

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**«Изучение инженерно-геологических условий пенетрационным  
каротажом на примере Лянторского месторождения»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 4 курса 403 группы  
направление 05.03.01 геология  
геологического ф-та  
Язикова Василия Викторовича

**Научный руководитель**

К. г. –м.н., доцент \_\_\_\_\_  
подпись, дата

Ю.Г. Шигаев

**Зав. кафедрой**

К. г.- м.н., доцент \_\_\_\_\_  
подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2016 год

## Введение

В дипломной работе рассмотрен один из важнейших методов инженерной геофизики- пенетрационный каротаж. Он основан на изучении свойств ВЧР, в частности свойств грунтов. Без этого метода невозможно было бы строительство многих зданий, которые обязательно учитывают результаты полученные с его помощью.

Цель бакалаврской работы состоит в изучении свойств грунтов Лянторского месторождения с помощью пенетрационного каротажа, в условиях крайнего Севера.

Исходя из этого, выстраивается ряд задач, а именно:

1. Ознакомиться с типами зондов, применяемыми в этом методе;
2. Изучить методику проведения работ;
3. Рассмотреть цель пенетрационного каротажа
4. Получить результаты

Структурно дипломная работа состоит из введения, трёх разделов и заключения. В первом разделе даны общие сведения района работ, его литолого-стратиграфическая характеристика, тектоническое строение, нефтегазоносность. Во второй проведена краткая характеристика пенетрационного каротажа, описание методики работ и оборудования. В третьем разделе проанализированы результаты полученные на кустах скважин Лянторского месторождения. Заключение содержит основные выводы, сделанные по результатам проведенного исследования Лянтора

## Содержание работы

В первом разделе работы даётся краткая геолого-геофизическая характеристика района работ. В орографическом отношении территория Лянторского месторождения представляет собой слабо пересеченную, значительно заболоченную аккумулятивную равнину. Абсолютные отметки рельефа изменяются от +45м (южная часть) до +80м (северная часть).

Климат района месторождения континентальный. Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца (января) -24оС, с абсолютным минимумом -51 оС. Среднегодовая температура воздуха – -3.8 оС.. Средняя температура самого теплого месяца (июля) – +17оС, абсолютный максимум – +32 оС.. Зима продолжительная, суровая и снежная. Толщина снежного покрова достигает – 50–65 см.

Гидрографическая сеть развита широко и представлена рекой Пим и сетью ее притоков. На водоразделах расположены озера и болота различных размеров. Наиболее крупные озера: Мойкетлор, Токтурилор и другие.

На территории месторождения судоходна лишь река Пим. Большая часть территории покрыта труднопроходимыми болотами. Лесные массивы расположены вдоль рек, а на водоразделах участками среди обширных болот, занимают 12% от общей площади и состоят из кедра, лиственницы, сосны и березы. Болотистые участки покрыты мхом, реже встречаются редколесье. Среди источников питьевого и технического водоснабжения возможно использование пресных поверхностных вод, пресных подземных вод четвертичных и палеогеновых отложений. В непосредственной близости от месторождения находится город Лянтор, расположенный на левом берегу реки Пим. Наиболее крупный населенный пункт город Сургут, расположен в 80км. к юго-востоку от месторождения. Действующий магистральный нефтепровод Усть-Балык - Омск проходит в 75км к юго-востоку от месторождения.

Табл. 1- Измерение удельного электрического сопротивления грунтов.

№ П/П	Адрес места измерения	Характеристика грунта с поверхности	Расстояние а, м	Сопротивление		Коррозионная активность
				R, Ом	$\rho$ , Ом·м	
Нефтегазопровод от куста скважин 678						
1	ПК 0	ПРС	2,0	45,5	571,5	низкая
2	ПК 1	ПРС	2,0	34,9	438,3	низкая
3	ПК 2	ПРС	2,0	28,9	363,0	низкая
4	ПК 3	ПРС	2,0	65,4	821,4	низкая
5	ПК 4	ПРС	2,0	75,1	943,3	низкая
6	ПК 5	ПРС	2,0	39,4	494,9	низкая
7	ПК 6	ПРС	2,0	65,9	827,7	низкая
8	ПК 7	ПРС	2,0	35,1	440,9	низкая
9	ПК 8	ПРС	2,0	24,5	307,7	низкая
10	ПК 9	ПРС	2,0	25,9	324,9	низкая
11	ПК 10	ПРС	2,0	34,7	435,8	низкая
12	ПК 11	ПРС	2,0	67,1	842,8	низкая
13	ПК 12	ПРС	2,0	74,1	930,7	низкая
14	ПК 13	ПРС	2,0	69,4	871,7	низкая
15	ПК 14	ПРС	2,0	80,1	1006,1	низкая
16	ПК 15	ПРС	2,0	59,4	746,1	низкая
17	ПК 16	ПРС	2,0	41,1	516,2	низкая
18	ПК 17	ПРС	2,0	45,9	576,5	низкая
19	ПК 18	ПРС	2,0	36,6	459,7	низкая
20	ПК 19	ПРС	2,0	27,8	349,2	низкая
21	ПК 20	ПРС	2,0	19,4	243,7	низкая
22	ПК 21	ПРС	2,0	15,8	198,4	низкая
23	ПК 22	ПРС	2,0	27,4	344,1	низкая
24	ПК 23	ПРС	2,0	31,0	389,4	низкая
25	ПК 24	ПРС	2,0	78,4	984,7	низкая
26	ПК 25	ПРС	2,0	68,1	855,3	низкая
27	ПК 26	ПРС	2,0	44,2	555,2	низкая
28	ПК 27	ПРС	2,0	42,8	537,6	низкая
29	ПК 28	ПРС	2,0	58,9	739,8	низкая
30	ПК 29	ПРС	2,0	23,5	295,2	низкая
31	ПК 30	ПРС	2,0	18,8	236,1	низкая
32	ПК 31	ПРС	2,0	38,7	486,1	низкая
33	ПК 32	ПРС	2,0	57,6	723,5	низкая
34	ПК 33	ПРС	2,0	80,2	1007,3	низкая
35	ПК 34	ПРС	2,0	48,3	606,6	низкая
36	ПК 35	ПРС	2,0	37,9	476,0	низкая
37	ПК 36	ПРС	2,0	31,8	399,4	низкая
38	ПК 37	ПРС	2,0	27,1	340,4	низкая
39	ПК 38	ПРС	2,0	26,5	332,8	низкая

Также на месторождении проводились радиолокационные профилирования. Профилирование выполнялось георадаром «ОКО-2» с неизменным расстоянием между передатчиком и приёмником расположенных в корпусе антенного моноблока. По результатам профилирования была получена радарограмма (рис.1), для которой пересчитывалась диэлектрическая проницаемость полученная в лабораторных условиях по результатам анализа проб керна с данного участка исследования. В случае отсутствия лабораторных значений, для расчёта диэлектрической проницаемости применялся метод подбора гиперболы. Получив истинное значение диэлектрической проницаемости в программе «GeoScan-32» была произведена обработка и интерпретация радарограммы.

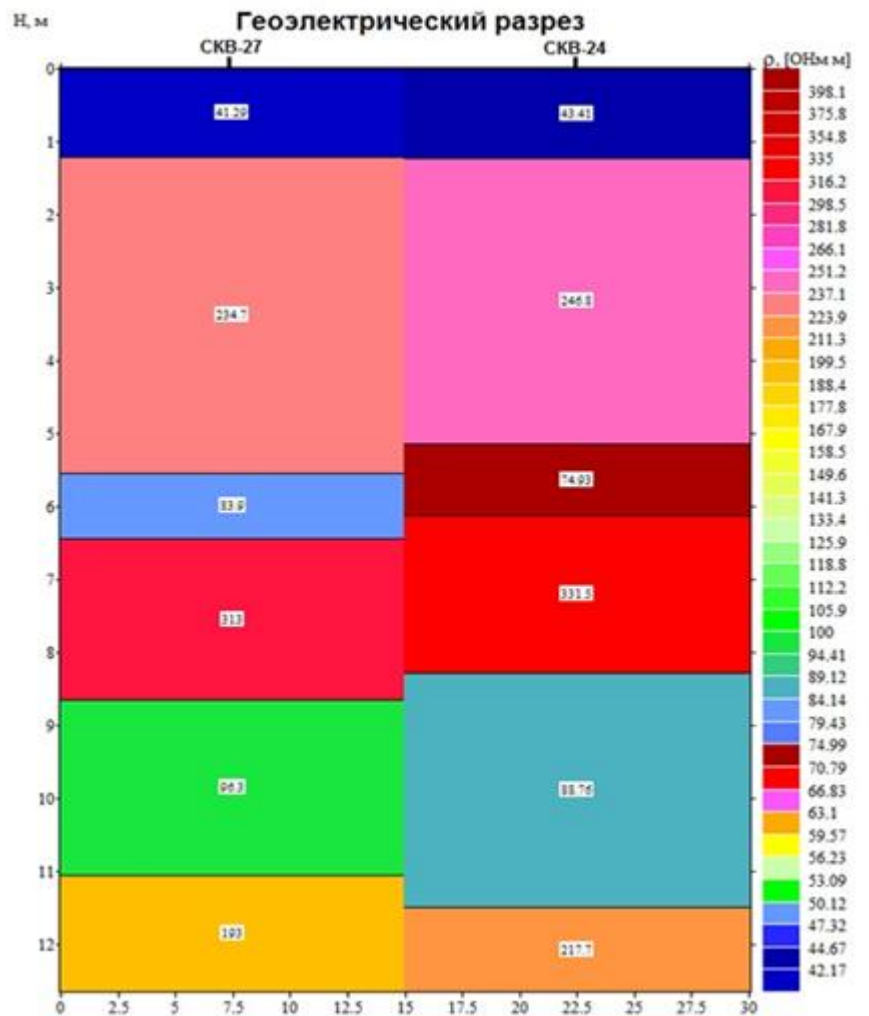


Рисунок 1- Геозлектрический разрез по данным радиолокационного зондирования.

Также в моей работе была рассмотрена тектоника и нефтегазоносность исследуемой территории в условиях крайнего Севера.

Во втором разделе был рассмотрен пенетрационный каротаж, его цели, методика работ, оборудование. Стоит отметить что под зондированием понимается исследование как физических, так и механических свойств грунтов путём вдавливания в них стального стержня с коническим наконечником, называемого зондом (рисунок 2).

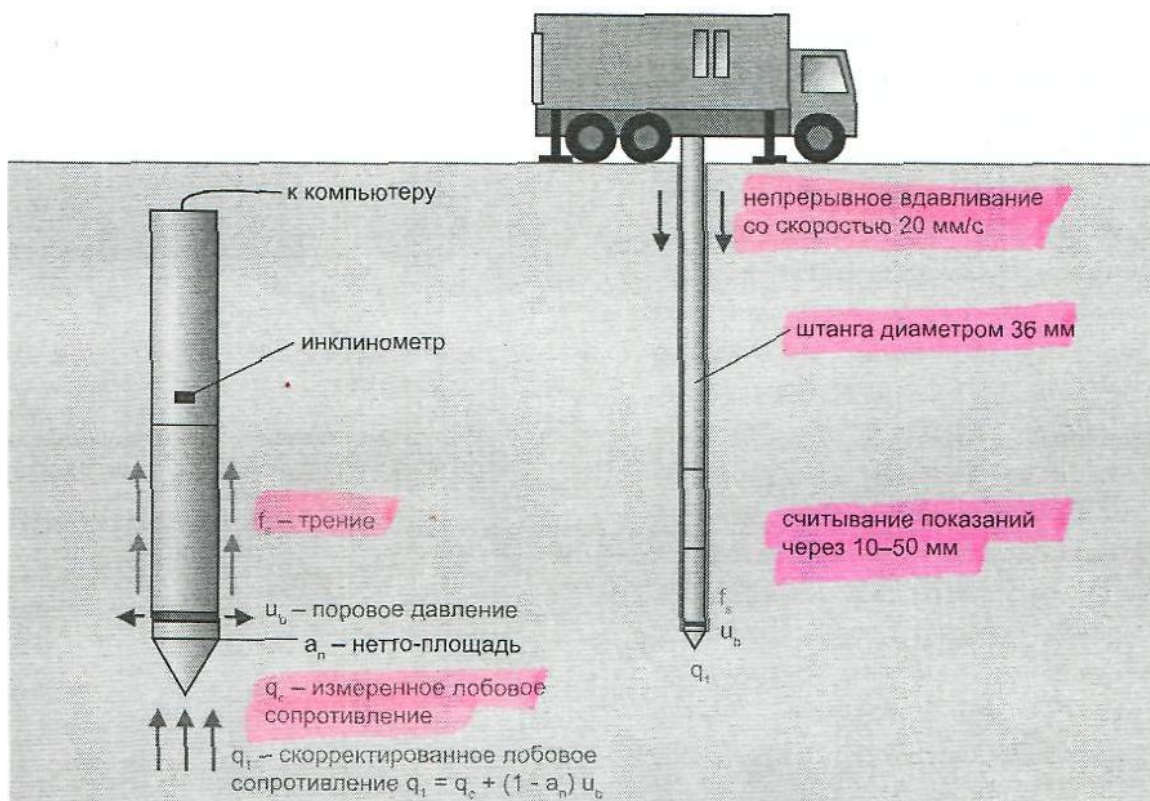


Рисунок 2- Схема испытаний грунтов методом пенетрации.

При погружении зонда исследуется отклик грунтов в виде их сопротивления его погружению. Процесс зондирования часто называют пенетрацией. Поэтому в технической литературе зонд часто называют пенетрометром, хотя последний включает в себя не только сам зонд, но и штанги, устройство нагружения и измерительную систему. Пенетрация выполняется с использованием или небольших передвижных устройств с усилием вдавливания до 2 кН, или установок на самоходном пневматическом или гусеничном шасси с усилием вдавливания до 10-15 кН. Глубина пенетрации зависит от конструкции зонда, но определяется в основном массой автомобиля, которая может достигать 20-25 т. Анкеровка автомашины применяется в практике испытаний редко.

Стандартный зонд имеет диаметр цилиндрической части 35,7 мм, величину угла при вершине осевого сечения конуса  $60^\circ$ , площадь проекции (основания) конуса  $10 \text{ см}^2$ , площадь муфты трения (боковой поверхности)  $150 \text{ см}^2$ . Выпускаются и более мощные зонды диаметром 44 мм с площадью проекции конуса  $15 \text{ см}^2$  и площадью муфты трения  $200-225 \text{ см}^2$ . Однако с

целью унификации испытаний в различных странах рекомендуется использовать зонды первого типа. Штанги имеют, как правило, длину 1 м с внешним диаметром 35, 7 мм и внутренним диаметром 22 мм. В большинстве случаев используются проводные зонды. Провод пропускается сквозь штанги и соединяется с измерительной системой (на поверхности грунта), которая включает в себя усилитель сигналов, поступающих от датчиков, аналого-цифровой преобразователь и компьютер (встроенный или ноутбук).

В последнее время в связи с развитием микроэлектротехники стали выпускаться зонды со встроенной измерительной системой. При этом в компьютер на поверхность уже не удаётся, поэтому необходимо контролировать его положение).

В данном разделе была дана характеристика пьезозонда и сейсмозонда. Сейсмозонд отличается от пьезозонда наличием дополнительных датчиков, которые позволяют измерять скорость прохождения поперечной волны, возникающей при ударном воздействии на поверхность грунта. В качестве датчиков используются геофоны (сейсмодатчики). В последнее время для этой цели стали использоваться акселерометры типа MEMS.

Динамическая нагрузка на поверхности грунта создаётся при помощи обычного молотка весом 5-10 кг, которым ударяют по металлической пластине. Возникающая сейсмическая волна регистрируется геофоном. Обычно используется три геофона, встроенных в зонд. Данные измерений поверхности грунта передается не аналоговый, а цифровой сигнал, но кабель всё равно используется. Разрабатывается конструкция зонда со встроенной измерительной системой и памятью для записи данных измерений.

Однако существует одна проблема, которая пока ещё не нашла удовлетворительного решения. Это передача информации с инклинометра на поверхность грунта об отклонении зонда от вертикали (после достижения определённой величины отклонения зонд без повреждения вынуть на

позволяют определить характеристики грунтов. Измерив скорость прохождения поперечной волны, находят упругий момент сдвига  $G$ . На рисунке 3 показаны результаты полевых испытаний грунтов с использованием сейсмозонда.

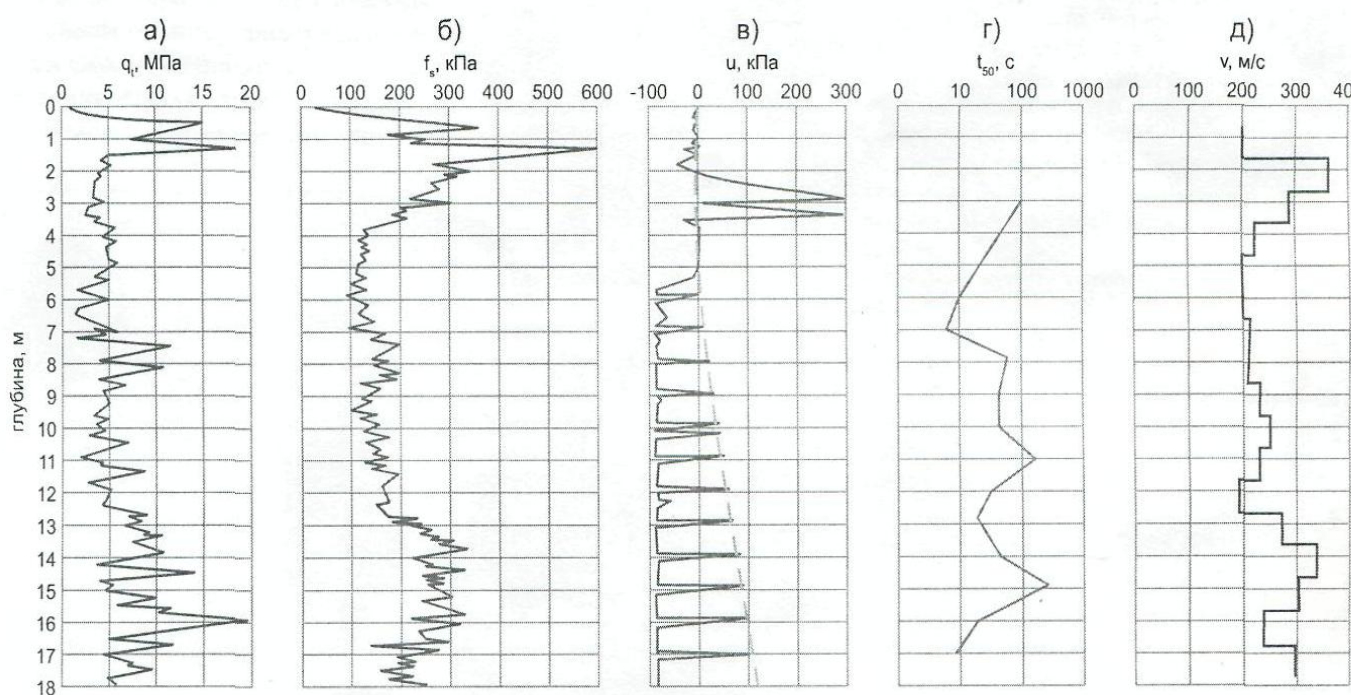


Рисунок 3- Профили, построенные по результатам испытаний с использованием сейсмозонда:

- а— сопротивление внедрению конуса;
- б— сопротивление трению по боковой поверхности зонда;
- в— поровое давление на основании конуса;
- г— время регистрации упругой волны;
- д— скорость поперечной волны

Таким образом, можно сделать вывод что пенетрационный каротаж наряду с другими геофизическими методами занимает важнейшую роль в исследовании ВЧР, в частности грунтов. При инженерно-геологических исследованиях этот метод является крайне важным и позволяет исследовать различные характеристики грунта, данные этих исследований, активно используются при строительстве различных сооружений.

В третьем разделе рассматривались результаты, полученные на производственной практике в городе Сургут.



В ходе изысканий на скважине № 17 были получены данные и исследованы некоторые параметры грунтов. Для этих целей применялся сейсмозонд. Полученные результаты иллюстрируются приведённым ниже графиком.

$q_c$ – сопротивление внедрению конуса;

$f_c$ – сопротивление трению по боковой поверхности зонда.

В интервале глубин 2.2- 3.6 м. наблюдаем резкий скачок сопротивлений (рисунок 4) внедрению конуса, вероятнее всего данный пласт представлен песчаниками, в интервале глубин от 6м и более наблюдаем ещё один резкий скачок сопротивлений внедрению конуса, данный интервал представлен многолетнемёрзлыми породами. Кривая сопротивления трению по боковой поверхности зонда ведёт себя достаточно спокойно, но наблюдаем резкий скачок сопротивления в интервале от 6 м и более, это связано с появлением многолетнемёрзлых пород в заданном интервале.

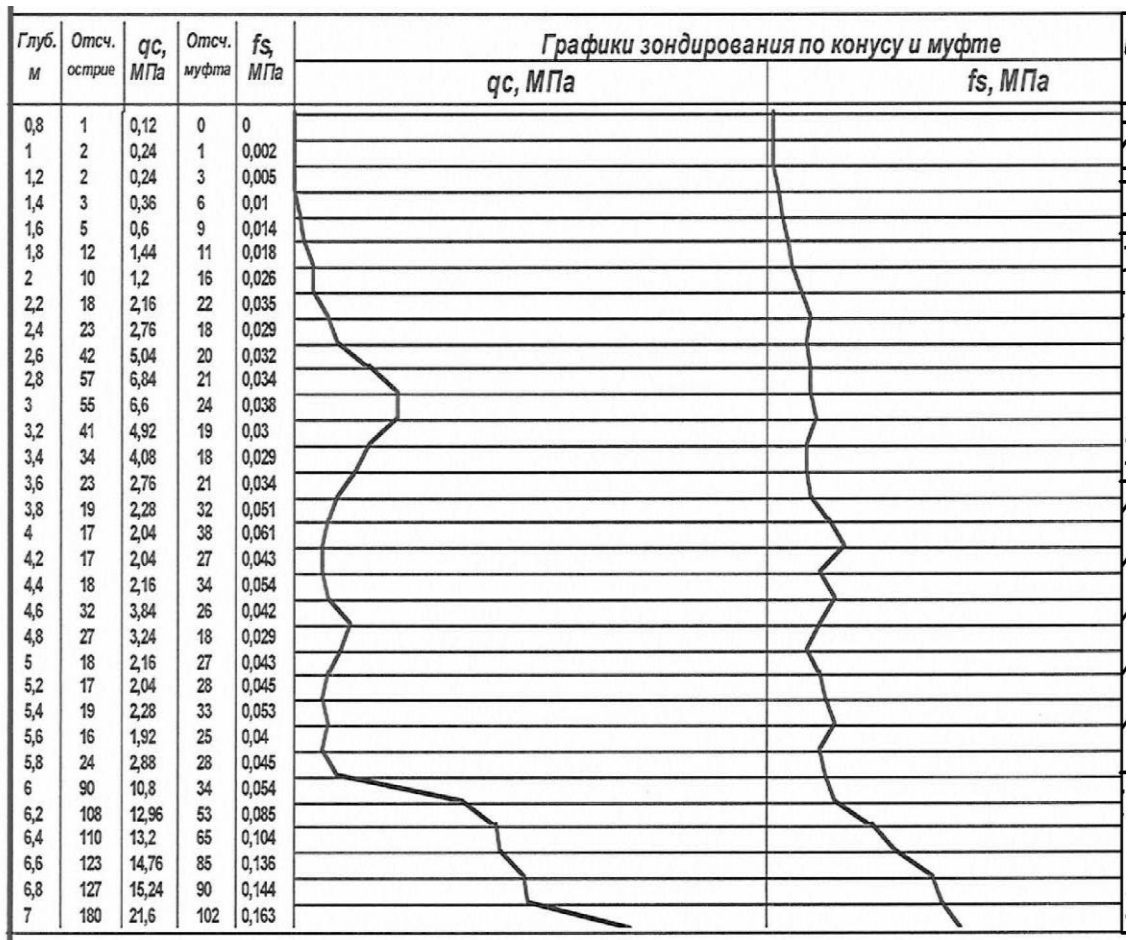


Рисунок 4- Графики зондирования по конусу и муфте на скважине № 17.

## Заключение

На основании проведенного исследования можно сделать следующий вывод, что на данных кустах скважин Лянторского месторождения № 17,23,28, кривые ведут себя довольно монотонно и наибольший скачок сопротивления мы наблюдаем в нижней части графиков, что свидетельствует о присутствии многолетнемёрзлых пород в ВЧР. Таким образом на территории работ возможно использование пенетрационного каротажа в инженерно-геологических целях, построении площадок под строительство скважин и их дальнейшая эксплуатация в промышленных целях.

Выражаю свою благодарность при написания дипломной работы руководителю во время производственной практики, ведущему геофизику Сергею Владимировичу Поминову, который помог получить практические знания в направлении инженерной геофизики.