

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**Использование методики МЗСБ с целью оценки возможности прогноза
скоростных характеристик ЗМС на Медведикцо – Карамышском
участке**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
профиль «Нефтегазовая геофизика»
геологического ф-та
Калимуллина Марселя Валерьевича

Научный руководитель

К. г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2021

Введение. Методы малоглубинной электроразведки позволяют получить информацию о нефтегазоносности структур, решить задачи гидрогеологии и водоснабжения, провести разведку верхних частей осадочных разрезов при геологическом картировании, поиске рудных тел и выявлении зон загрязнения нефтепродуктами. Также методика МЗСБ может решить задачи структурной и инженерной геологии, проводить поиск археологических объектов.

Методика МЗСБ позволяет детально изучить ЗМС. Это необходимо для избежания ошибок при интерпретации данных ОГТ за счет искажения сейсмических сигналов из-за влияния ЗМС. Основной целью решения данных задач является определение скоростные характеристики ЗМС, с последующим внесением статических поправок.

Для написания выпускной квалификационной работы был использован материал применения методики МЗСБ на Медведецко – Карамышском участке.

Основная цель данной работы: применение данной методики для прогнозирования скоростных характеристик ЗМС.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:
изучить район работ;

- изучить применение данной исследуемой методики;
- сравнить априорные статические поправки по данным МПВ с поправками, спрогнозированными по материалам МЗСБ.

Выпускная квалификационная работа состоит из трех разделов: геолого-геофизическая характеристика территории исследования, теоретические основы метода, результаты работ, введения, заключения, списка использованных источников. Для исследования в работе был описан и использован метод МЗСБ с целью оценки возможности прогноза скоростных характеристик ЗМС.

Основное содержание работы. Территория Медведицко-Карамышского участка сравнительно хорошо изучена различными геологическими и геофизическими методами, однако неравномерно по

площади и по глубине осадочного чехла. В прошлом здесь проводились различные региональные и детализационные геолого-геофизические работы, направленные как на изучение общих закономерностей геологического строения, так и на поиск и детализацию отдельных площадей, выявление нефтегазоперспективных объектов с последующим бурением поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин

В тектоническом отношении Медведицко-Карамышский участок находится в пределах крупных тектонических образований, таких как Карамышская (западная часть), Чадаевская (восточная часть), Аткарская (южная часть) депрессии, а также сложный Татищевский вал. По поверхности кристаллического фундамента рассматриваемый участок отделен от Аткарского выступа Елшано-Сергиевским грабенем. Он имеет субширотное простирание и выполнен рифейскими отложениями.

Методика МЗСБ позволяет изучать ВЧР, и решать такие задачи как: оценка нефтегазоносности структур, выявление зон загрязнения нефтепродуктами геологическое картирование, поиск рудных тел, задачи гидрогеологии, инженерной геологии, различные археологические изыскания.

В условиях влияния ЗМС на сейсмический сигнал применение методики МЗСБ позволило внести статические поправки для интерпретации ОГТ. Было рассмотрено применение данной методики с целью прогнозирования скоростных характеристик на Медведицко – Карамышском участке

Методика исследования. В вибрационной сейсморазведке условия возбуждения волн, в общем случае, всегда неблагоприятны, за исключением ситуаций, когда верхний слой ВЧР – ЗМС находится на площади работ в промерзшем состоянии, то этот фактор является благоприятным для вибрационной сейсморазведки. В противном случае, когда ЗМС не в промерзшем состоянии сейсмический сигнал испытывает двойное искажающее влияние самого верхнего слоя ВЧР – зоны малых или пониженных скоростей ЗМС.

В условиях влияния ЗМС на сейсмический сигнал необходимо с наименьшими затратами изучить строение и физические свойства данной среды, в нашем случае измерение ее мощности и прогнозирование ее скоростных характеристик. Применение методики МЗСБ позволило внести статические поправки для интерпретации ОГТ. Было рассмотрено применение данной методики с целью прогнозирования скоростных характеристик на Медведецко – Карамышском участке.

На первом этапе работ в объеме выполненных профильных электромагнитных зондирований МЗСБ по сейсмическому профилю (МОГТ) детально изучены геоэлектрические характеристики верхней части геологического разреза в интервале ЗМС.

Подощва зоны малых скоростей по данным МПВ залегает на глубинах от 8 до 30 м. Сейсмические работы МПВ здесь проводились в августе 1999г. Электромагнитные зондирования МЗСБ по тому же профилю выполнены в декабре 2000 г. Интервал ВЧР по данным МЗСБ изучен в диапазоне глубин 5 – 80 м. На результативных геоэлектрических разрезах по исследуемому профилю в изолиниях суммарной продольной проводимости от глубины по вертикали прослеживается геоэлектрически контрастная слоистая модель. Интервалы разрядки изолиний отражают развитие высокоомных слоев. Сгущение изолиний соответствует наличию в разрезе низкоомных слоев. Динамические характеристики выполненных трансформаций первичного сигнала по пикетам зондирований на профиле отражают наличие различных типов геоэлектрического разреза в изученном диапазоне глубин. По динамическим признакам в пределах изученного профиля выделено три зоны, охарактеризованные по типам геоэлектрических разрезов. Геоэлектрическая зональность определяется стратиграфическими, структурно-тектоническими, литолого-фациальными факторами, условиями осадконакопления и гидрогеологическими режимами в исследуемом интервале на момент выполнения измерений.

С интервалом ЗМС в скоростной модели связывают толщину зоны аэрации до границы уровня грунтовых вод многолетнего межennale периода. В геоэлектрической модели ВЧР по данным МЗСБ контрастная геоэлектрическая граница отождествляется с границей УГВ существующей на момент проведения электромагнитного зондирования. На геоэлектрическом разрезе в изолиниях эта граница в региональном плане прослеживается на уровне значений продольной проводимости 0.5 - 1 См на глубинах от 8 до 30 м. по интервалу сгущения изолиний. На результативных графиках, полученных по пикетам МЗСБ эта граница соответствует началу первого роста продольной проводимости с большим градиентом.

Сопоставление глубин, на которых выделяется первая геоэлектрическая граница по опорным пикетам МЗСБ, с глубинами подошвы ЗМС по МПВ свидетельствует о наличии расхождений на водораздельных участках профиля, что обусловлено различными периодами проведения работ МПВ и МЗСБ.

Для изучения корреляционных связей между анализируемыми геоэлектрическими и акустическими признаками, приближениями соответствующих зависимостей уравнениями регрессий использовались методы корреляционно-регрессионного анализа.

Остановимся на кратком описании математической постановки задачи регрессионного анализа. В принятых обозначениях задача регрессионного анализа может быть сформулирована следующей зависимостью, представленной в формуле 1:

$$Y = X\beta + \varepsilon, \quad (1)$$

где: Y – вектор наблюдений, состоящий из n элементов; X – матрица независимых переменных; ε – независимые случайные ошибки со средним 0, которые интерпретируются как ошибки наблюдений; β – вектор неизвестных параметров, которые необходимо оценить [9].

В нашем случае в качестве зависимых переменных при регрессионном анализе выступали:

$T_{\text{ст}}$ - статическая поправка;

T_0 – вертикальное время пробега упругой волны в ЗМС;

V_1 - скорости упругой волны в ЗМС;

V_2 - скорости упругой волны в коренных породах;

H - мощность ЗМС.

Все эти характеристики были вычислены по данным МПВ. В качестве независимых переменных использовались:

$E_{\text{ЗСБ}}$ - полезный сигнал, ЭДС становления;

$T_{\text{ЗСБ}}$ - время становления электромагнитного поля;

$S_{\text{ЗСБ}}$ - суммарная продольная проводимость;

$H_{\text{ЗСБ}}$ - мощность зоны малых скоростей по данным МЗСБ;

$DT_{\text{ЗСБ}}$ - интервальная разность времени становления электромагнитного поля;

$DS_{\text{ЗСБ}}$ - интервальная продольная проводимость.

Регрессионный анализ позволяет аппроксимировать наблюдаемое “облако” точек уравнением регрессии, что дает возможность оценить Y по X . Качество приближения регрессиями значений акустических характеристик оценивалось также по среднеквадратическим отклонениям исходных данных от линии регрессии (σ) и по значениям коэффициента детерминации (R^2).

Высокие оценки качества регрессионных уравнений ($R^2=99,4$, $\sigma=0,5$) отвечают прогнозированию мощности ЗМС. Однако реализовать этот результат при прогнозировании статических поправок не позволяет низкая точность прогнозирования скоростей в ЗМС (V_1) и в коренных породах (V_2). Так, выполненные расчеты статических поправок с использованием скоростей V_1, V_2 спрогнозированных по геоэлектрическим характеристикам и мощности ЗМС отличаются весьма значительными погрешностями (среднеквадратические отклонения от поправок по данным МПВ $\sigma=14,2$). При

использовании в качестве V_1, V_2 обычно принимаемых значений 600 и 1700 м/с также получено большое значение среднеквадратической погрешности ($\sigma=12,9$).

Можно сказать, что при тотальном анализе всех данных по профилю, тенденции изменения статических поправок, вычисленных по данным МПВ и геоэлектрическим характеристикам, в целом хорошо совпадают.

Близкие по точности результаты достигнуты при прогнозировании вертикального времени пробега волны в ЗМС ($R^2=91.0$, $\sigma=3,3$) и статической поправки ($R^2=89.0$, $\sigma=5,0$). Наибольший практический интерес в плане использования полученных результатов представляет прогноз статических поправок. Поэтому соответствующее регрессионное уравнение было использовано для расчета статики по всему, освещенному зондированиями МЗСБ участку профиля тотально для всего профиля и с учетом выполненной геоэлектрической типизации разреза ВЧР по зонам.

При зональном подходе, анализ для каждой из выделенных зон по типу геоэлектрического разреза ВЧР, соотношение расчетных и прогнозных скоростных параметров характеризуется меньшими расхождениями. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Расхождения сравниваемых величин поправок колеблются преимущественно в интервале 2 – 8 мс. Наибольшие расхождения, достигающие 15мс, отмечаются на участке пикетов 115-155 на водораздельных участках. Наибольшая сходимость априорных статических поправок по данным МПВ и спрогнозированным по геоэлектрическим характеристикам наблюдаются на участке пикетов 30 – 110.

Таблица 1 – Оценки качества регрессионных уравнений и
среднеквадратичные погрешности прогнозирования статических поправок
при зональном подходе

Прогнозируема я характеристика верхней части разреза	Используемые для прогноза геоэлектрические характеристики	Коэффициент детерминации $R^2, \%$	Среднеквадратичная погрешность σ
Статическая поправка ($T_{\text{сн}}$) Зона I	$E_{\text{ЗСБ}}, T_{\text{ЗСБ}}, S_{\text{ЗСБ}},$ $H_{\text{ЗСБ}}$. Сняты на уровне подошвы ЗМС.	98,1	4,1
Статическая поправка ($T_{\text{сн}}$) Зона II	$E_{\text{ЗСБ}}, T_{\text{ЗСБ}}, S_{\text{ЗСБ}},$ $H_{\text{ЗСБ}}$. Сняты на уровне подошвы ЗМС.	83,1	7,3
Статическая поправка ($T_{\text{сн}}$) Зона III	$E_{\text{ЗСБ}}, T_{\text{ЗСБ}}, S_{\text{ЗСБ}},$ $H_{\text{ЗСБ}}$. Сняты на уровне подошвы ЗМС.	89,7	4,5

Результаты работ. По результатам комплексного анализа полученных материалов следует отметить, что отработка профиля по методике МПВ и зондирования МЗСБ осуществлялись с большим перерывом по времени, что должно сказаться на сходимости результатов этих методов.

Исходя из общих физических моделей интервала ВЧР, изучаемого различными физическими полями при стабильности состояния модели и одновременности ее исследования, следует ожидать большей сходимости результатов [7].

Основные результаты исследований:

1. Детально изучена геоэлектрическая модель ВЧР по профилю.
2. В пределах изученного профиля выделены зоны по типам геоэлектрических разрезов, для которых определены критерии выделения первой геоэлектрической границы, отождествляемой с поверхностью УГВ.
3. Построены статистически значимые математические модели – множественные уравнения регрессий, связывающие акустические характеристики верхней части разреза с геоэлектрическими характеристиками.
4. С наибольшей точностью по данным электроразведки МЗСБ прогнозируется мощность ЗМС (среднеквадратическая ошибка $\sigma = 0,5$).
5. Статические поправки для условий эксперимента прогнозируются со среднеквадратичной погрешностью $\sigma = 5,0$ мс.
6. Расхождение вычисленных по данным МПВ априорных статических поправок и поправок, спрогнозированных по материалам МЗСБ, в основном варьируют в интервале 2 – 8 мс.
7. Предварительное районирование участков исследований по типам геоэлектрических разрезов ВЧР существенно повышает точность прогнозирования статических поправок.

Заключение. В выпускной квалификационной работе мной было рассмотрено использование методики малоглубинных электромагнитных зондирований становлением поля в ближней зоне (МЗСБ) с целью возможности прогнозирования скоростных характеристик ЗМС. Данная методика также эффективно проявляет себя в различных сферах промышленной и разведочной геофизики. С помощью неё можно с достаточной точностью проводить разведку верхних частей осадочных разрезов при геологическом картировании и изучении ЗМС, проводить поиски рудных тел и зон загрязнения нефтепродуктами, решать задачи гидрогеологии и водоснабжения. Основным преимуществом данного метода является дешевизна и простота проведения различных работ.

Обобщение результатов выполненных экспериментов по применению малоглубинной электроразведки МЗСБ при изучении ЗМС позволило установить, что предварительное районирование территорий по типам геоэлектрических разрезов ВЧР существенно повышает точность определения статических поправок по электроразведочным данным. Суммирование сейсмических записей по ОГТ с введением статических поправок, вычисленных по данным специальных сейсмических методов и электроразведки МЗСБ, в большинстве случаев дает близкие по качеству получаемых временных разрезов результаты.

Основной вывод заключается в необходимости дополнения сейсмической методики первых вступлений малозатратными и технически простыми несейсмическими методами, в первую очередь электроразведочной методикой малоглубинного ЗСБ. Полностью заменить сейсмические методы ими нельзя, так как переход к необходимым для ввода статических поправок сейсмическим параметрам основан на взаимосвязи основного физического параметра этих методов (плотности, удельного электрического сопротивления) с основным физическим параметром сейсморазведки (скоростью распространения волн).