

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

Кафедра геофизики

**Поиск зон распространения пресных подземных вод методом
вертикального электрического зондирования(на примере учебного
полигона Астраханской области)**

АВТОРЕФЕРАТ

Студента 5 курса 531 группы
направление 21.03.01 Нефтегазовое дело
геологического факультета
Кондрашова Максима Павловича

Научный руководитель

к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

В.Ю. Шигаев

Зав. кафедрой

к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2021

Введение. В работе основное внимание уделено переинтерпретации фондовых материалов вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ), полученных ранее с целью поисков подземных пресных вод на территории учебного полигона для обеспечения водоснабжения г. Астрахани.

Актуальность работы. На территории Южного Федерального округа, в Нариманском районе Астраханской области обеспечение водоснабжением полностью происходит за счет поверхностных вод реки Волги. Так как поверхностные воды подвержены интенсивному загрязнению связанной с инженерно-хозяйственной деятельностью человека, так и физико-географическое положение г. Астрахань и его окрестностей которые расположены в нижнем течении реки Волги и представляют собой своеобразную геохимическую ловушку, аккумулирующую в себе все загрязнения, поступающие верховьям Волги. Кроме того, весьма широк и трудно предсказуем перечень загрязняющих веществ, которые могут попасть в поверхностные воды в результате техногенных катастроф и аварий.

Подземные воды в этом отношении более стабильны и в определенных гидрогеологических условиях являются защищенными от подобных загрязнений. В связи с этим, возникла острая необходимость в поисках подземных источников для обеспечения хозяйственно-питьевого водоснабжения города. Проведенный комплекс исследований (геофизических, гидрогеологических и общегеологических) был направлен на изучение подземных вод современных четвертичных отложений.

Важной составляющей комплекса геофизических исследований на пресные подземные воды являются электроразведочные исследования методом ВЭЗ, который доказал высокую эффективность при проведении многочисленных инженерно-гидрогеологических изысканий в различных геологических условиях.

Целью бакалаврской работы является поиск зон распространения пресных подземных вод методом ВЭЗ на учебном полигоне Астраханской области.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие **задачи**:

1. Ознакомиться с геологическим строением исследуемой территории, используя имеющиеся фондовые материалы.
2. Изучить физико-геологические основы электроразведочных исследований (метод ВЭЗ), методику и задачи проводимых работ на участке исследований, а также процедуру интерпретации полевых материалов.
3. Описать результаты, полученных на исследуемой площади в ходе переинтерпретации материалов ВЭЗ. Выявить в геологическом разрезе зоны распространения пресных подземных вод и, исходя из этого, дать рекомендации на постановку бурения водозаборных скважин.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения и списка использованных источников. Материал изложен на 43 страницах, включает 8 рисунков, а также 8 приложений. Список использованных источников содержит 24 наименования.

Основное содержание работы: В разделе 1 «Геологическое строение исследуемой территории» приводятся материалы, позволяющие получить представление об особенностях геологического строения изучаемого района. В подразделе 1.1. дается литолого-стратиграфическая характеристика разреза учебного полигона в Нариманском районе Астраханской области. В геологическом строении исследуемой площади принимают участие глубоко погруженные палеозойские, мезозойские и выходящие на дневную поверхность кайнозойские породы. Объектом изучения являются четвертичные отложения, вмещающие пресные подземные воды, поэтому описание дочетвертичных отложений не приводится.

В подразделе 1.2 отмечаются тектонические сведения об участке исследований, который находится в пределах Прикаспийской синеклизы, где выделен Астраханский свод, являющийся положительной новейшей структурной формой второго порядка. Данная структура расположена по правому и левому берегу р. Волги к северу и северо-западу от её дельты.

В гидрогеологическом отношении (подраздел 1.3) исследуемая территория относится к Прикаспийскому артезианскому бассейну I порядка.

Подраздел 1.4 охватывает изученность территории методом ВЭЗ в пределах рассматриваемого участка, где проводились наземные и акваториальные электроразведочные исследования, основной целью которых было выявление зон (участков, интервалов и т. п.) распространения пресных подземных вод.

Раздел 2 посвящен физико-геологическим основам, методике работ, задачам, решаемых в рамках электроразведочных исследований, интерпретации результатов. В подразделе 2.1 рассмотрены физико-геологические основы метода ВЭЗ, который с 1928 г. широко применяется при геологоразведочных и изыскательских работах.

Описана техника выполнения зондирования, когда на поверхности земли собирается установка, состоящая из двух питающих электродов А и В и двух измерительных (приемных) электродов М и N, расположенных симметрично относительно центра О, который называется точкой записи.

Через А и В от батареи или генератора в землю поступает электрический ток I, а между М и N с помощью прибора измеряют разность потенциалов ΔU . Сделав первый замер, увеличивают разнос АВ примерно на 20 % и вновь измеряют ток I и разность потенциалов ΔU . Так же описаны примеры полевой кривой ВЭЗ над трехслойным разрезом с промежуточным слоем низкого сопротивления, и методы работы с ВЭЗ как с поверхности земли, так и с поверхности акваторий или со дна.

Подраздел 2.2. описывает детализационные работы направленные на уточнение положения контура пресных подземных вод непосредственно под р. Волгой с выходом на берег учебного полигона, а также по берегу на восточной и юго-восточной частях полигона по линии возможного водозабора. Методика выполненных детализационных исследований отличается тем, что расстояния между пикетами (точками ВЭЗ) сокращают.

На данном этапе были выполнены акваториальные ВЭЗ, наземные ВЭЗ. Общие объемы работ составили: наземные ВЭЗ – 492, а акваториальные ВЭЗ – 230 физических точек.

Материалы проведения ВЭЗ при решении гидрогеологических задач представлены в подразделе 2.3. Основной целью электроразведочных исследований являлось выделение и оконтуривание зон, перспективных для поисково-оценочных работ на воду на учебном полигоне. Для участка исследований эти зоны представлены песками, вода в которых имеет минерализацию менее 1 г/л.

Для достижения цели применялась наземная и акваториальная электроразведка методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ).

В ходе работ предстояло выделить и оконтурить в плане и по глубине в продуктивном горизонте зоны, перспективные для бурения на воду, а также оценить минерализацию подземных вод.

Подраздел 2.4 «Интерпретация данных вертикального электрического зондирования» состоит из подраздела 2.4.1 который содержит материалы по интерпретации кривых вертикального электрического зондирования в программе IPI2WIN.

Полевые материалы, полученные на участке работ, были проинтерпретированы с использованием данной программы, которая разработана специалистами МГУ (Бобачев А.А. Шевнин В.А.Модин И.Н.) с использованием системы программирования Delphi 5 фирмы Borland Int. Программа IPI2Win разработана для автоматической и полуавтоматической (интерактивной) интерпретации данных различных модификаций вертикальных электрических зондирований, в том числе традиционными установками.

Особое внимание уделено интерактивной интерпретации, которая основана на выборе концепции геологического строения по профилю и позволяет наилучшим образом использовать априорную информацию в

сложных геологических ситуациях. Главное окно программы IPI разделяется на три основных части, как это показано на рисунке 1.

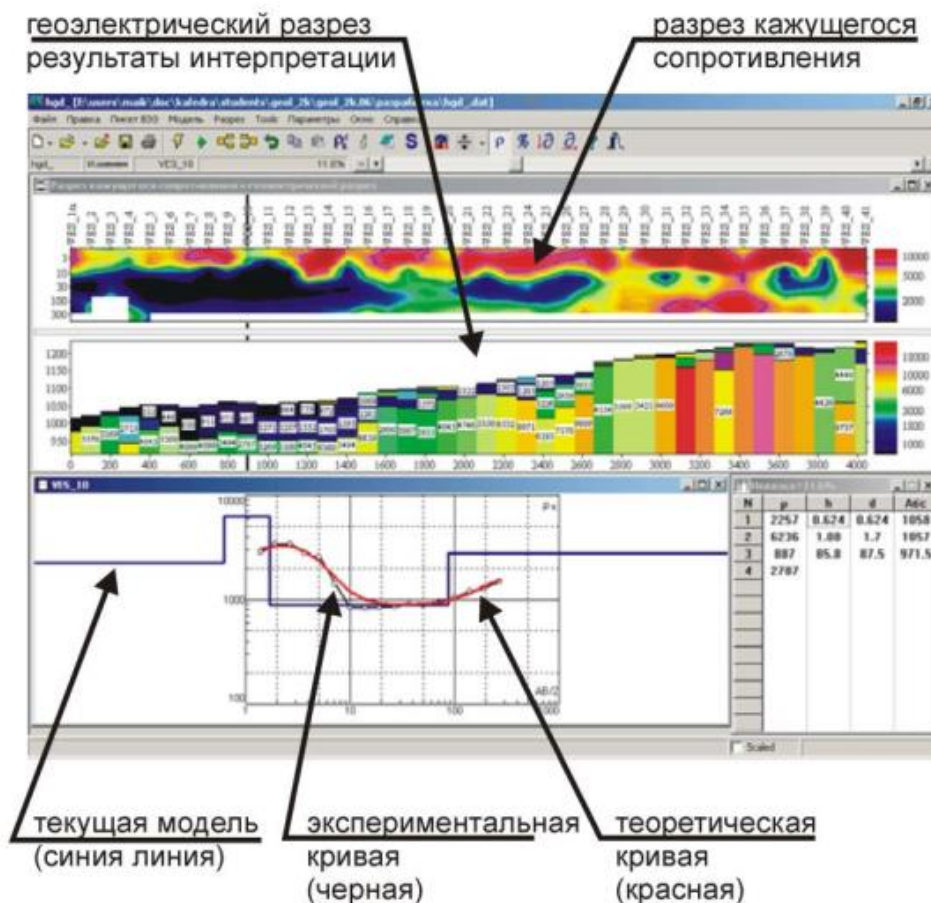


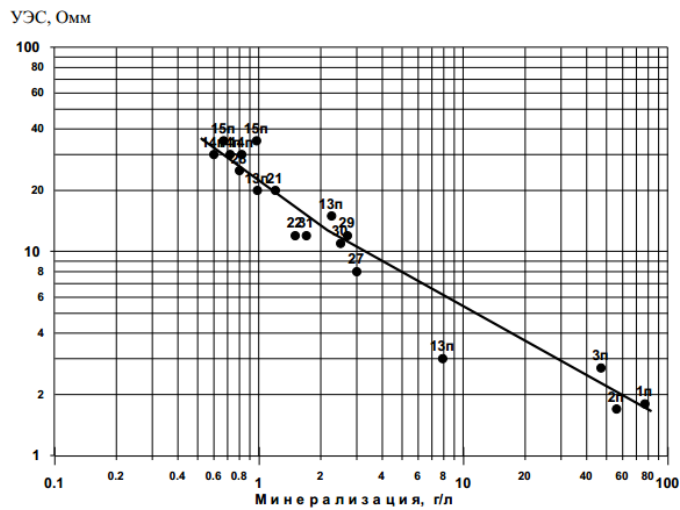
Рисунок 1- Главное окно программы IPI2Win .

Геологическая и гидрогеологическая интерпретация сводится к увязке литологического состава выделенных геoeлектрических горизонтов с результатами бурения и геофизических исследований скважин (ГИС), оценке минерализации подземных вод продуктивного горизонта (подраздел 2.4.2).

Оценка литологического состава выделенных геoeлектрических горизонтов выполняется на основании параметрических измерений, выполненных в пунктах с известным разрезом (шурфы, скважины, участки отбора донных проб на гранулометрический состав и прочее). В качестве опорных данных, позволяющих установить связь литологического состава пород и УЭС, может быть использован опыт работ на участках со сходными геологическими условиями.

В итоге, после интерпретации, получают геоэлектрические разрезы по профилям ВЭЗ с нанесением литологического состава выделенных горизонтов и линией рельефа дна (при акваториальных работах), составляют таблицы или строят графики соответствия литологии и УЭС выделенных геоэлектрических горизонтов.

Раздел 3 «Результаты исследований» посвящен результаты переинтерпритации данных ВЭЗ, полученным по трем профилям (6-Д, 8-Д и 12-Д). Основным фактором, определяющим изменчивость УЭС пород на участке исследований, является содержание в них водорастворимых солей (минерализация). На рисунке 2 приведена зависимость УЭС пород от минерализации подземных вод по данным параметрии, бурения и химических анализов отобранных проб.



Исходные данные

Неп.п.	№ скв	Инт-л	Мин, г/л	УЭС, Омм
1	21	10 - 25	1,2	20
2	22	10- 25	1,5	12
3	27	10 - 25	3	8
4	28	10 - 25	0,8	25
5	29	10 - 25	2,7	12
6	30	10 - 25	2,5	11
7	31	10 - 25	1,7	12
8	1п	24 - 31	77	1,8
9	3п	34 - 40	47	2,7
10	2п	23 - 60	56	1,7
11	13п	13 - 14	0,98	20
13	13п	17 - 18	2,26	15
14	13п	22 - 23	7,9	3
15	14п	14 - 15	0,82	30
16	14п	18 - 19	0,72	30
17	14п	23 - 24	0,6	30
18	15п	8 - 9	0,67	35
19	15п	13 - 14	0,97	35

Рисунок 2 - Эмпирическая зависимость УЭС песков от минерализации подземных вод (цифра – номер скважины).

Указанная зависимость использовалась при выделении в геоэлектрических разрезах зон с различной минерализацией подземных вод по продуктивному интервалу. По рассматриваемым профилям составлены геоэлектрические разрезы. Первый от поверхности геоэлектрический горизонт уверенно отождествляется с зоной аэрации и имеет мощность, как правило, не более 3-х метров (на профиле 6-Д возле 224 пикета мощность увеличивается до 7 м), как показано на рисунке 3.

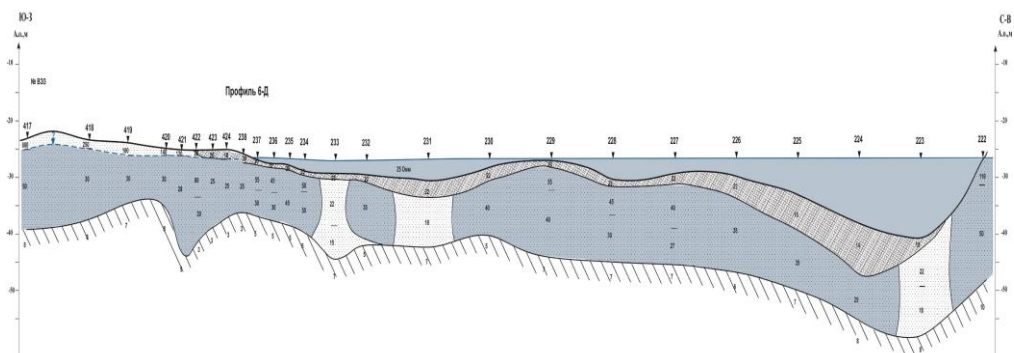


Рисунок 3 – Геоэлектрический разрез по профилю 6-Д

Анализ плановой изменчивости УЭС этого горизонта позволяет выделить две группы значений. Для одной группы типовыми являются значения от 80 Омм и выше (до 500 – 600 Омм). Эти значения характерны для слабовлажных песков с разной степенью глинистости. Для второй группы типовыми являются значения 18 – 35 Омм. Эти значения типичны для преимущественно глинистых отложений зоны аэрации (суглинки, супеси). Для точек, отработанных с воды, кровля этого интервала выбиралась, как дно р. Волги. Придонные отложения представлены преимущественно суглинками и супесями (13 – 25 Омм), но иногда в прибрежной зоне фиксируются пески с УЭС равным 110 Омм (пикет 222 профиля 6-Д).

По разрезам выделяются участки, где над горизонтом с пресными подземными водами залегают пески. Эти участки выделяются как по острову (преимущественно в прибрежной зоне), так и по дну р. Волги, тоже в прибрежной зоне (пикет 222 профиля 6-Д). Предполагается, что по этим

участкам может происходить поступление пресных вод (дождевых и речных) в целевой водоносный горизонт.

Второй геоэлектрический горизонт представляет собой продуктивный интервал – водоносный голоценовый аллювиальный горизонт. Он сложен преимущественно песками. Его мощность в основном от 10 до 20 м. Однако, на профиле 12-Д на участке между 496 и 498 пикетами выделяется узкая зоны с мощностью до 30 м, как показано на рисунке 4.

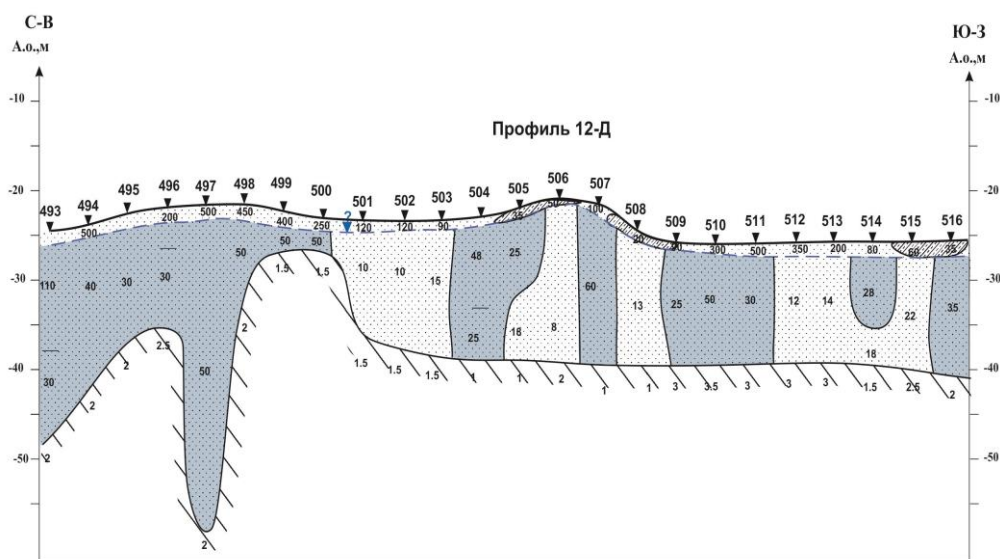


Рисунок 4 – Геоэлектрический разрез по профилю 12-Д

Также на этом профиле фиксируется зона с малой мощностью – 2,5-2 м (участок между 498 и 501 точками). Данный горизонт характеризуется значениями УЭС преимущественно от 15 до 50 Ом. Стоит отметить, что в этом горизонте наблюдается некая тенденция к снижению значений УЭС у его подошвы. Данный факт свидетельствует о повышении минерализации пластовых вод в связи с замедленным водообменом в нижней части горизонта.

Третий геоэлектрический горизонт, в гидрогеологическом отношении представляющий водоносный хазарский морской горизонт, преимущественно сложенный песками, отличается весьма низкими значениями УЭС – меньше 10 Ом (чаще 1 – 3 Ом). При столь низких значениях УЭС для песчано-глинистых пород единственным фактором, определяющим величину УЭС, является содержание водорастворимых солей.

Для зафиксированных значений УЭС минерализация составляет от 15 – 20 г/л и более.

В продуктивном интервале были выделены зоны (участки) с пресными водами (минерализация менее 1 г/л). Граница между пресными водами и водами с повышенной минерализацией в песках проводилась по значению 25 Омм, т. е. пластовая вода считалась пресной, если УЭС больше, либо равно 25 Омм. Исходя из полученных результатов, можно рекомендовать постановку бурения водозаборных скважин в пределах пикетов 417-238 профиля 6-Д (береговая часть острова) и в пределах точек 493-500, 504-505, 507, 509-511, 514 и 516 профиля 12-Д.

Заключение. В представленной работе основное внимание уделено переинтерпретации фондовых материалов ВЭЗ, полученных ранее с целью поисков подземных пресных вод на территории учебного полигона для обеспечения водоснабжения г. Астрахани. Приводятся результаты электроразведочных исследований методом ВЭЗ, проведенных в восточной и северо-восточной части района работ.

Анализ полученных результатов показал, что первый от поверхности геоэлектрический горизонт уверенно отождествляется с зоной аэрации. По изменениям значений УЭС данного горизонта выделяется два литотипа – слабовлажные пески с разной степенью глинистости (УЭС 80-600 Омм) и преимущественно глинистые отложения – суглинки, супеси (УЭС 18-35 Омм).

По разрезам выделяются участки, где над горизонтом с пресными подземными водами залегают пески. Эти участки отмечаются как по Учебному полигону (преимущественно в прибрежной зоне), так и по дну р. Волги (в прибрежной зоне). Предположительно по этим участкам может происходить поступление пресных вод (дождевых и речных) в целевой водоносный горизонт.

Второй геоэлектрический горизонт представляет собой продуктивный интервал – водоносный голоценовый аллювиальный горизонт (объект

исследования). Он сложен преимущественно песками (УЭС 15-50 Ом). В этом горизонте наблюдается некая тенденция к снижению значений УЭС у его подошвы, что свидетельствует о повышении минерализации пластовых вод в связи с замедленным водообменом в нижней части горизонта.

Третий геоэлектрический горизонт, в гидрогеологическом отношении представляющий водоносный хазарский морской горизонт, преимущественно сложенный песками, отличается весьма низкими значениями УЭС – чаще всего от 1 до 3 Ом (пластовая вода обладает высокой минерализацией).

В продуктивном интервале по рассматриваемым профилям были выделены зоны распространения пресных вод, расположенные в прибрежной части острова и непосредственно под руслом р. Волга. Исходя из этого, даны рекомендации на проведение бурения водозаборных скважин.

При написании бакалаврской работы, автором:

1. Рассмотрено геологическое строение исследуемой территории по имеющимся фондовым материалам.
2. Изучены физико-геологические основы электроразведочных исследований (метод ВЭЗ), методика и задачи проводимых работ на участке исследований, а также процедура интерпретации полевых материалов.
3. Приведены результаты, на исследуемой площади, в которых выделены зоны распространения пресных подземных вод и, исходя из этого, даны рекомендации на постановку бурения водозаборных скважин.

Таким образом, основную цель исследований можно считать достигнутой. Подготовка и написание работы позволило закрепить теоретические знания, полученные автором в процессе аудиторных занятий в университете, ознакомиться с опытом работы геофизических предприятий, а также овладеть производственными навыками и приобрести профессиональные компетенции в ходе картирования участков распространения пресных подземных вод учебного полигона.