

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

Кафедра геофизики

«Применение бесконтактного метода дипольных электрических зондирований для оценки инженерно-геологических условий на Крузенштернском газоконденсатном месторождении»

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 2 курса 261 группы
направление 05.04.01 геология
профиль «Геофизика при поисках нефтегазовых месторождений»
геологического ф-та
Завертяева Сергея Алексеевича

Научный руководитель

К.Г.-М.Н., доцент

подпись, дата

К.Б. Головин

Зав. Кафедрой

К.Г.-М.Н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2021

Введение. Основой для написания выпускной квалификационной работы стал отчёт по профильной производственной практике, которую я проходил в компании ООО «Газпром проектирование» на Крузенштернском газоконденсатном месторождении.

Территория проведения работ характеризуется чрезвычайно сложным и неоднородным строением криогенных толщ и относится к области развития опасных инженерно-геологических процессов, что на сегодняшний день является основной проблемой при осваивании месторождений, возведение зданий и сооружений в зонах вечной мерзлоты.

Тема, рассматриваемая в данной работе, является особо актуальной, когда имеется необходимость выполнения инженерных изысканий в зонах вечной мерзлоты и на заболоченных участках. В случае отсутствия физической возможности применения гальванического метода возбуждения и приёма электрического поля на заболоченных участках в благоприятный сезон, применяется метод бесконтактного измерения электрического поля в неблагоприятный сезон.

В силу малой продолжительности благоприятного сезона в условиях крайнего севера, применение метода бесконтактного измерения электрического поля принимает особое значение в выполнении комплексных инженерных изысканий.

Цель магистерской работы- проведение геофизических исследований для получения материалов и данных для оценки инженерно-геологических условий по проекту «Обустройство сеноманской залежи Крузенштернского ГКМ».

Задачи магистерской работы:

- изучение методики бесконтактного метода дипольных электрических зондирований;
- 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.

Для решения поставленных задач применялся электроразведочный метод зондирований в бесконтактной модификации (ДЭЗ).

Выпускная квалификационная работа содержит 8 разделов.

Основное содержание работы. Магистерская работа посвящена применению бесконтактного метода дипольных электрических зондирований для оценки инженерно-геологических условий на Крузенштернском газоконденсатном месторождении»

В первом разделе **«Физико-географическая характеристика района работ»** описывается географическое расположение района работ, рельеф, водный режим, растительный покров, заозеренность и заболоченность района, а так же говорится об суровых условиях северного климата.

Во втором разделе **«Геологическое строение района работ»** рассматривается четвертичный чехол области проведения исследований, который представлен тремя морскими террасами, современными аллювиально-морскими и болотными отложениями. Дается литологическое описание и мощность отложений.

В третьем разделе, **«Гидрогеологические условия»**, данной работы описываются гидрогеологические комплексы, находящиеся в многолетнемерзлом или охлаждённом состоянии, которые делятся на надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные воды.

В четвёртом разделе **«Геокриологические условия района работ»** рассматриваются многолетнемерзлые породы, их высокая льдистость, присутствие залежей подземного и повторно-жильного льда, криопэги и их влияние на инженерные сооружения.

В пятом разделе, «Бесконтактное измерение электрического поля», описаны основы метода, разобрано измерение электрического поля в воздухе; представлено уравнение Максвелла и его физический смысл.

В шестом разделе, «Методика выполнения геофизических работ методом ДЭЗ», представлено описание метода сопротивлений, описан полевой и камеральный этап выполнения работ, произведена обработка и интерпретация результатов геофизических исследований, описание геоэлектрического разреза, рассмотрено устройство и характеристики аппаратуры.

Полевые работы

Геофизические исследования выполнялись на площадке куста газовых скважин (КГС) 6 с захватом 250-метровой полосы местности за периметр площадки, которая показана на рисунке 1.

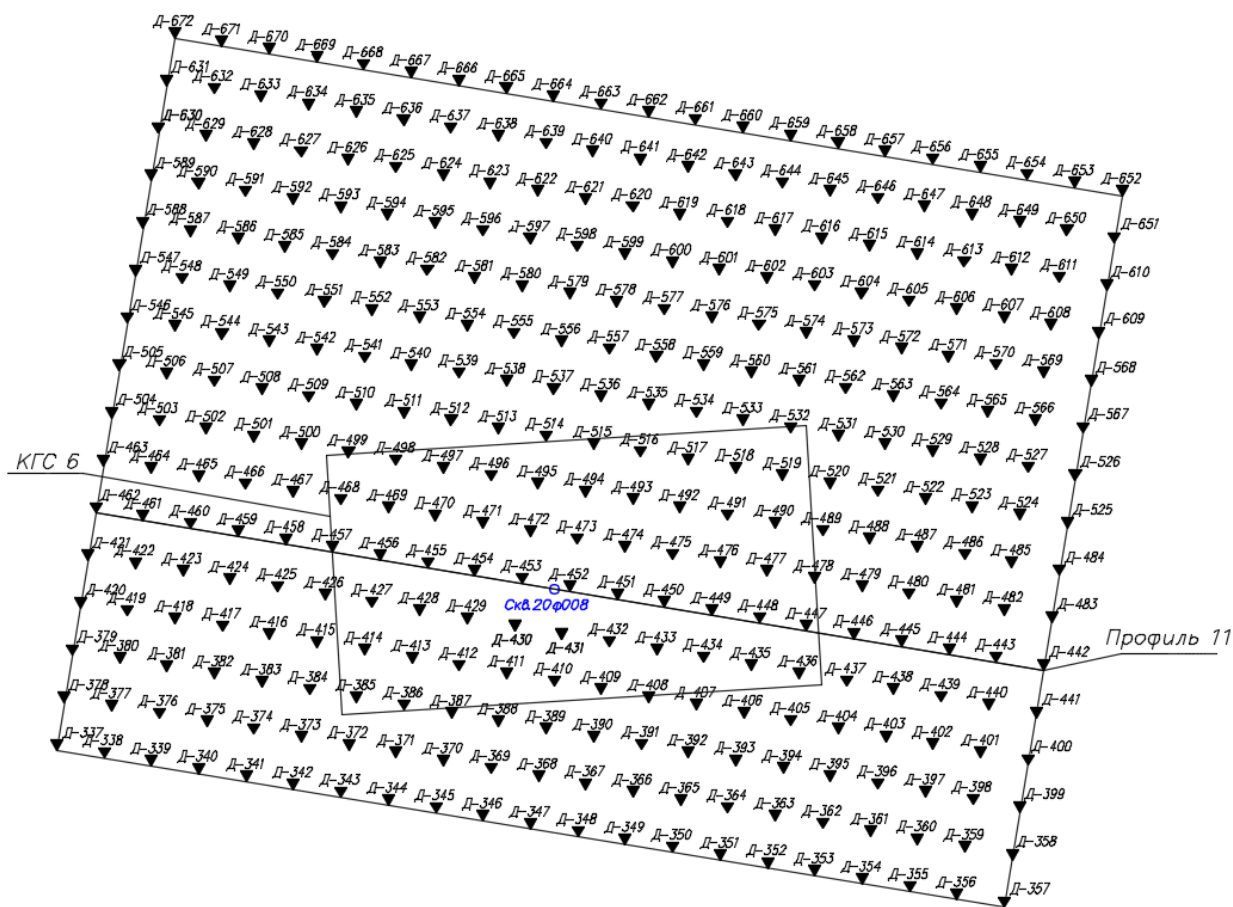


Рисунок 1 - Схема расположения точек ДЭЗ на КГС 6

Геофизические работы выполнялись по сети профилей. Профили прокладывались на расстоянии 50м при шаге наблюдения по профилю 50м (сетка 50х50м). Глубина исследования составила 27-30м.

При производстве работ методом ДЭЗ, применялись комплекты серийно выпускаемой электроразведочной аппаратуры «БИКС» производства ОАО «СКБ СП», г. Саратов.

Комплект аппаратуры «БИКС» включает два полевых блока – излучатель, показанный на рисунке 2 и приемник (измеритель), изображённый на рисунке 3, а также пульт управления и комплект емкостных шлейфов, с длиной 2.5 м, 5 м и 10 м.



Рисунок 2 - Электроразведочный излучатель из комплекта аппаратуры «БИКС».

Работы выполнялись по методике дипольного (бесконтактного) электрического зондирования. Длины питающих и приемных диполей при выполнении геофизических исследованиях подбирались опытным путем, непосредственно из перечня поставленных задач, длины стелющихся линий, составили 2.5 и 5 метров.

В процессе проведения электроразведочных работ методом ДЭЗ измеритель с приемной линией и генератор с питающей линией,

располагались на одной линии профиля, на определенном расстоянии друг от друга (разносе). Генератор оставался на месте, а измеритель перемещался вдоль оси профиля. Результаты измерений относились к середине измерительной расстановки. На каждой точке профиля аппаратурой по команде оператора проводились измерения напряжения на входе измерителя (U), вычисление кажущегося электрического сопротивления (R_k) и запись полученных данных в ФОЗУ измерителя.



Рисунок 3 - Внешний вид пульта управления и измерителя.

При производстве работ использовалась дипольная осевая установка. Длина питающих и приемных диполей одинакова. Коэффициент разделения диполей (расстояние между питающим диполем и приемным диполем) является число n , пропорциональное расстоянию между приемными и питающими диполями, как представлено на рисунке 4.

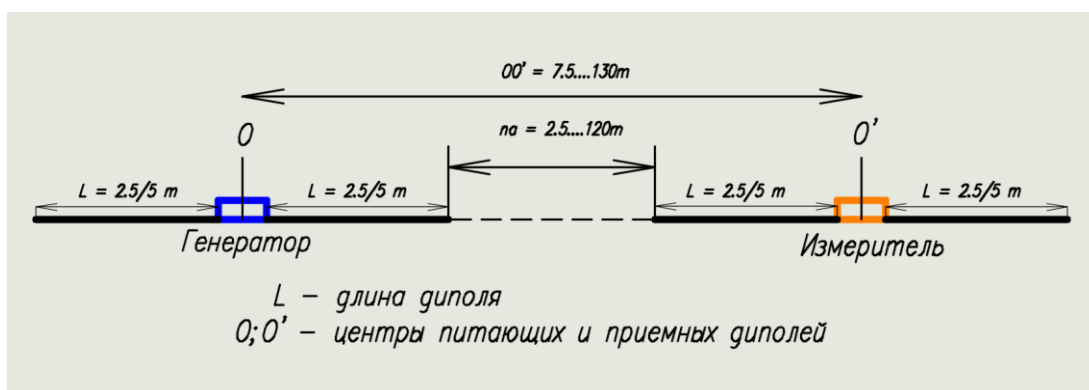


Рисунок 4 - Схема используемой дипольной осевой расстановки.

При работе с электроразведочной аппаратурой БИКС расчет геометрического коэффициента установки «К» происходит автоматически, непосредственно в приборе, при выборе соответствующего режима работы. Для осевых измерительных установок с равновеликими приемной и питающей линиями Расчет коэффициента установки происходит по формуле 1:

$$K = \frac{2\pi L}{\ln \frac{b^2}{(b^2 - 1)^{2b}} * ((b^2 + 2b)/(b + 1)^2)^{(b+2)} * ((b^2 - 2b)/(b - 1)^2)^{(b-2)}} \quad (1),$$

где L – длина диполя,

R – расстояние между излучателем и приёмником,

b = R/L.

Сначала выполнялись работы с диполями длиной 2.5м, с разносами $a=2.5, 5, 7.5$ и 10м (осуществляется перекрытие, аналог ворот в ВЭЗ), затем осуществлялся переход на диполь длиной 5 м и производились замеры с разносами $a=5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40$ м и т.д. Максимальный разнос установки (расстояние a) составил 100м.

В седьмом разделе, **«Камеральная обработка и интерпретация результатов геофизических исследований»**, разобрана последовательность камерального этапа, произведено описание геоэлектрического разреза.

Геоэлектрический разрез по профилю 11 куста газовых скважин №6 представлен на рисунке 5, а описание и обозначение грунтов – на рисунке 6.

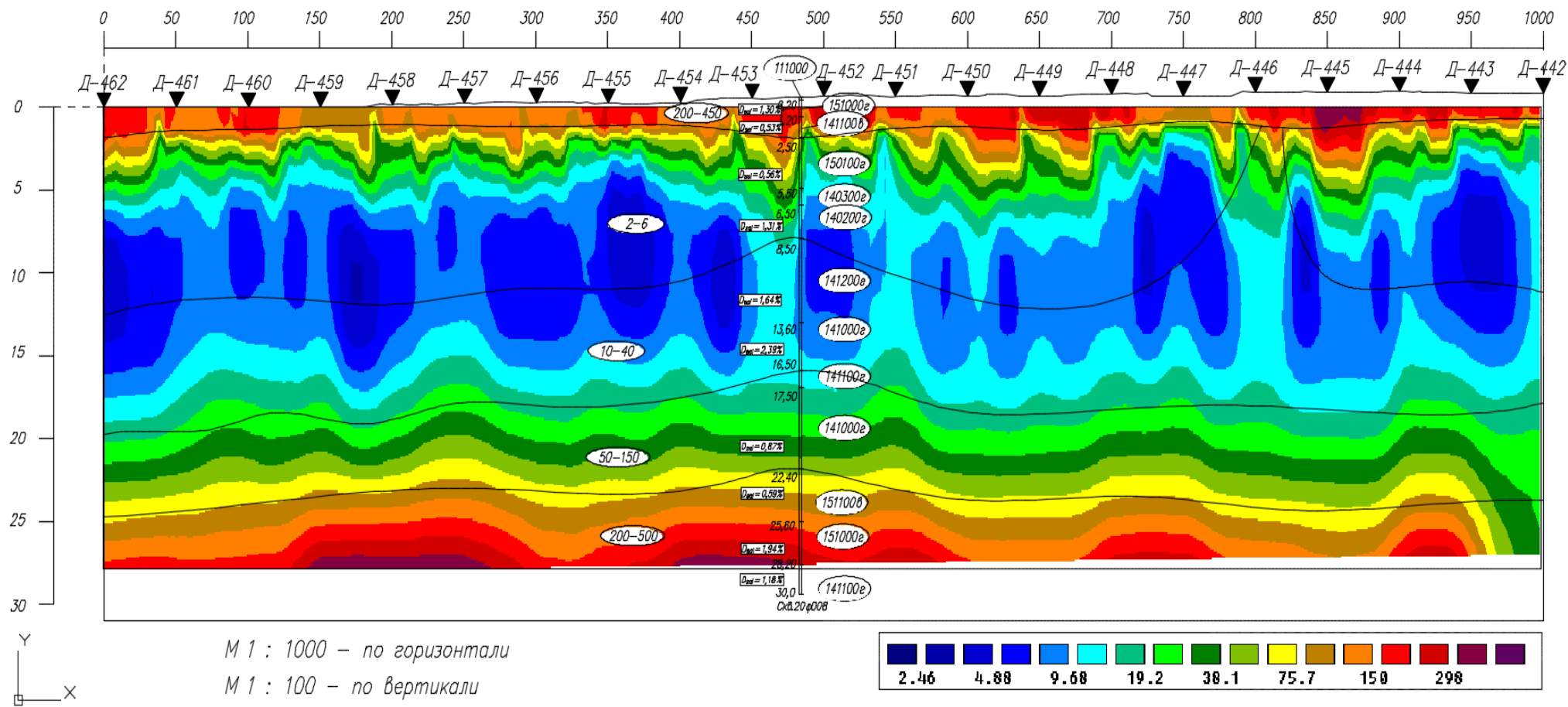


Рисунок 5 - Геоэлектрический разрез по профилю 11 куста газовых скважин №6

Грунт растительного слоя, мерзлый	111000	Суглинок тугопластичный, охлажденный, сильнозасоленный, буро-черный	140200г	Супесь мерзлая, слабодыстая, среднезасоленная, желто-серый	151100в
Супесь мерзлая, нельдистая, сильнозасоленная, буро-черная	151000г	Суглинок мерзлый, льдистый, сильнозасоленный, серый	141200г	Супесь мерзлая, нельдистая, сильнозасоленная, желто-серый	151000г
Суглинок мерзлый, слабодыстый, среднезасоленный, серый	141100в	Суглинок мерзлый, нельдистый, криотекстура массивная, сильнозасоленный, серый	141000г		
Супесь пластичная, охлажденная, сильнозасоленная, желто-коричневая	150100г	Суглинок мерзлый, слабодыстый, сильнозасоленный, серый	141100г	Суглинок мерзлый, слабодыстый, сильнозасоленный, желто-серый	141100г
Суглинок мягкопластичный, охлажденный, сильнозасоленный, буро-черная	140300г	Суглинок мерзлый, нельдистый, криотекстура массивная, сильнозасоленный, желто-серый	141000г		

Рисунок 6 - Описание и обозначения грунтов

В восьмом разделе, «**Результаты геофизических работ**», говорится о успешном сопоставлении геофизических данных с данными бурения, производится построение схемы распределения УЭС на глубине 3~5 метров.

Камеральная обработка и интерпретация полевого геофизического материала позволили систематизировать и обобщить значения удельных электрических сопротивлений (УЭС) для пород, наиболее характерных для верхнего чехла отложений в районе проведения работ. Наличие инженерно-геологических скважин на всех участках работ позволило выявить связи $\rho_{уд}$ с литологическим составом пород.

В ходе проведения камеральных работ были сопоставлены значения удельных электрических сопротивлений и данных геологии полученных в ходе выполнения буровых работ. Используя геологические скважины в качестве априорной информации, были подобраны наиболее верные модели строения геологической среды, что в дальнейшем позволило определить мощности слоев, значения УЭС и построить геоэлектрические границы и провести корреляцию разрезов относительно друг друга, также в межскважинном пространстве.

На рисунке 7 представлена схема распределения $\rho_{уд}$ по площадке КГС №6 для разносов $OO' = 15$ м. и длине питающих и приемных диполей $L = 5$ м., что соответствует глубине исследования 3 ~ 5 м.

Заключение. В ходе проведения камеральных работ были сопоставлены значения удельных электрических сопротивлений и данных геологии, полученных в ходе выполнения буровых работ, что позволило выявить связи $\rho_{уд}$ с литологическим составом пород.

Используя геологические скважины в качестве априорной информации, были подобраны наиболее верные модели строения геологической среды, что в дальнейшем позволило определить мощности слоев, значения УЭС и построить геоэлектрические границы.

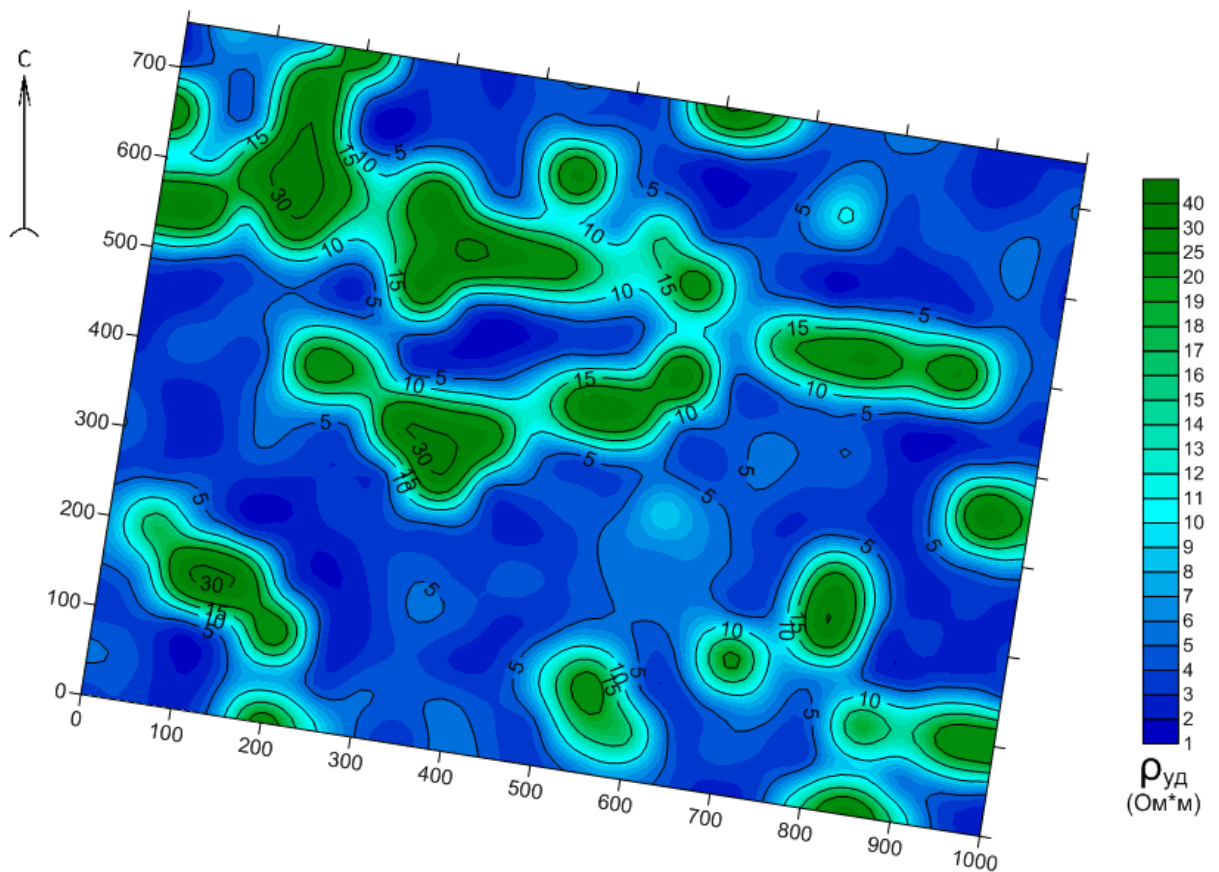


Рисунок 7 - Схема распределения $\rho_{уд}$ по площадке КГС №6, для разносов $OO' = 15$ м. и длине питающих и приемных диполей $L = 5$ м.

Производя анализ всех профилей КГС №6, частично представленных в данной работе, была построена схема распределения УЭС по площадке для разносов $OO' = 15$ м. и длине питающих и приемных диполей 5 м., что соответствует глубине исследования 3 ~ 5 м.

В результате проведенных инженерно-геофизических исследований решены поставленные задачи. Полученная схема детально отражает реальную структуру верхней части разреза исследуемого участка и согласуется с результатами бурения. Впоследствии она будет учтена при проектировке сооружений, буровой установки и отсыпного грунта.