

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

Кафедра геофизики

**ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН ПОВЫШЕННОГО
И ПОНИЖЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 геология
геологического ф-та
Бычкова Кирилла Витальевича

Научный руководитель
д.ф.-м.н., профессор

Зав. кафедрой
к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

В.П. Губатенко

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2019

Введение. Материал для написания бакалаврской работы, получен в результате прохождения мною производственной практики в компании ООО «Газпром проектирование» на Бованенковском нефтегазоконденсатном месторождении с первой половины июня 2018 г. по конец сентября 2018 г.

Геофизические исследования служат для оценки и уточнения инженерно-геологических условий и получения данных для проектирования средств заземлений. Наибольшую опасность для эксплуатационных скважин и сопутствующих инженерных сооружений в районах вечной мерзлоты представляют ледяные тела и высокольдистые грунты вблизи поверхности, поскольку во время эксплуатации происходит растепление вокруг скважины и других действующих объектов, что вызывает опасные термоэрозионные процессы.

Целью данной квалификационной работы является выполнение геофизических исследований методом вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) для построения геоэлектрических разрезов и выделения зон как повышенного, так и пониженного сопротивления, связанных соответственно с ледяными телами и засолением грунтов. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- расчленение разреза дисперсных пород на слои различного литолого-петрографического состава;
- определение в плане и в разрезе положения границ мерзлых и немерзлых пород;
- обнаружение и оконтуривание в разрезе отдельных ледяных тел различной морфологии (пластовых, повторно-жильных) и зон повышенной льдистости.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ. Бакалаврская работа посвящена применению метода ВЭЗ для построения геоэлектрических разрезов и выделения зон как повышенного, так и пониженного сопротивления, связанных соответственно с ледяными телами и засолением грунтов.

В первом разделе, **«Физико-географическая характеристика района работ»**, данной работы описано географическое расположение изучаемого района, приуроченность к тундровой зоне, растительный покров и морфология.

Во втором разделе, **«Геологическое строение района работ»**, рассмотрена мощность чехла четвертичных отложений, количество террас их распространение в пределах изучаемого района, мощность и литология.

В третьем разделе, **«Гидрогеологические условия»** говорится о породах, слагающих гидрогеологические комплексы, находящиеся в многолетнемерзлом или охлажденном состоянии, а также выделяются следующие типы подземных вод: надмерзлотные, межмерзлотные (внутримерзлотные) и подмерзлотные.

В четвертом разделе, **«Геокриологические условия района работ»** рассматривается чрезвычайно сложное неоднородное строение криогенных толщ и приуроченность территории проведения работ к области развития опасных инженерно-геологических процессов, а также упоминаются особенности геокриологических условий, осложняющих строительное освоение территории.

В пятом разделе, **«Теория метода ВЭЗ»** изучаются основы методов сопротивлений, общие понятия и формулы.

В шестом разделе **«Методика выполнения несимметричного ВЭЗ»**, который включает в себя два подпункта **«Полевые работы ВЭЗ»** и **«Камеральные работы ВЭЗ»**, говорится о производстве работ, глубине исследования, используемой аппаратуре и расстановке, а так же методах обработки материала.

При выполнении геофизических исследований в полосе трассы линейных сооружений пикеты наблюдений располагаются по оси трассы линейных

объектов. Учитывая сложные геокриологические условия, шаг между точками наблюдений составлял 25 метров, глубина исследования до 15-17м.

На площадных объектах геофизические профили прокладывались на расстоянии ориентировочно 50м друг от друга при шаге наблюдения по профилю 25м. Глубина исследования на площадных объектах составляла до 20-30м.

Работы методом ВЭЗ проводились аппаратурой «измеритель МЭРИ 24», показан на рисунке 1, и «генератор АСТРА 100», показан на рисунке 2, на частоте 4.88 Гц. (производства ООО «Северо-Запад» г.Москва).



Рисунок 1 - Измеритель МЭРИ 24



Рисунок 2 - Генератор АСТРА 100

При производстве работ основываясь на принципе взаимности, который гласит о том, что при взаимном изменении роли питающих и измерительных электродов кажущееся сопротивление сохраняет своё значение, применялась несимметричная четырёхэлектродная установка (экспресс-установка) с линейным шагом между электродами с разностями $ON=2, 4, 6, 8, 10, 14, 18, 26, 34, 50$ и 66 м., как показано на рисунке 3.

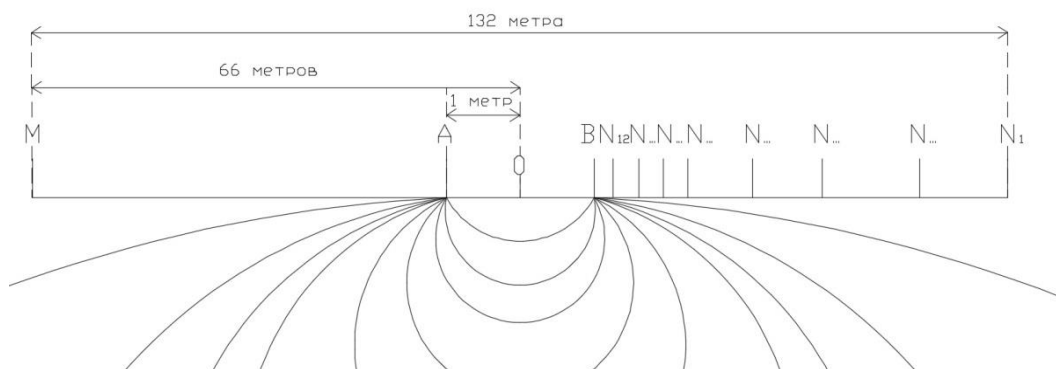


Рисунок 3 - Несимметричная четырехэлектродная установка (экспресс-установка)

При взаимном изменении роли питающих и приёмных электродов, во время работ, получилось в несколько раз ускорить процесс работы, в связи с тем, что не приходится тратить время на включение/выключения генератора при

переходе с разноса на разнос. Так же, в связи с небольшими разносами, удалось избежать затухания измеряемого сигнала, в результате чего мы избежали дополнительных измерений для получения сегментированных кривых ВЭЗ («ворота» на кривых ВЭЗ)

Расстояния между электродами АВ составляет 2м. При производстве работ на глубину 15-17 метров исключался последний разнос ($MN/2=66м$).

При производстве работ с экспресс-установкой электрод «N» изначально выносится по линии расстановки на расстояние равное максимальному разносу $MN/2$ (66м). Так называемая экспресс-установка является аналогом классической симметричной установки Шлюмберже.

Оценка качества полевых данных выполнялась как в поле во время проведения измерений, так и на камеральном этапе. По окончании каждого рабочего дня, полевые данные считываются с регистрирующей аппаратуры в компьютер. При производстве работ велся полевой журнал, в котором фиксировались ситуационный план, ток питающей линии на каждой точке измерения, привязка номеров профиля и пикета к местности. После скачивания данных в компьютер, производились расчеты кажущегося сопротивления на каждой точке измерений с построением кривой зондирования для выявления точек, где нарушается закономерный ход кривой с целью проверки правильности замеров. Кривые зондирования строятся в программе IPI2Win, как показано на рисунке 4. В случае выявления замеров, где нарушается закономерный ход кривой, на следующий рабочий день на данной точке проводятся повторные замеры с целью исключения получения бракованного материала, либо подтверждения полученных ранее данных.

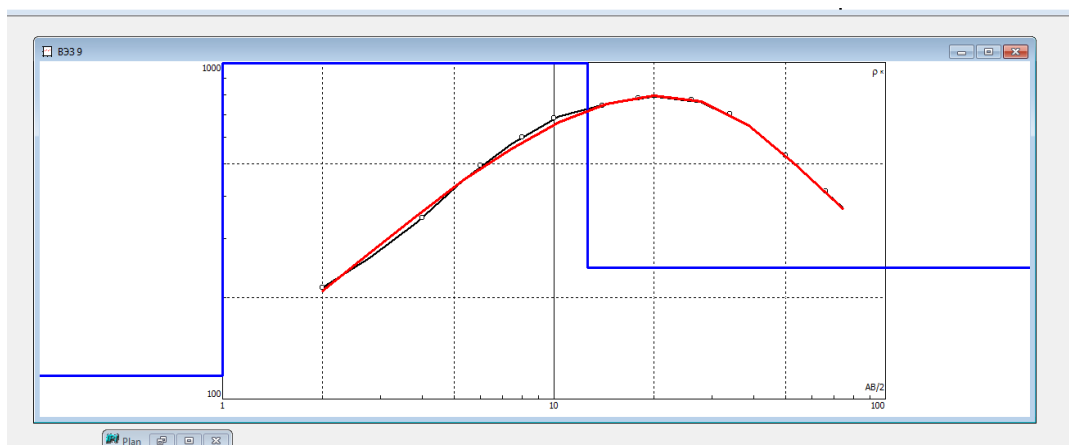


Рисунок 4 - Кривая зондирования IPI2Win

В задачу камеральных работ на полевом этапе входит оперативная обработка и оценка качества геофизических материалов непосредственно в полевых условиях на месте работ, а также составление информационных отчетов по результатам работ.

Окончательная обработка и интерпретация полевых материалов геофизических исследований на камеральном этапе проводится с целью:

- изучения литологического состава верхней части инженерно-геологического разреза;
- расчленение разреза на слои различного литолого-петрографического состава;
- определение в плане и разрезе положение границ мерзлых и немерзлых пород;
- определение удельного электрического сопротивления грунта.

В состав камеральных работ по методу ВЭЗ входит:

- составление схем расположения пикетов и профилей наблюдения по объектам исследований;
- формирование профилей с учетом рельефа;
- обработка полученных материалов электроразведки;
- увязка геоэлектрических характеристик с данными бурения, с использованием инженерно-геологических скважин в качестве опорных;

- корреляция геоэлектрических комплексов по профилям;
- составление геофизических разрезов.

Работа с полевыми данными проводится в программах: AutoCAD, Res2dinv, Ipi2win. В AutoCAD на основу топографических данных накладываются точки ВЭЗ загружаемые из GPS- навигатора Trimble.

IPI2Win – это программа, предназначенная для одномерной интерпретации данных ВЭЗ по одному профилю наблюдений. Программа IPI2Win разработана специалистами МГУ (Бобачев А.А., Шевнин В.А., Модин И.Н.) с использованием системы программирования Delphi 5 фирмы Borland Int.

RES2DINV это компьютерная программа, которая автоматически находит двумерную (2-D) модель сопротивления среды

AutoCAD – программа для автоматизированного проектирования и черчения.

После точной координатной привязки происходит дальнейшая сквозная нумерация точек ВЭЗ, как показано на рисунке 5.

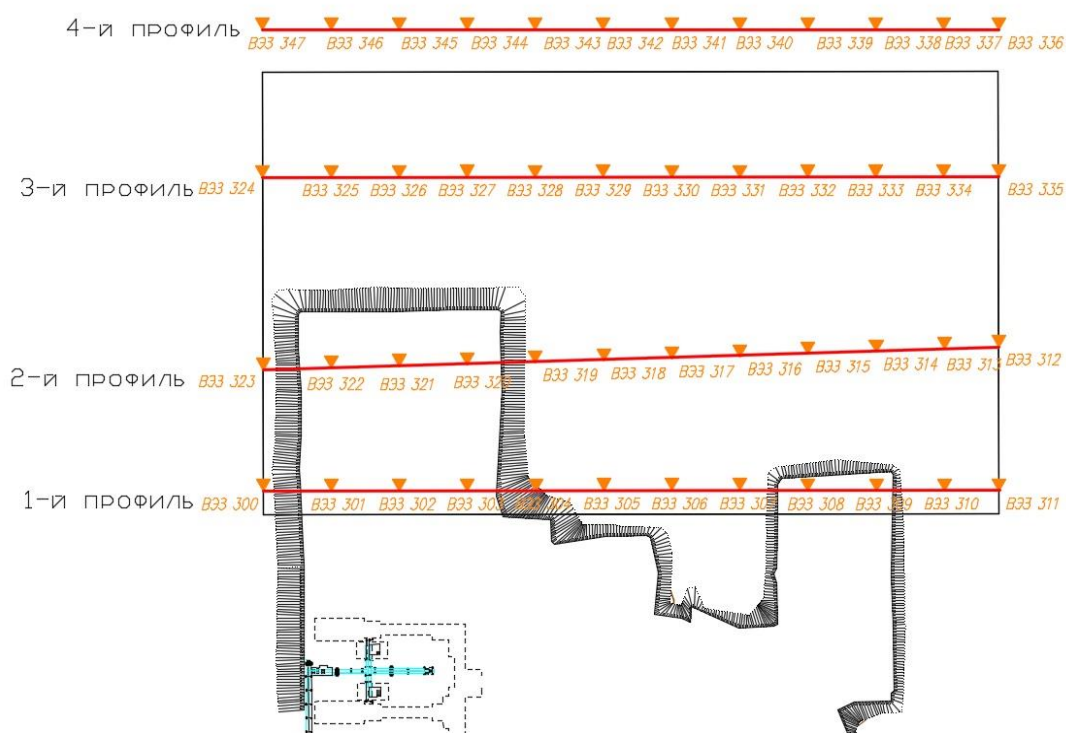


Рисунок 5 - Топографическая основа с точками ВЭЗ

На геофизических разрезах показываются результаты обработки данных ВЭЗ и интерпретация полученных данных в виде геоэлектрических границ с увязкой с данными инженерно-геологического бурения.

Интерпретация материалов по методу ВЭЗ проводится на протяжении всего периода работ, по мере обработки полевого материала и исходных геологических данных. По результатам работ будет определяться местоположение скважин с учетом выделенных аномальных зон.

В седьмом разделе **«Описание геоэлектрических разрезов»** непосредственно описаны полученные геоэлектрические разрезы, с привязкой геологических данных, полученных в процессе бурения и выделены зоны повышенного и пониженного сопротивления

Геофизические исследования, на кусте газовых скважин № 51 (приложение 1), проводились в августе 2018г, было отработано четыре профиля электроразведки, которые простираются с запада на восток, протяжённостью по 270м каждый.

Первый профиль ВЭЗ 300-311

Верхний геоэлектрический слой на первом профиле, показанном в приложении 2 (ВЭЗ 300-311) со значением УЭС 50-150 Ом*м соответствует отсыпному грунту, сложенному песком, который на момент геофизических исследований находился в талом состоянии и был увлажнен периодическими атмосферными осадками в виде дождя. Там, где отсыпной грунт отсутствует, верхний геоэлектрический слой соответствует слою сезонного оттаивания, сложенному по данным бурения талыми суглинистыми и супесчаными отложениями, как показано на рисунке б.

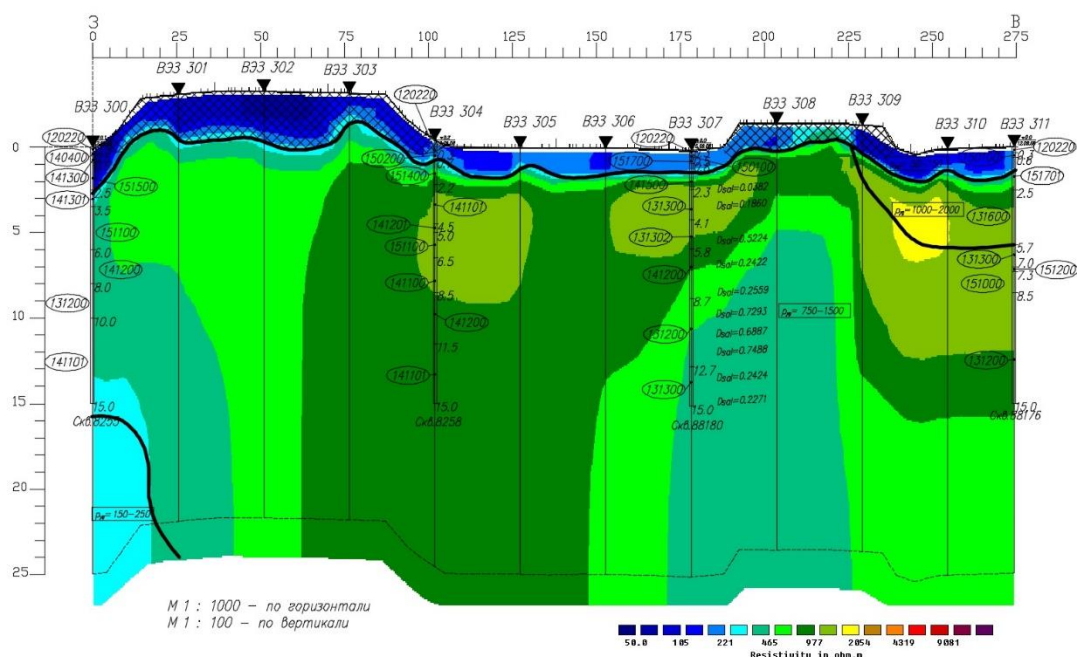


Рисунок 6 - Геоэлектрический разрез, Первый профиль ВЭЗ 300-311

Под отсыпкой и слоем сезонного протаивания вплоть до подошвы геоэлектрического разреза преобладают грунты с значениями УЭС 750-1500 Ом*м. Такими значениями УЭС обладают слабоглистые глины, суглинки и супеси с малой степенью засоления. На фоне таких значений УЭС выделяются зоны с повышенными и пониженными относительно вмещающих пород значениями УЭС.

Зона ниже слоя сезонного протаивания мощностью 4-4,5м наблюдается в интервале точек ВЭЗ 309-311 и характеризуется повышением значений УЭС до 1000-2000 Ом*м. Такими значениями УЭС, по данным бурения, обладают незасоленные сильноглистые глины.

Зона с видимой мощностью 4 м и значениями УЭС грунтов 150-250 Ом*м прослеживается в интервале точек ВЭЗ 300-301 с глубины 16 м. Понижение значений УЭС может быть связано с засолением.

По данным предварительной интерпретации, проведя корреляцию с данными фонда геологии 2009 года, на плане прослеживаются четыре геофизические зоны, две низкоомные, по данным геологии, связанные с засолением пород, которые располагаются в юго-восточной и северо-западной

части площадки, видно на рисунке 7, и две высокоомные имеющие широкое распространение, сопротивление которых, увеличивается в плане с юга на север. По геологическим данным, это связано с увеличением степени льдистости пород в простирании с юга на север.

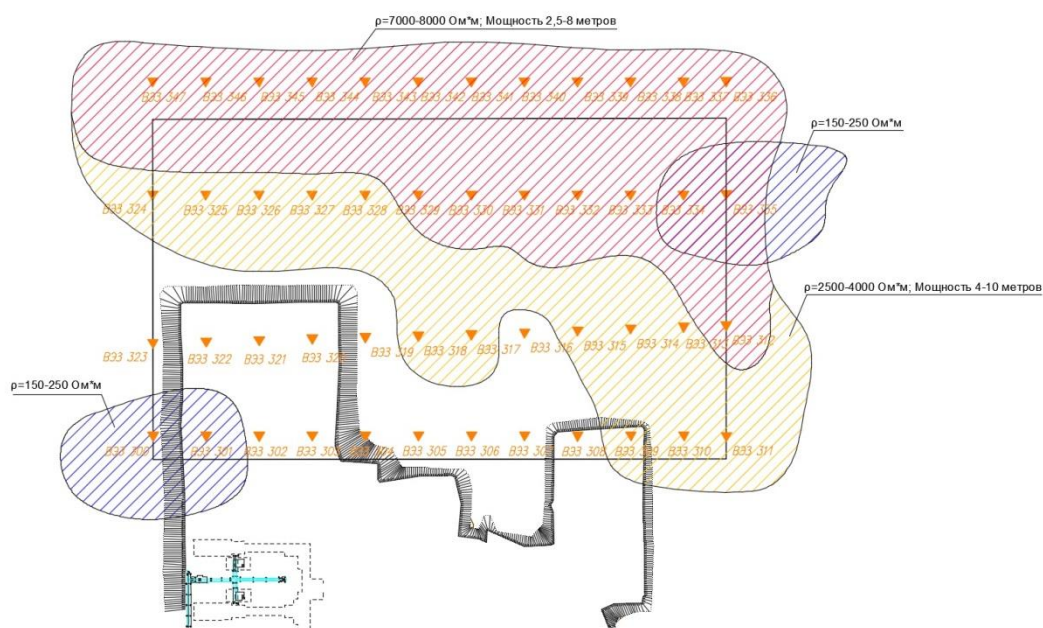


Рисунок 7 - Схема расположения геофизических зон

Во время проведения работ лето-осень 2018г., на кустах газовых скважин буровые работы ещё не были закончены. По окончанию бурения будет проведен анализ данных бурения 2009 и 2018 годов, после чего будут выделены наиболее точные геологические и геоэлектрические границы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В заключение можно отметить, что при подготовке данной работы были решены следующие задачи:

- расчленены разрезы дисперсных пород на слои различного литолого-петрографического состава;
- определены в плане и в разрезе положения границ мерзлых и немерзлых пород;
- обнаружены и оконтурены в разрезе отдельные ледяные тела различной морфологии и зон повышенной льдистости.

Таким образом, цель данной выпускной квалификационной работы – выполнение геофизических исследований методом вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) для построения геоэлектрических разрезов и выделения зон как повышенного, так и пониженного сопротивления, связанных соответственно с ледяными телами и засолением грунтов – достигнута.

Хотелось бы отметить, что совместное применение несимметричной четырёхэлектродной установки и принципа взаимности, существенным образом повышает производительность геофизических работ. К тому же, применение небольших разносов позволяет получать измеряемые сигналы достаточно большой величины, что позволяет не проводить дополнительные измерения для получения сегментированных кривых ВЭЗ. Вместе с тем, при появлении помех в виде электрических фонов, создаваемых оборудованием буровых установок, приходилось переходить на классическую расстановку Шлюмберже.