразведке / В.С. Могилатов // Записки Горного института. – 2016. – Т. 222. – С. 783 – 788.
7. Могилатов В.С. Учет холловской проводимости в электромагнитных зондированиях Земли / В.С. Могилатов, В.В. Плоткин // Геомодель 2017: 19-я конф. по вопр. геологоразведки и разработки месторожд. нефти и газа (11 – 14.09.2017 г.): Тез. докл. – Геленджик, 2017. – С. 43765
8. Плоткин В. В., Могилатов В. С., Потапов В. В. Модификации метода Треффца для оценки вклада эффекта Холла при магнитотеллурическом зондировании // Геология и геофизика. – 2019. – Т.60. – №3. – С. 420 – 432.