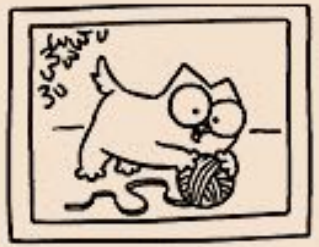
Задача 1. Измерение скоростей продольных волн в образцах методом прямого просвечивания.

Бригада №2:
Алексеев Александр
Борисёнок Вероника
Короткова Ирина
Лёвина Анна
Луканов Арслан
Савин Сергей
Толстихин Роман

Цели

Выполнили:
Короткова
Ирина
Лёвина Анна

1. Получение навыков работы с ультразвуковой аппаратурой
2. Определение времени задержки аппаратуры
3. Измерение скоростей продольных волн на эталонных образцах и образцах горных пород разных типов, получение представлений об изменениях диапазонов скоростей в горных породах
4. Получение представлений о точности лабораторных методов



Ход выполнения работ

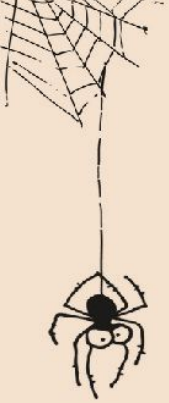
- Проведение измерений. Методика прямого просвечивания: источник и приемник располагаются на противоположных гранях образца
- Определение времён первых вступлений волны и вычисление задержек в аппаратуре (получилось 2,75 мс).

$\Delta t = t_{p_изм1} + t_{p_изм2}$ - $t_{p_изм_12}$,

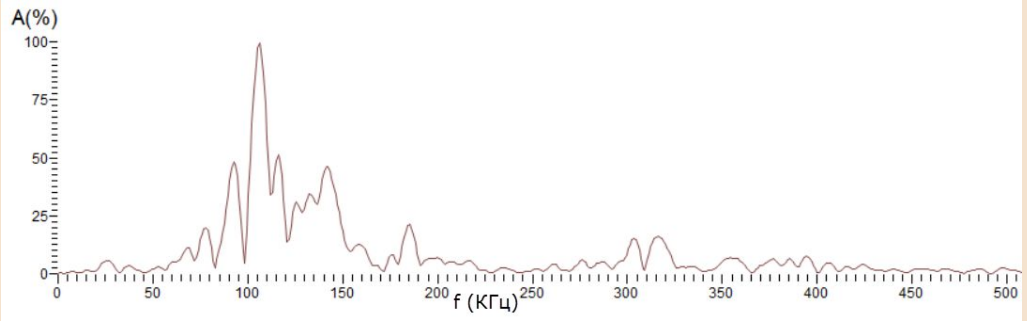
$t_p = t_{p_изм} - \Delta t$,

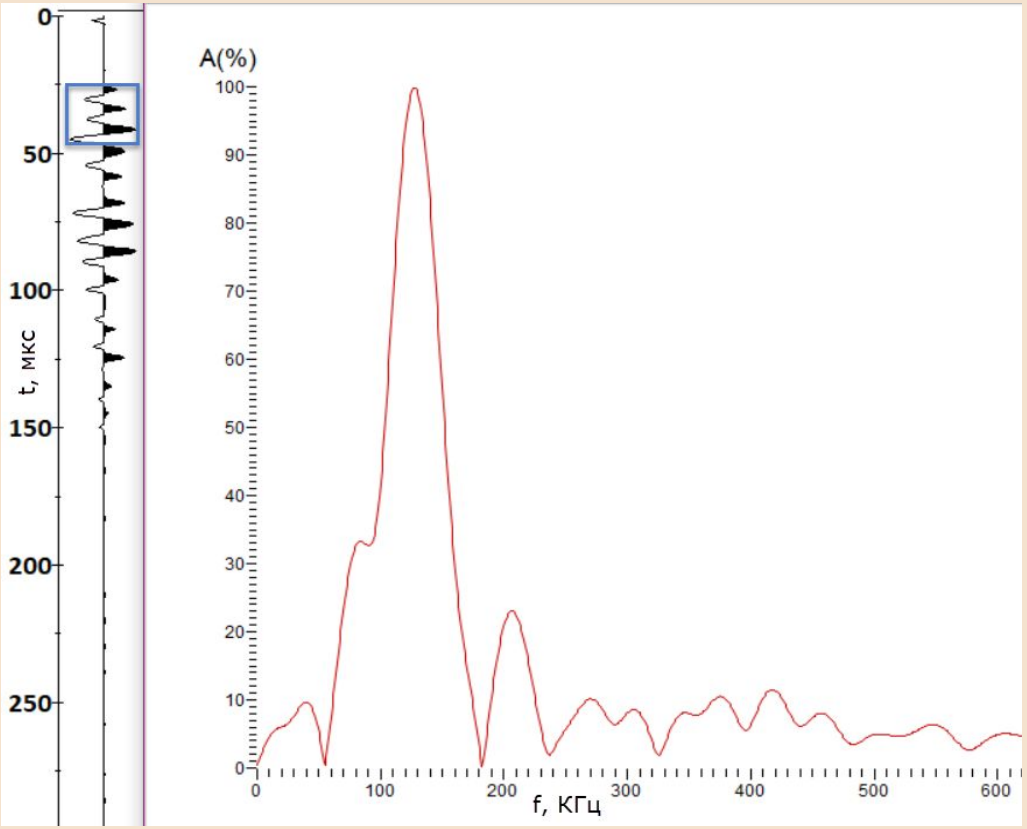
где $t_{p_изм1}$ - время прихода волны на 1 образце, $t_{p_изм2}$ - время прихода волны на втором образце, $t_{p_изм_12}$ - время прихода волны, прошедшей через два образца сразу, Δt – задержка аппаратуры

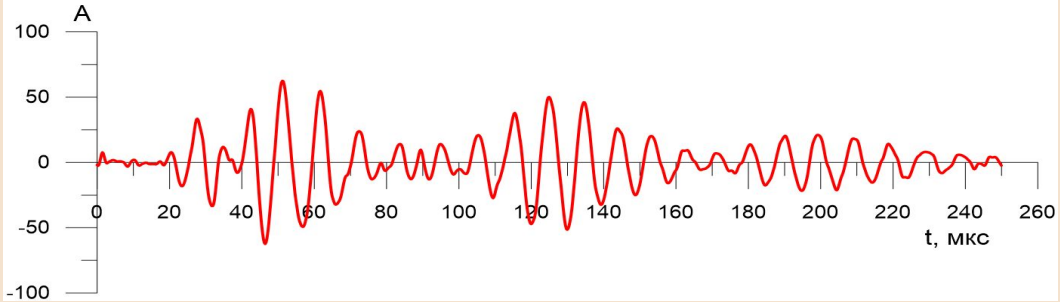
- Вычисление среднего арифметического для t_p (время первого вступления) и L (длина образца)
- Вычисление средней квадратичной погрешности
- Вычисление стандартного отклонения среднего арифметического
- Выбранный доверительный интервал – 0,99
- Аппаратурная погрешность для t_p - 0,25 мс, для L – 0,1 мм
- Вычисление случайной погрешности
- Вычисление полной погрешности
- Вычисление относительной погрешности
- Расчет скоростей Vp и определение полной и относительной погрешности для косвенных измерений



Уголь (сторона I)

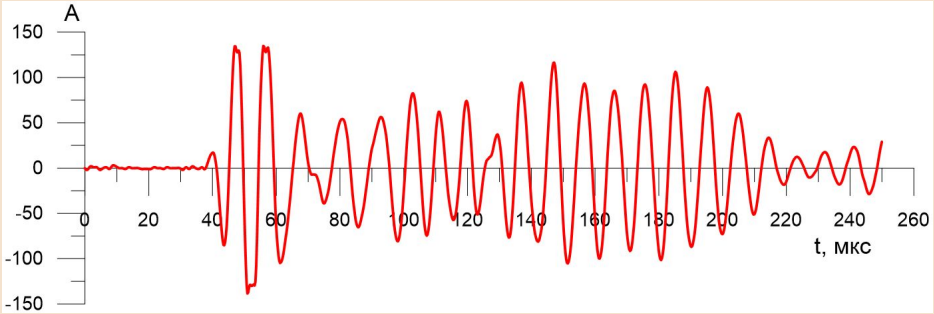


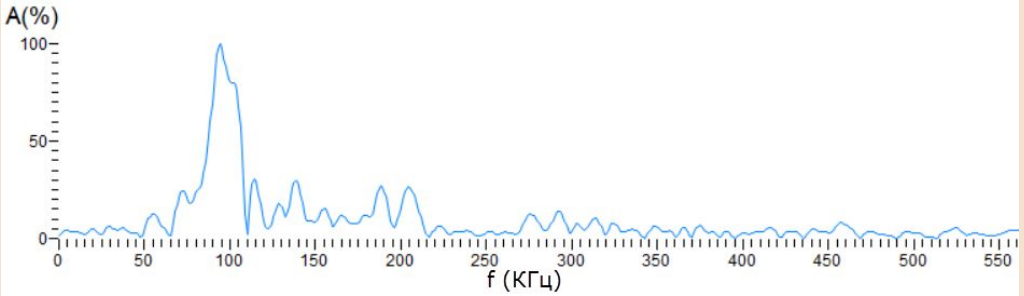




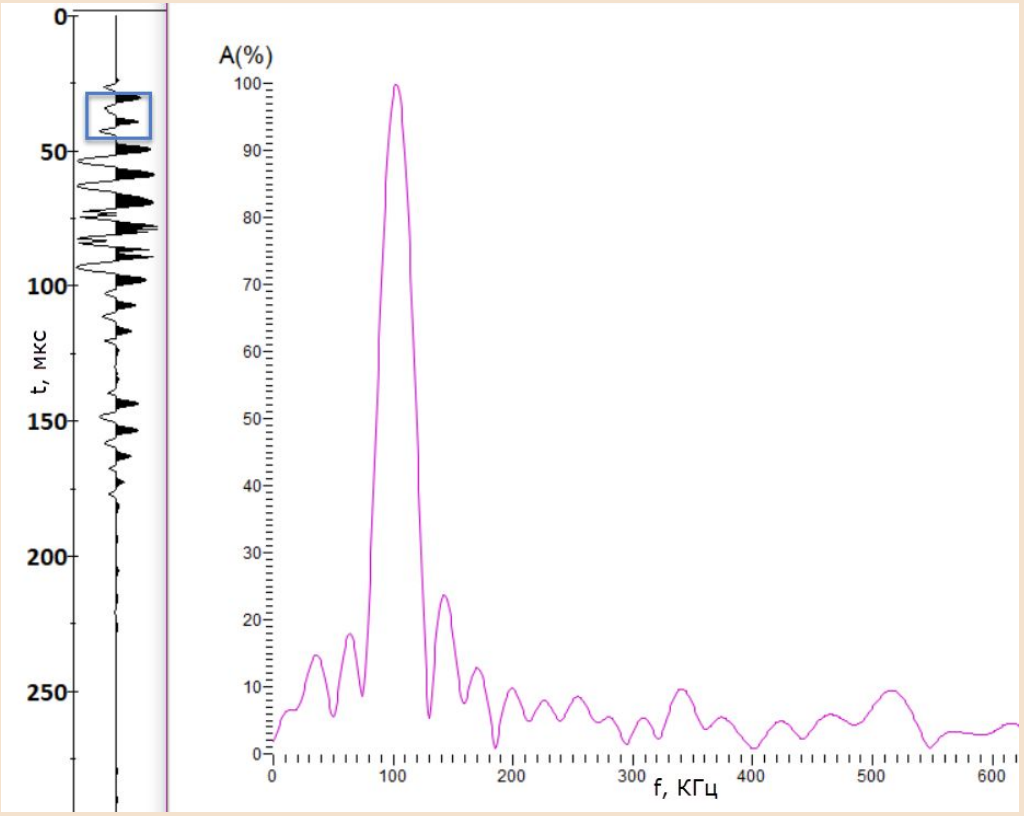
ГП	L, мм	Vp, м/с	ΔVp/Vp, %
Уголь I	39,94±0,32	2564,9±22,6	0,9

Уголь (сторона II)

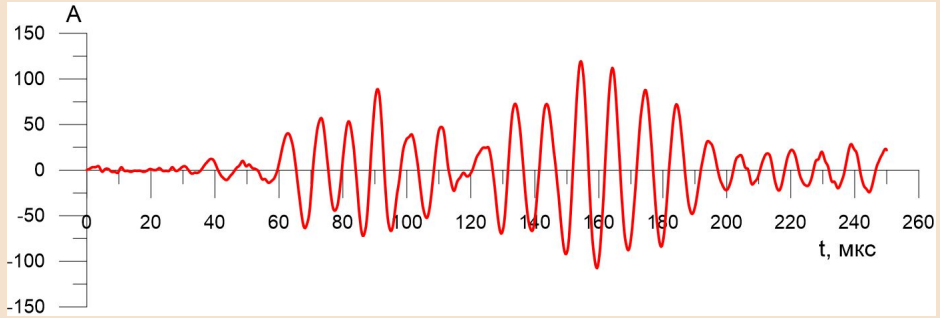


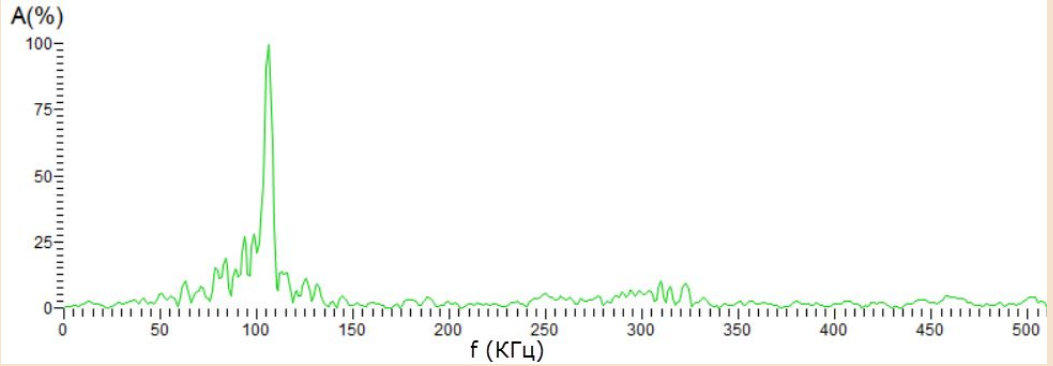


ГП	L, мм	Vp, м/с	ΔVp/Vp, %
Уголь II	84,82±0,18	2437,3±26,2	1,1

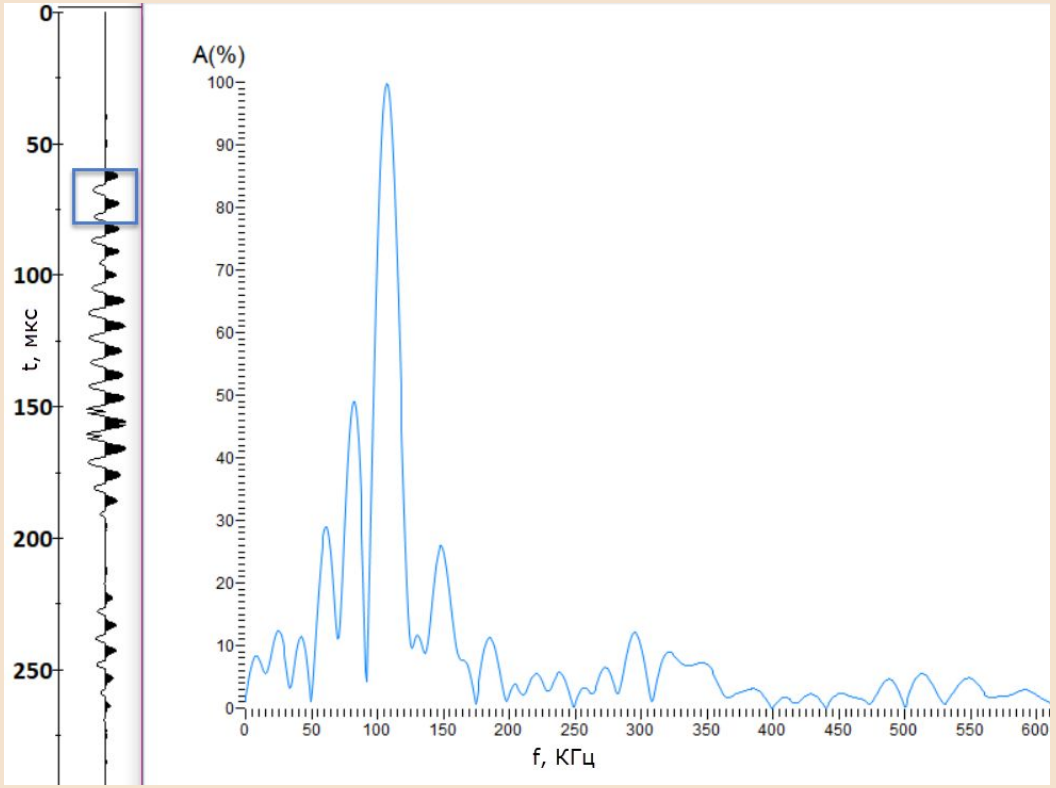


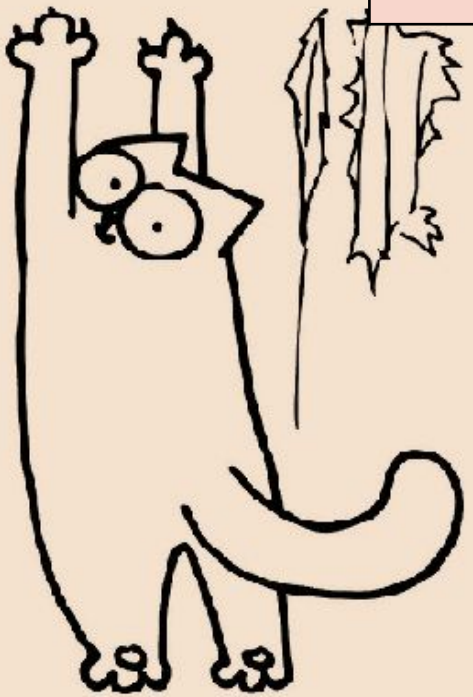
Уголь (сторона III)



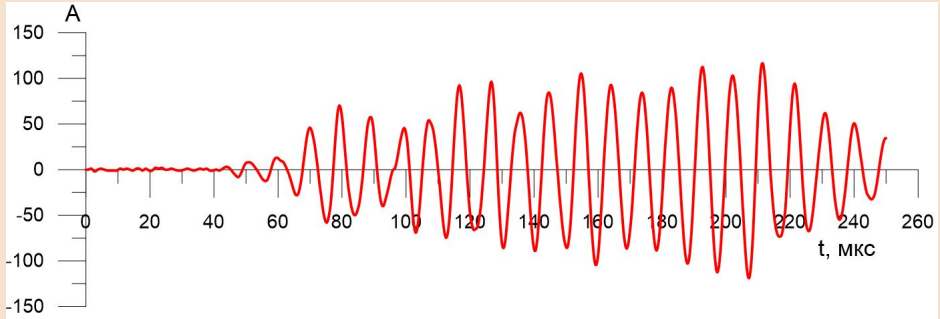


ГП	L, мм	Vp, м/с	ΔVp/Vp, %
Уголь III	49,10±0,14	1476,1±36,3	2,5

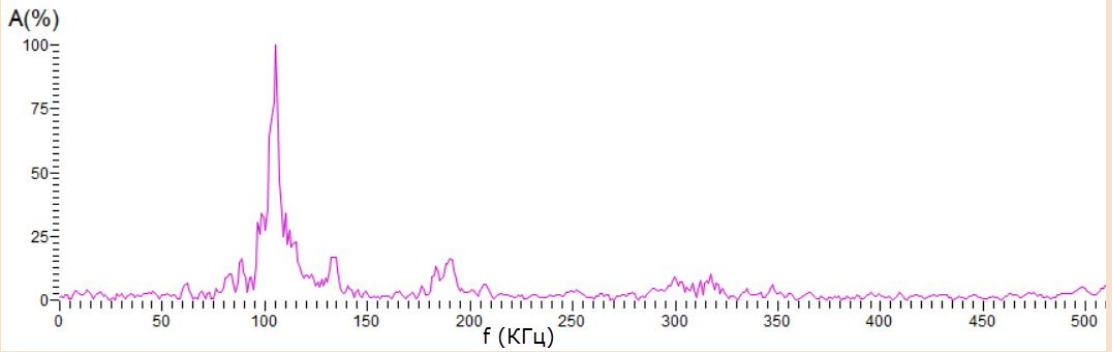


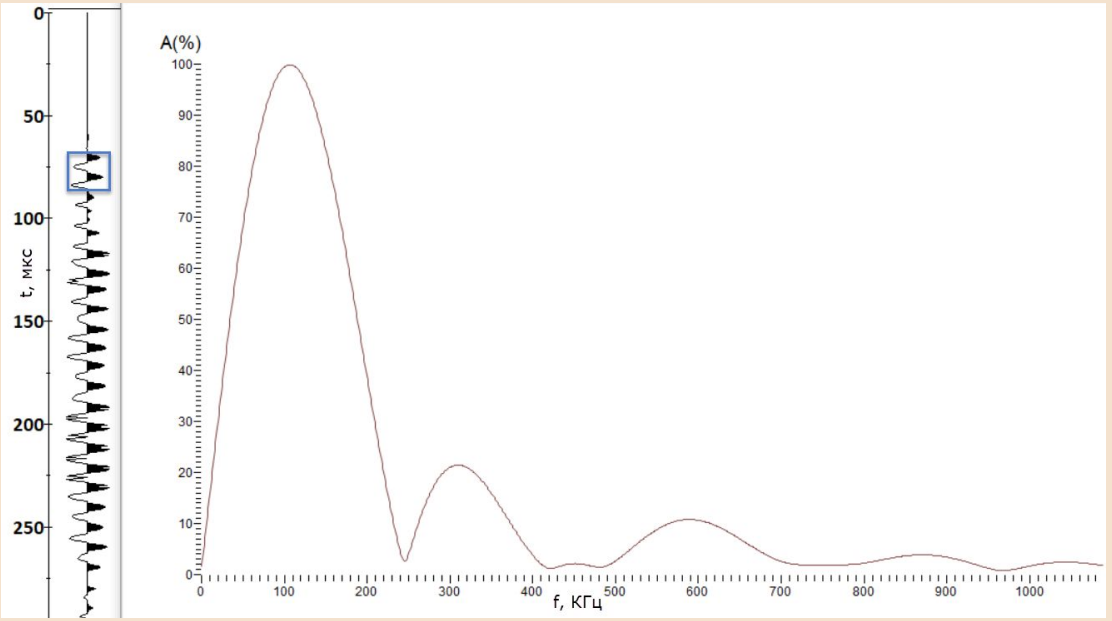


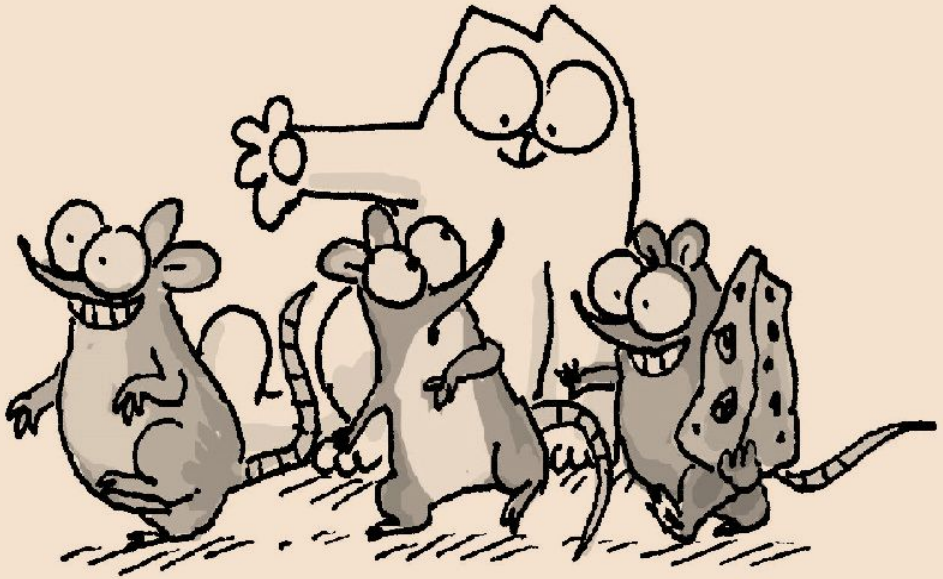
Гипс



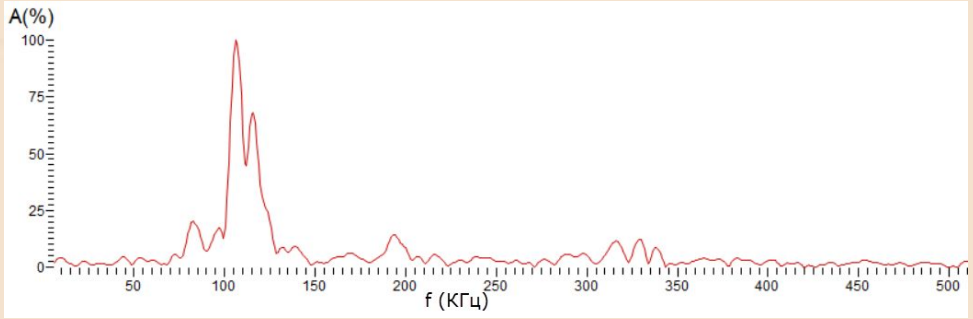
ГП	L, мм	Vp, м/с	ΔVp/Vp, %
Гипс	105,08±0,17	2576,6±188,3	7,3

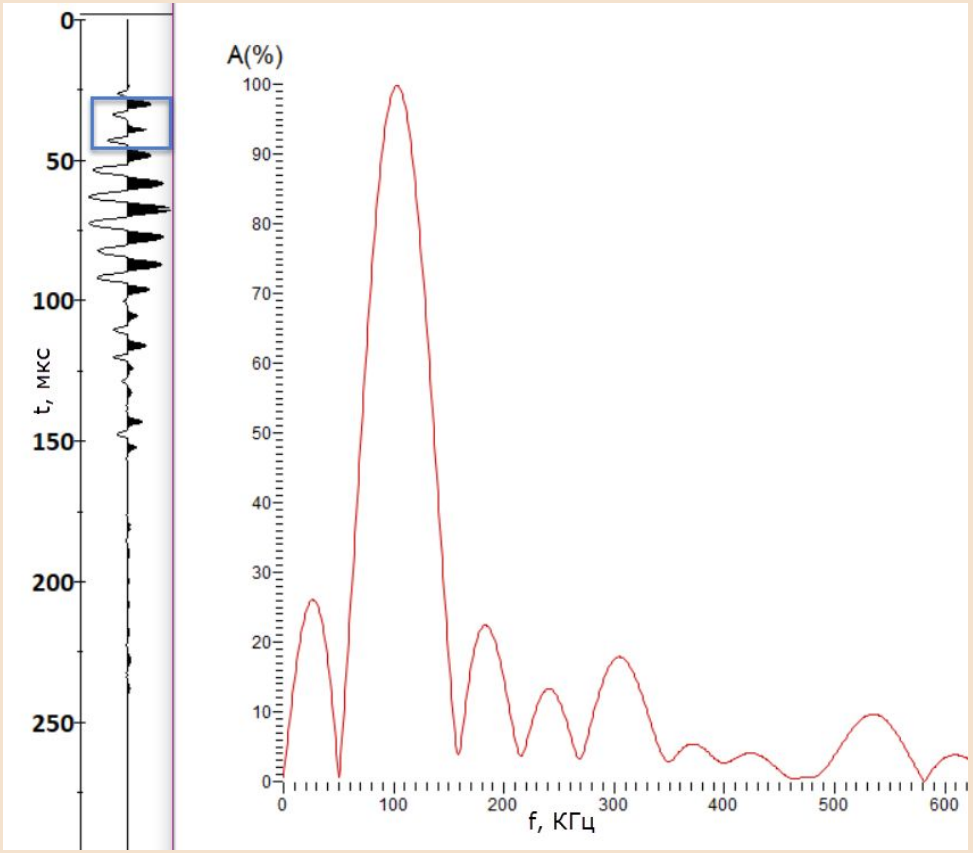


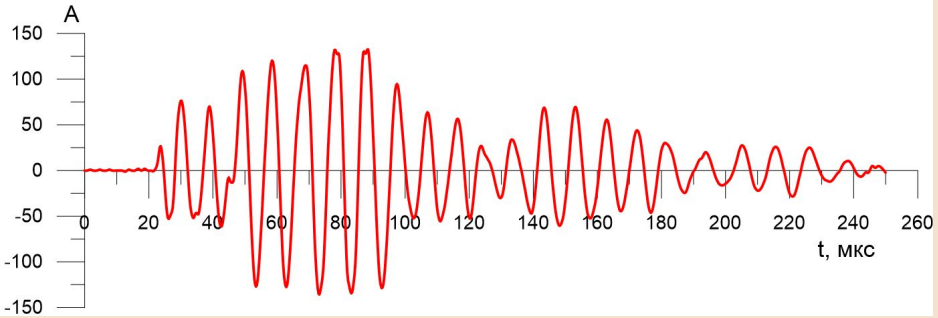




Пятый элемент







ГП	L, мм	Vp, м/с	ΔVp/Vp, %
☺️	86,28±0,20	4548,2±100,9	2,2

Сводная таблица

ГП	L, мм	Vp, м/с	ΔVp/Vp, %
Уголь I	39,94±0,32	2564,9±22,6	0,9
Уголь II	84,82±0,18	2437,3±26,3	1,1
Уголь III	49,10±0,14	1476,1±36,3	2,5
Гипс	105,08±0,17	2576,6±188,3	7,3
Пятый элемент	86,28±0,20	4548,2±100,9	2,2

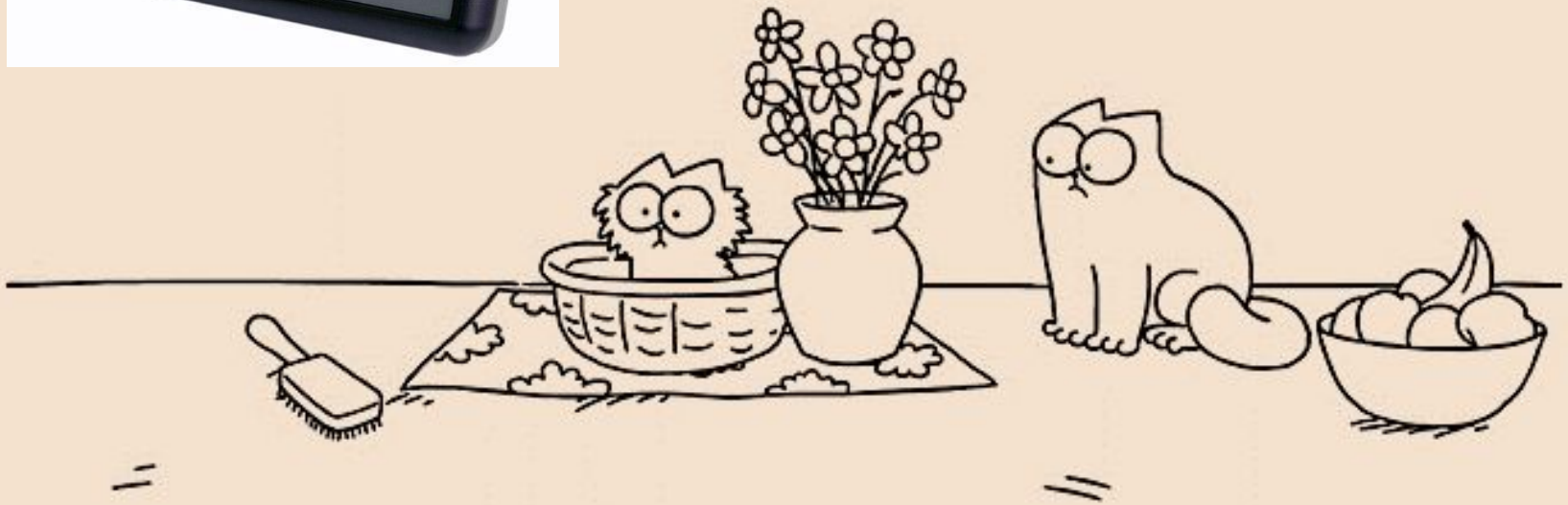
Задача 2.
Изучение анизотропии горных пород методами ультразвукового просвечивания на продольных волнах.

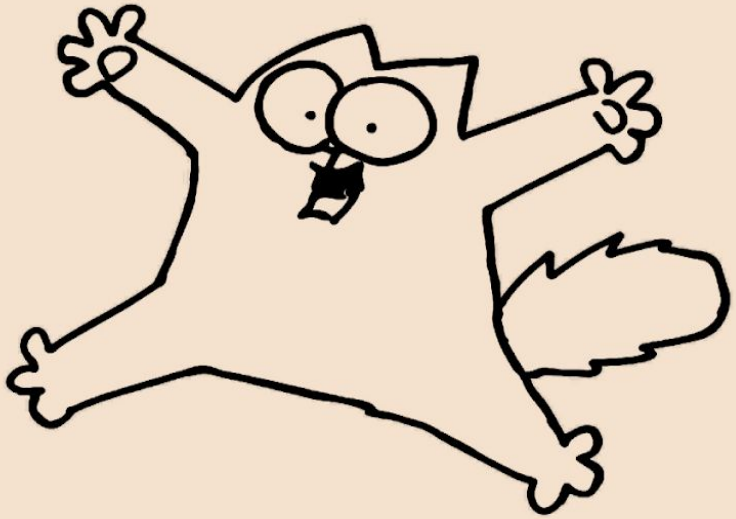
Выполнили:
Лёвина Анна
Савин Сергей

Аппаратура и Цель работы

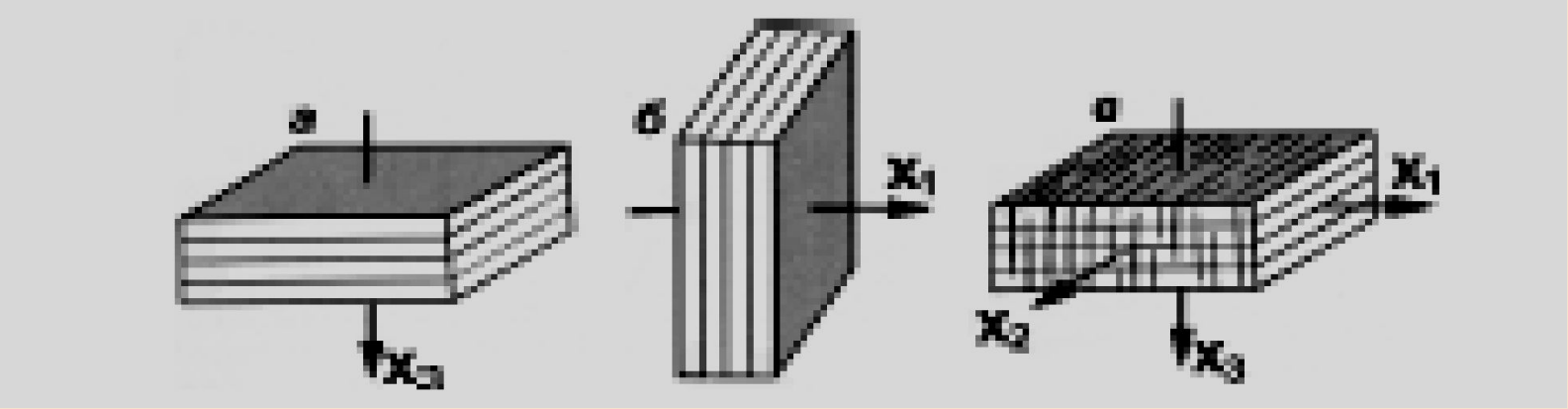
Аппаратура: цифровой ультразвуковой дефектоскоп УД2Н-ПМ; набор пьезодатчиков с различными центральными частотами.

Цель: изучить проявление анизотропных свойств у горных пород различного состава, а также на модельных образцах.





Анизотропия (греч. неравный, направление) – зависимость физических свойств вещества от направления. В данном случае под анизотропией подразумевается различие скоростей распространения упругих волн в за

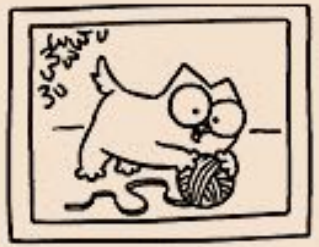


Оценка анизотропии: **χ = Vmax/Vmin**

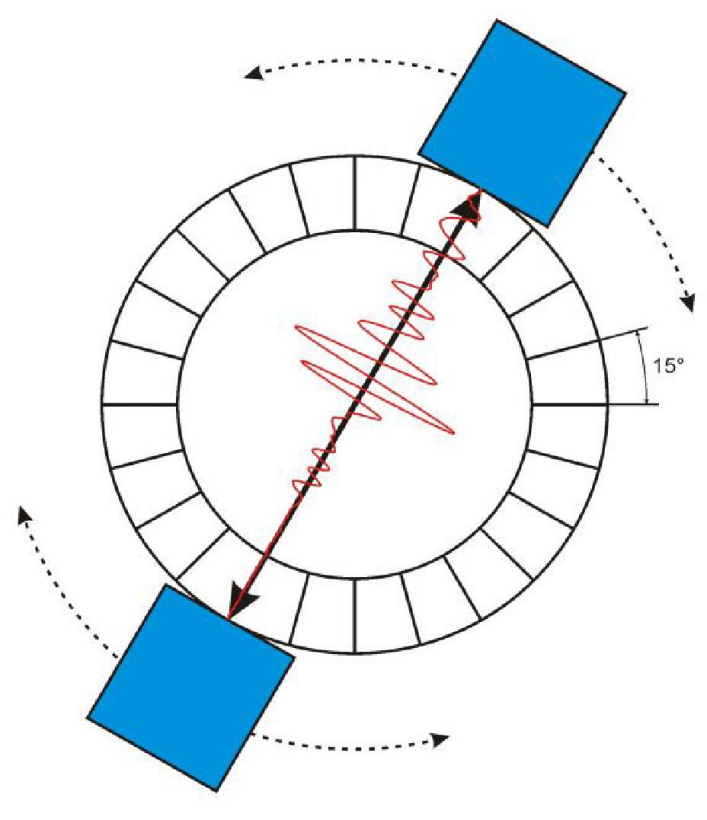
а) Вертикальная поперечно-изотропная (VTI- Vertical Transverse Isotropy) или полярно-анизотропная
б) горизонтальная поперечно-изотропная (HTI) или азимутально-анизотропная
в) ортотропная

Причины, вызывающие анизотропию:

- Трещеноватость
- Условия осадконакопления
- Чередование тонких слоев с различными свойствами

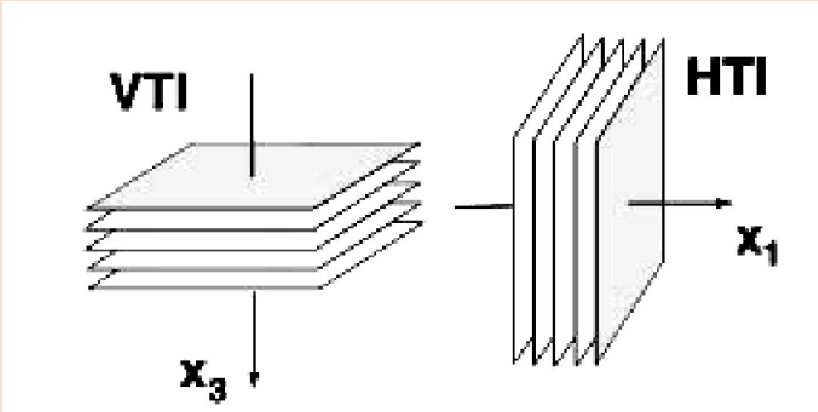


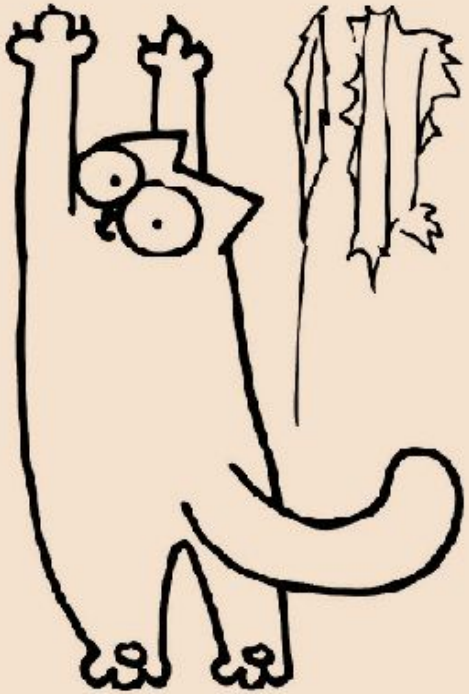
Ход выполнения работ



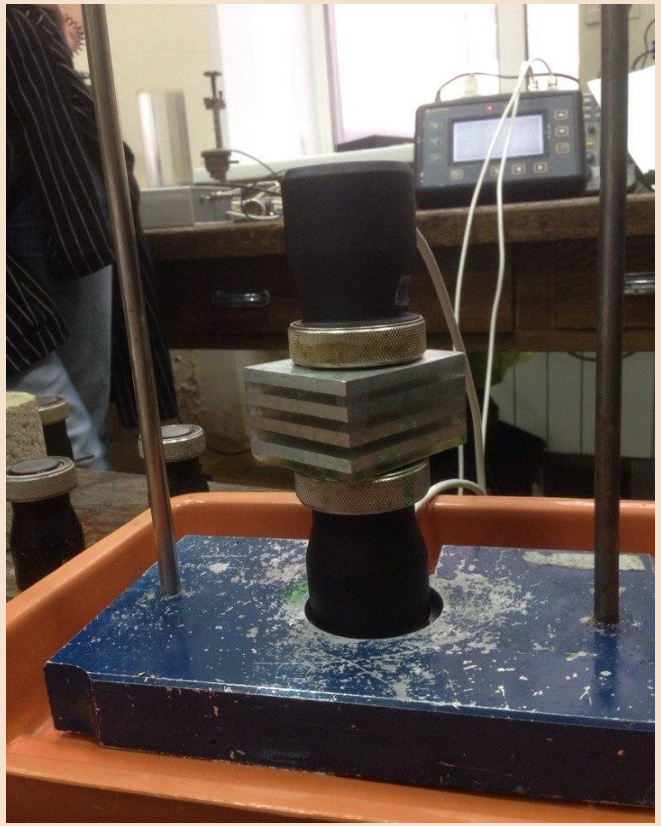
1. Для модели слоистой среды измерения производились в трех направлениях. Частота 600 кГц и 1250кГц.

2. На образце цилиндрической формы, выполнялось одно измерение между торцами цилиндра (направление z) и с шагом 15° по боковой поверхности. Частота 100 кГц





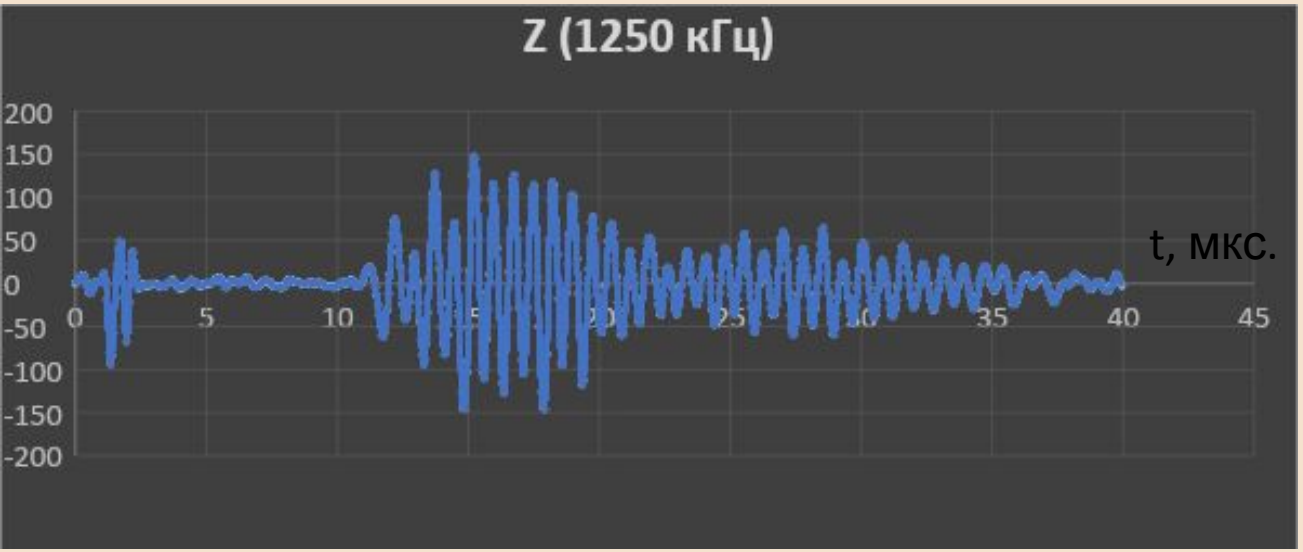
Цилиндрический образец известняка. Плотная осадочная порода.



Модель слоистой среды. Чередуются слои: дюралюминия и плексигласа.

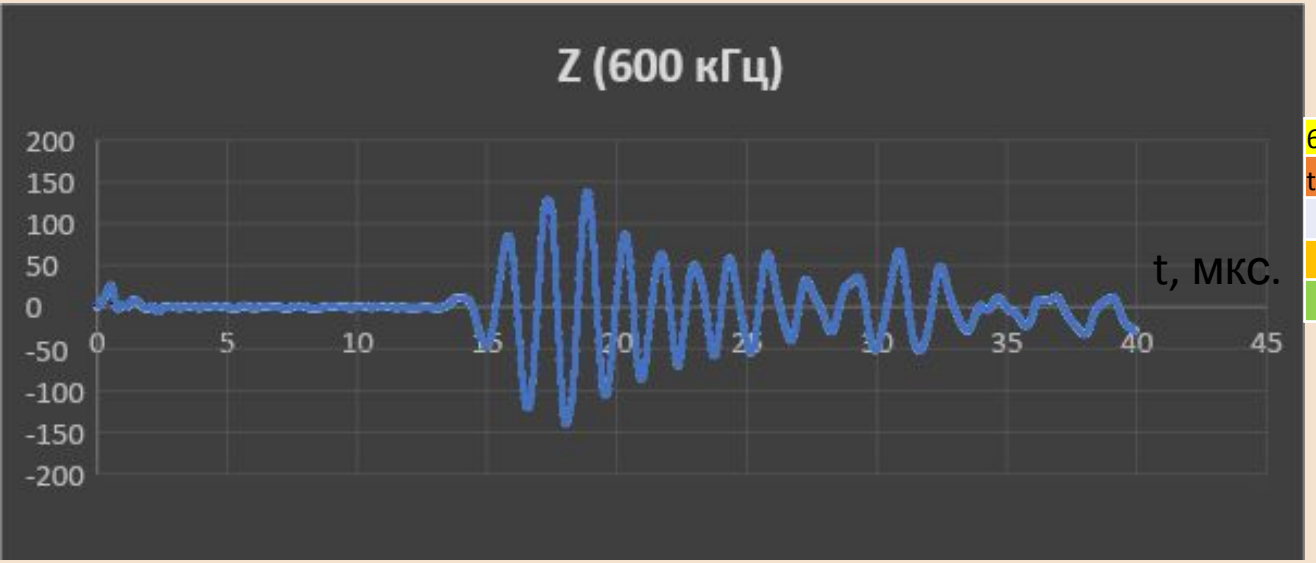
Результаты измерений:

Модель слоистой среды, состоящая из чередующихся слоев дюралюминия и плексигласа.



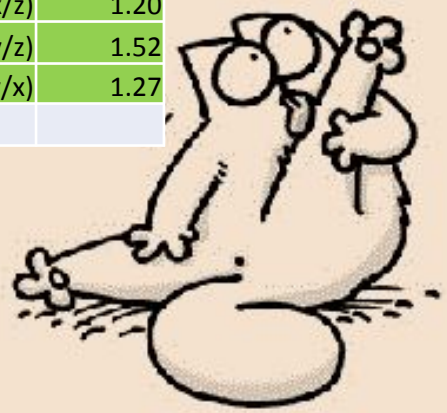
	Номер измерения		
Частота 1250 КГц	1	2	3
Усиление, dB	59	59	
Размер,мм	35.6	52.45	60.7

1250 Гц	V(z) м/с	V(x) м/с	V(y) м/с	χ (x/y)	0.753871
tp, мкс	8.05	11.20	9.75	χ (x/z)	1.06
	4422.36	4683.04	6225.64	χ (y/z)	1.41
T(вид.)	0.7	0.85	0.85	χ (y/x)	1.33
λ (мм)	3.10	3.98	5.29		



	Номер измерения		
Частота 600 КГц	1	2	3
Усиление, dB	35	29	35
Размер,мм	35.7	52.6	60.6

600 Гц	V(z) м/с	V(x) м/с	V(y) м/с	χ (x/y)	0.655147
tp, мкс	10.60	13.05	11.85	χ (x/z)	1.20
	3367.92	4030.65	5113.92	χ (y/z)	1.52
T(вид.)	1.5	2.9	2.3	χ (y/x)	1.27
λ(мм)	5.05	11.69	11.76		



Результаты измерений:

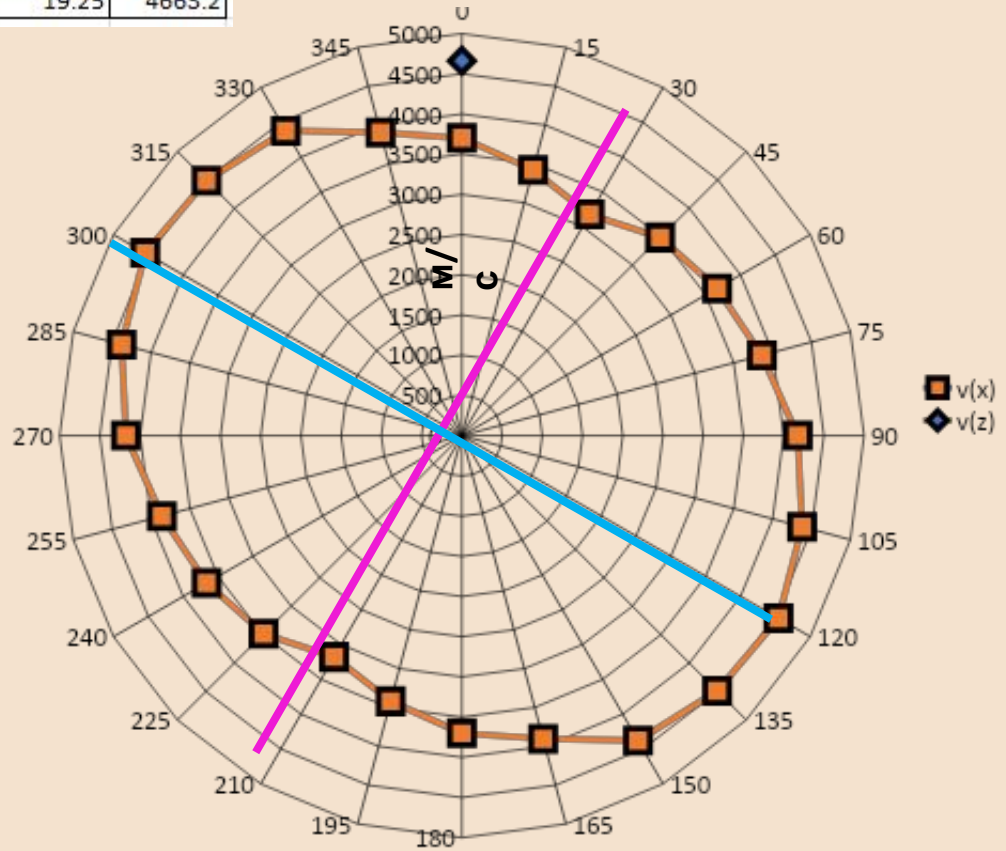
Образец плотного известняка цилиндрической формы

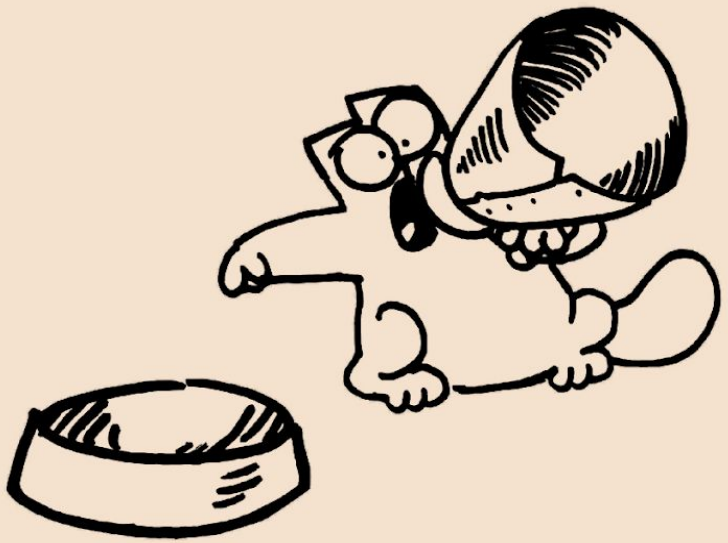
	Номер измерения													
Частота 100 КГц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Усиление, dB	29	59	59	59	59	59	53	65	53	53	59	53	59	53
Размер,мм	86,3	89,8	90,0	89,5										

N	L	*L_ср*	*ΔL*	*ΔL²*	*ст.откл*	*ст.откл ср.арифм*	*случ.погр*	*прибор.погр*	*полн.погр*	*относ.погр*
1	89.80	89.77	0.03	0.0011	0.25	0.15	0.84	0.10	0.85	0.01
2	90.00		0.23	0.05						
3	89.50		-0.27	0.07						

tp	N(градусы)	v	
24.25	0	3701.72	
26.25	15	3419.68	макс
28.25	30	3177.58	4545.15
25.75	45	3486.08	мин
24.5	60	3663.95	3177.58
23.25	75	3860.93	кси
21.5	90	4175.19	1.43038
20.5	105	4378.86	
19.75	120	4545.15	
20	135	4488.33	
20.5	150	4378.86	
23	165	3902.9	
24.25	180	3701.72	
	195	3419.68	
	210	3177.58	
	225	3486.08	
	240	3663.95	
	255	3860.93	
	270	4175.19	
	285	4378.86	
	300	4545.15	
	315	4488.33	
	330	4378.86	
	345	3902.9	

Z	*tp*	v
	19.25	4663.2





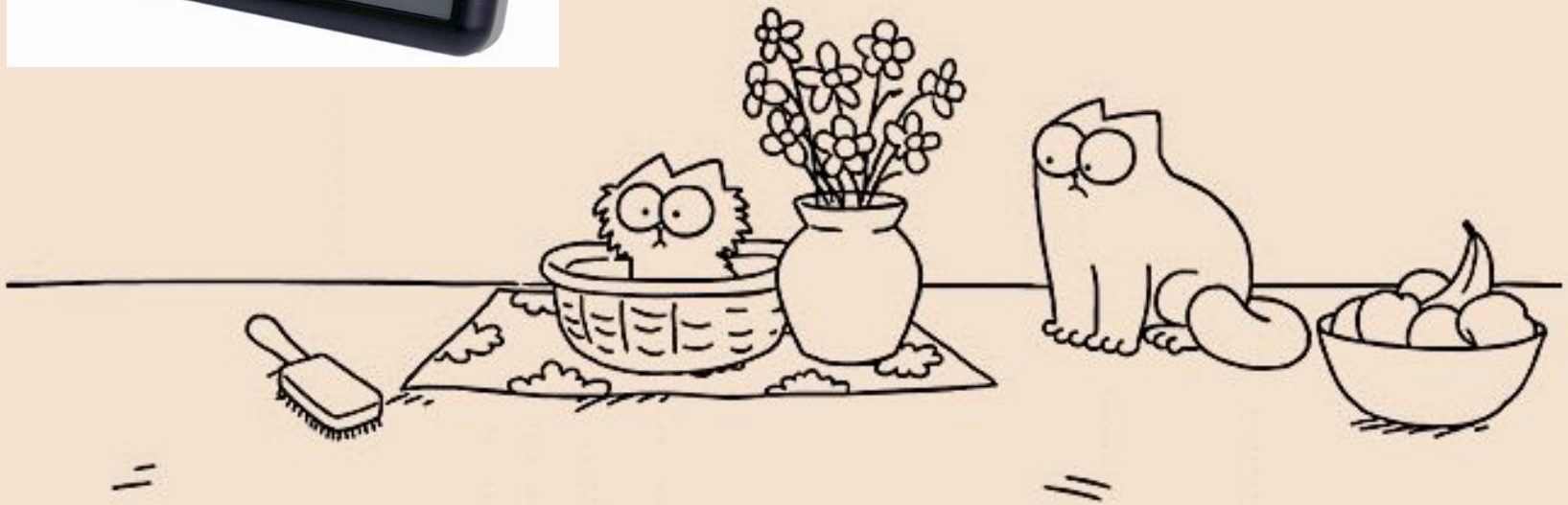
Задача 3.
Изучение эффекта поляризации на примере P- и S- волн.

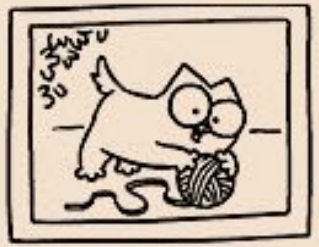
Выполнили:
Борисёнок Вероника
Луканов Арслан

Аппаратура и Цель работы

Аппаратура: цифровой ультразвуковой дефектоскоп УД2Н-ПМ; набор пьезодатчиков с центральной частотой 100кГц.

Цель: на практике ознакомиться с эффектом поляризации поперечной волны. Сравнить свойства поперечной волны с аналогичными свойствами продольной





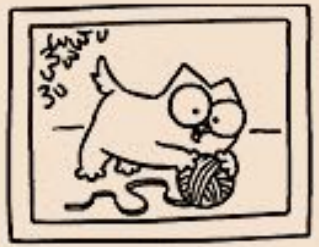
Ход выполнения работ

Поляризация – такая характеристика поперечной волны, которая описывает поведение вектора смещения частиц в перпендикулярной плоскости.

1. Фиксируется нижний датчик. Верхний при этом вращается с шагом 15° до завершения полного оборота

2. На первом этапе измерений используются датчики поперечных волн

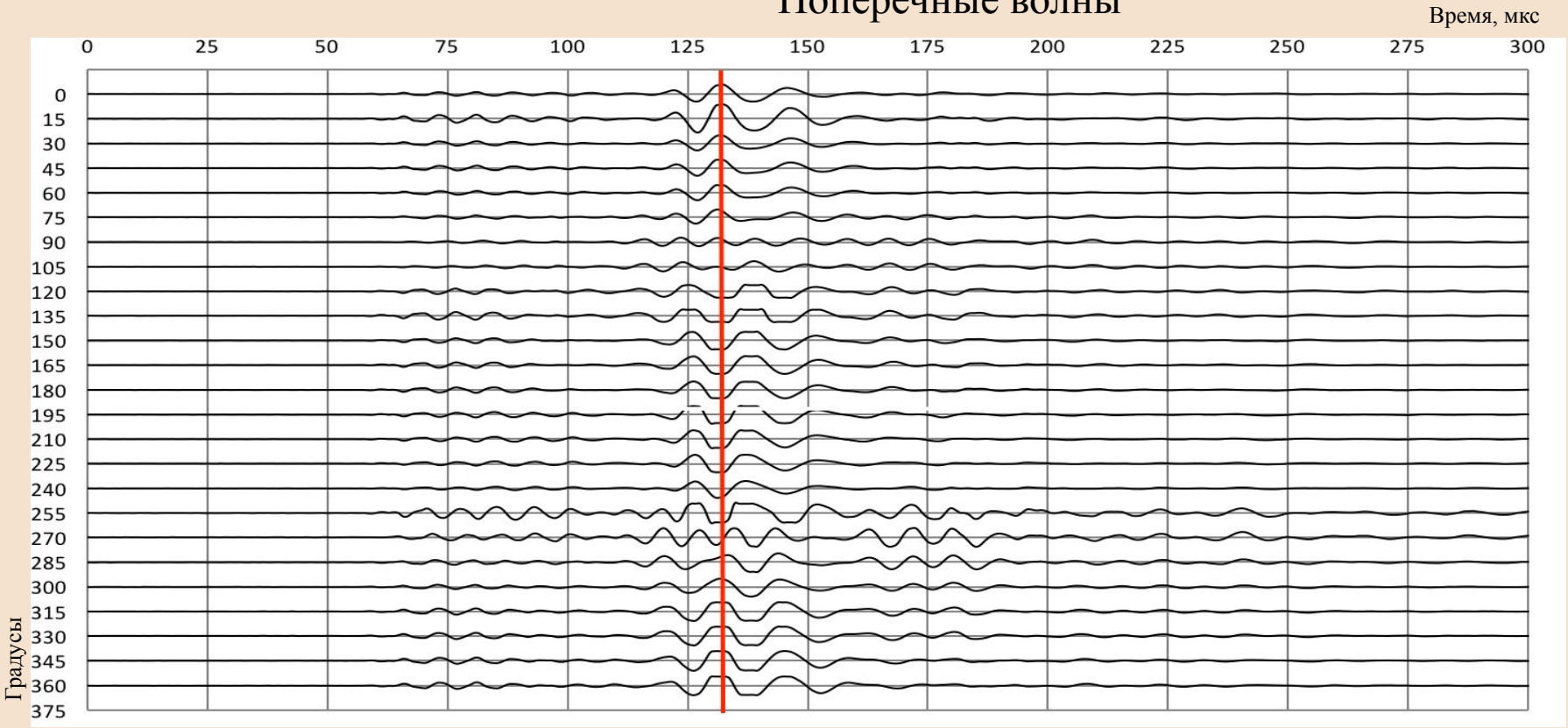
3. На втором для контроля – датчики продольных волн



Результаты измерений

В результате были построены сейсмограммы для P- и S- волн и зависимости амплитуд от угла поворота датчиков.

Поперечные волны



Сейсмограмма поперечных волн

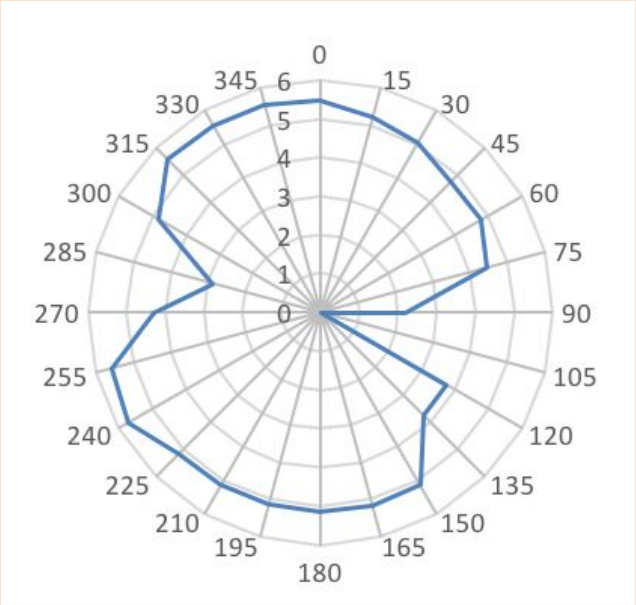
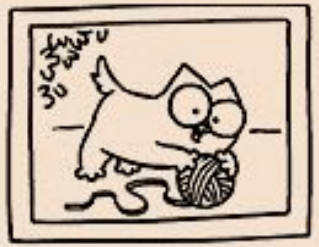
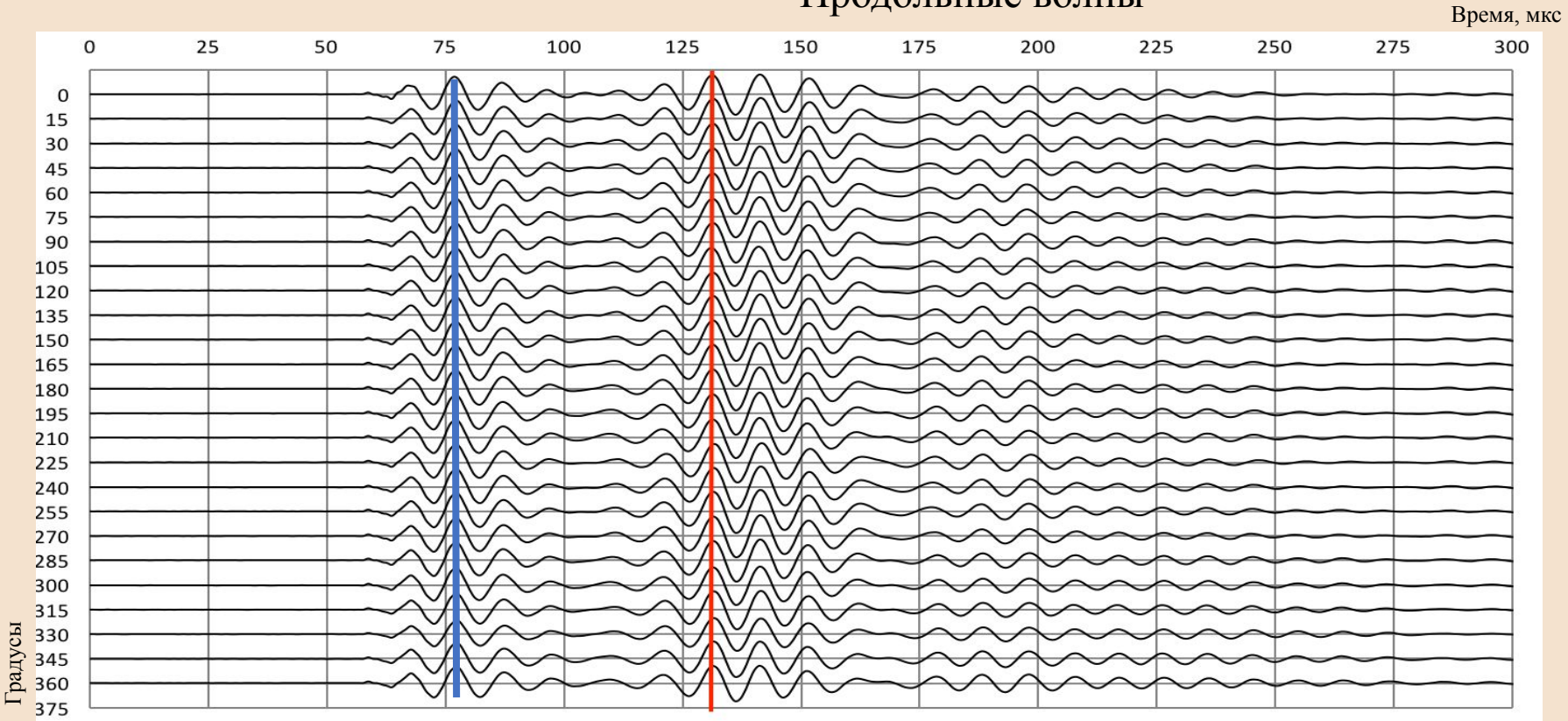


График зависимости амплитуды от поворота датчик
для поперечных волн



Результаты измерений

Продольные волны



Сейсмограмма продольных волн

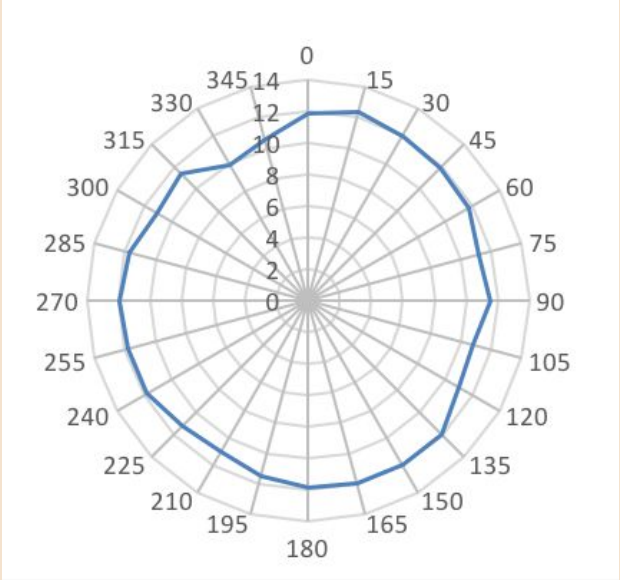


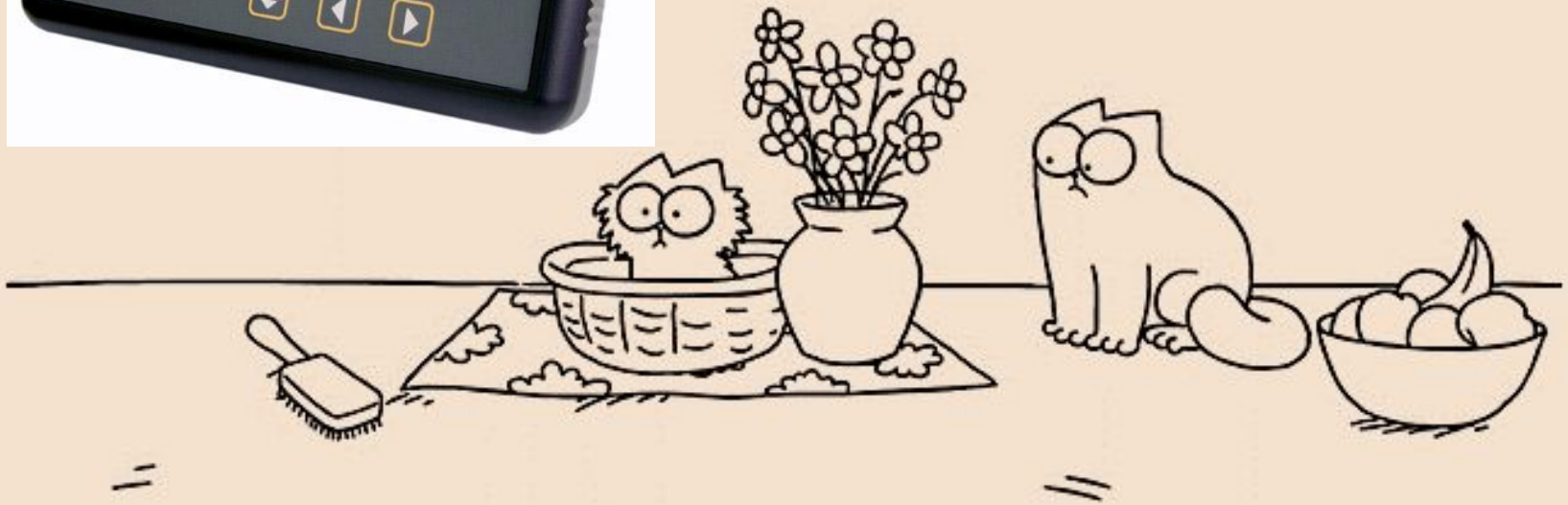
График зависимости амплитуды от поворота датчика для продольных волн

Задача 4.

Определение корреляционных зависимостей между скоростями упругих волн и иными петрофизическими характеристиками горных пород.

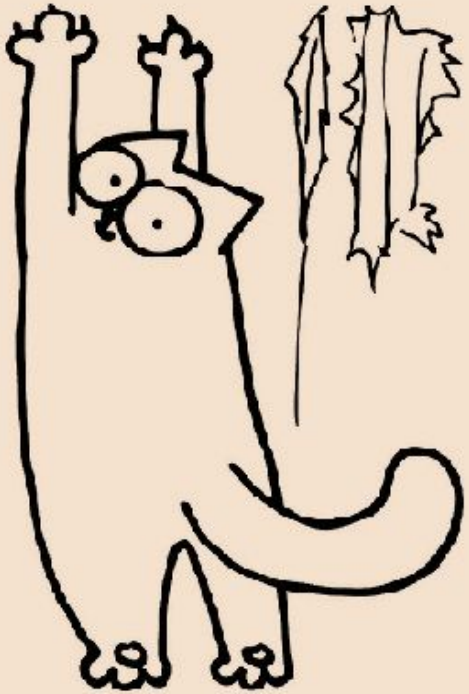
Выполнили:
Алексеев Александр
Толстихин Роман

Аппаратура и Цель работы



Аппаратура: цифровой ультразвуковой дефектоскоп УД2Н-ПМ; набор пьезодатчиков с различными центральными частотами.

Цель:
установление корреляции между упругими и иными (плотность, проницаемость, пористость и т.п.) свойствами горных пород.



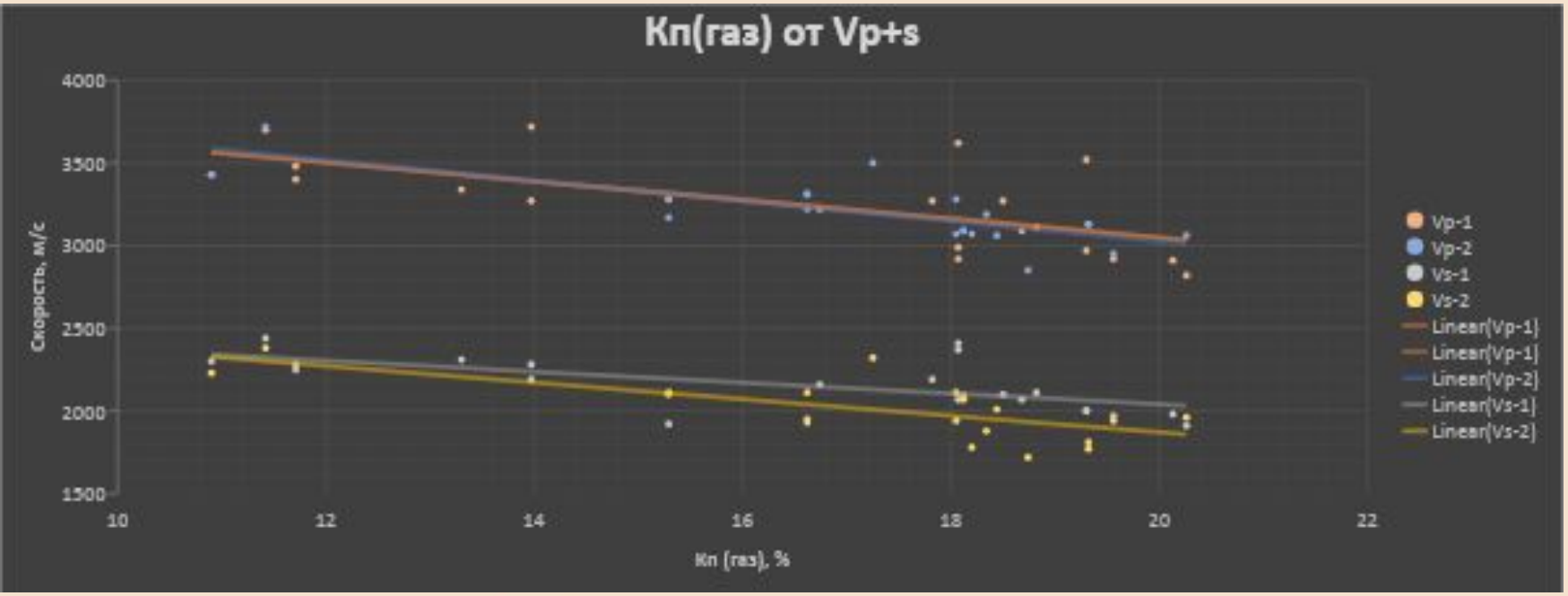
Датчики S-волн.
Во всей красе

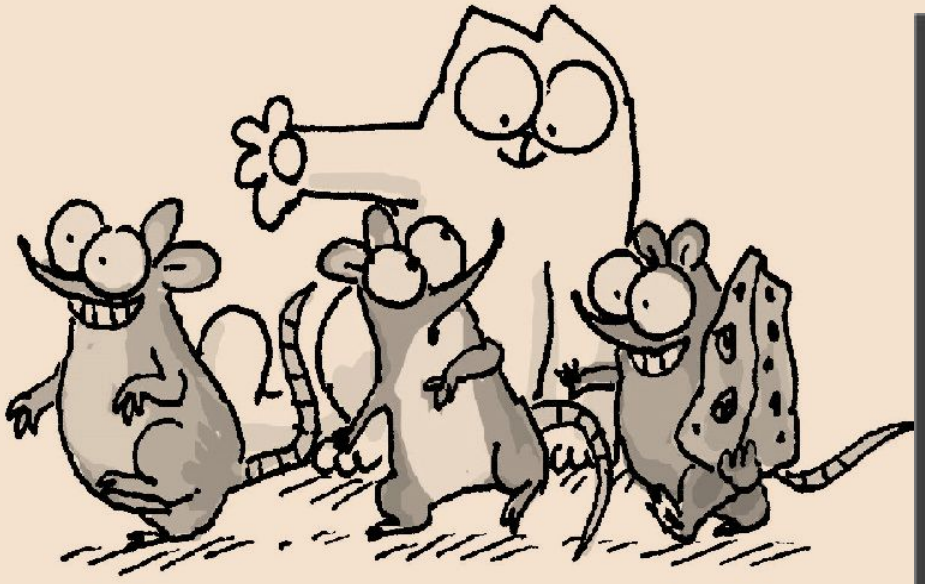
Измерения идут…

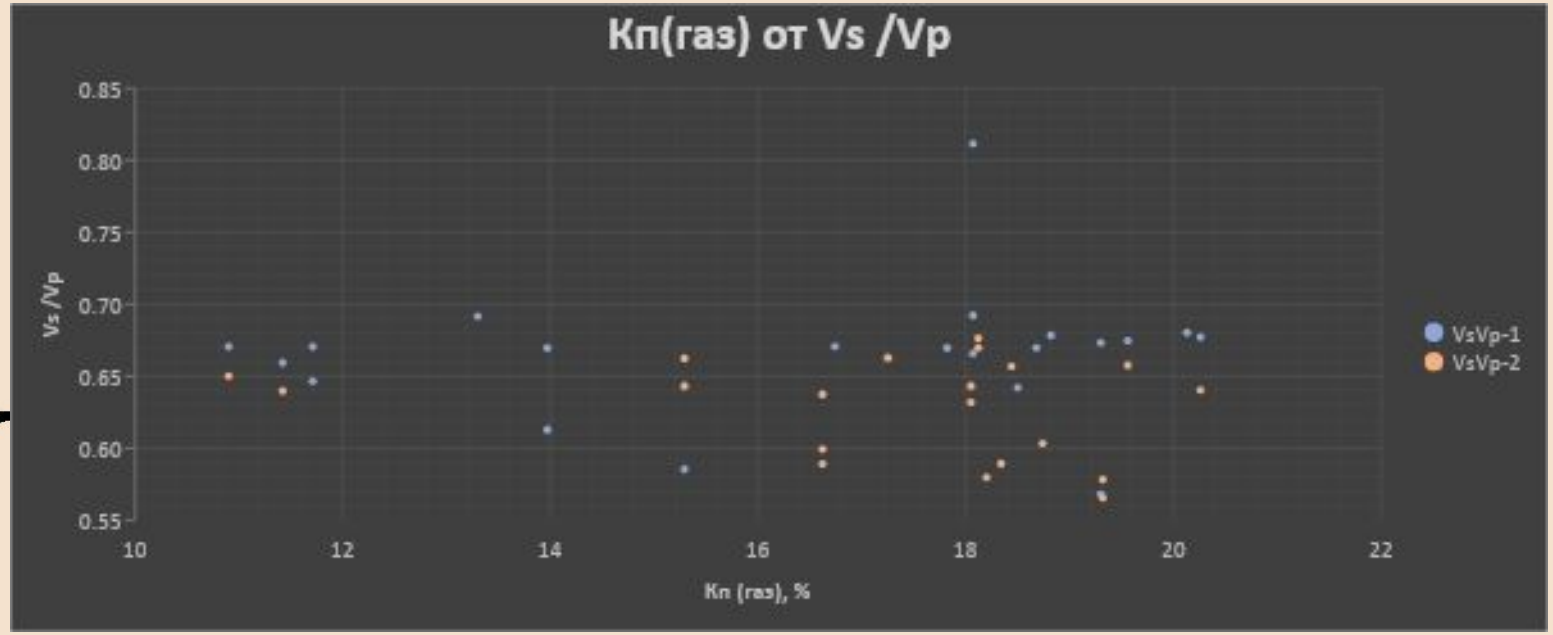
Общая таблица по всем образцам (1 и 2 бригады)

2 бригада					Vs	Vp	Vs/Vp
Sample name	Кп(газ), %	Кп(нас), %	Об.Плот, г/см3	Кп(нас), доли	Velocity, m/s	Velocity, m/s	-
1-2	18.05	17.18	2.187	0.17	2110	3280	0.64
13-1	18.12	16.78	2.183	0.17	2070	3090	0.67
13-2	18.12	16.78	2.183	0.17	2090	3090	0.68
14-1	17.25	15.49	2.227	0.15	2320	3500	0.66
15-2	20.26	18.85	2.149	0.19	1960	3060	0.64
17-2	18.34	16.92	2.191	0.17	1880	3190	0.59
19-1	18.74	17.45	2.174	0.17	1720	2850	0.60
2-1	16.62	17.06	2.223	0.17	1950	3310	0.59
2-2	16.62	17.06	2.223	0.17	2110	3310	0.64
2-4	16.62	17.06	2.223	0.17	1930	3220	0.60
24-4	10.9	11.44	2.368	0.11	2230	3430	0.65
25-1	19.56	18.08	2.157	0.18	1940	2950	0.66
26-2	19.32	17.84	2.170	0.18	1770	3130	0.57
26-3	19.32	17.84	2.170	0.18	1810	3130	0.58
29-1	15.29	14.45	2.282	0.14	2110	3280	0.64
29-11	15.29	14.45	2.282	0.14	2100	3170	0.66
3-4	11.42	11.35	2.356	0.11	2380	3720	0.64
4-2	18.44	17.06	2.194	0.17	2010	3060	0.66
7-1	18.2	17.02	2.205	0.17	1780	3070	0.58
9-1	18.05	16.71	2.208	0.17	1940	3070	0.63
1 бригада					Vs	Vp	Vs/Vp
Sample name	Кп(газ), %	Кп(нас), %	Об.Плот, г/см3	Кп(нас), доли	Velocity, m/s	Velocity, m/s	
29-2	15.29	14.45	2.282	0.14	1920	3280	0.59
10-2	11.71	11.93	2.337	0.12	2280	3400	0.67
6-2	13.97	13.34	2.293	0.13	2280	3720	0.61
21-2	19.3	17.82	2.165	0.18	2000	2970	0.67
6-5	13.97	13.34	2.293	0.13	2190	3270	0.67
28-1	17.82	15.82	2.150	0.16	2190	3270	0.67
11-2	18.5	16.83	2.188	0.17	2100	3270	0.64
15-1	20.26	18.85	2.149	0.19	1910	2820	0.68
27-2	18.07	16.76	2.200	0.17	2070	2990	0.69
18-2	18.82	16.95	2.197	0.17	2110	3110	0.68
24-2	10.9	11.44	2.368	0.11	2300	3430	0.67
22-2	16.74	15.25	2.231	0.15	2160	3220	0.67
8-2	18.68	17.17	2.186	0.17	2070	3090	0.67
27-1	18.07	16.76	2.200	0.17	2370	2920	0.81
10-1	11.71	11.93	2.337	0.12	2250	3480	0.65
16-2	20.13	18.44	2.142	0.18	1980	2910	0.68
3-3	11.42	11.35	2.356	0.11	2440	3700	0.66
25-2	19.56	18.08	2.157	0.18	1970	2920	0.67
27	18.07	16.76	2.200	0.17	2410	3620	0.67
21-1	19.3	17.82	2.165	0.18	2000	3520	0.57
5-1	13.3	12.16	2.336	0.12	2310	3340	0.69
31-1					1990	2950	0.67
30-1					2030	3020	0.67

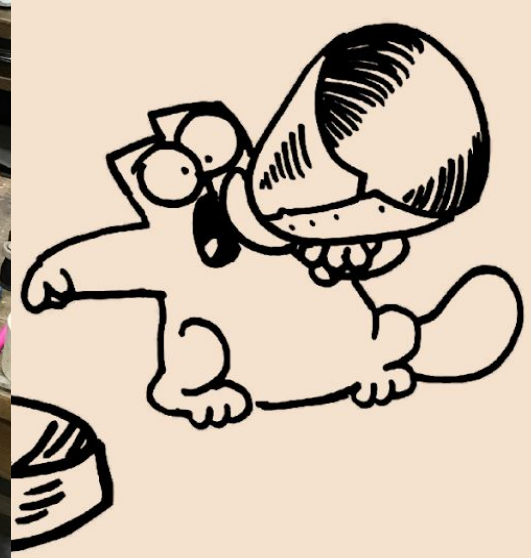
Зависимость коэффициента пористости (по газу) от V_p ,V_s и V_s/V_p



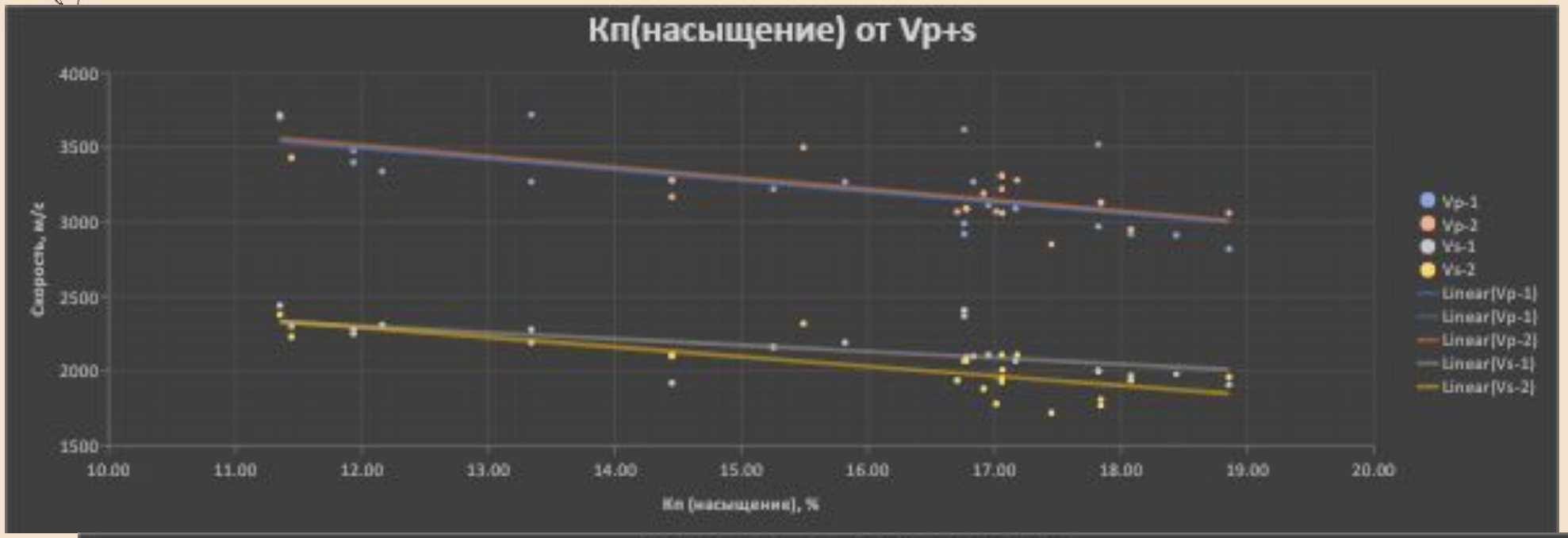


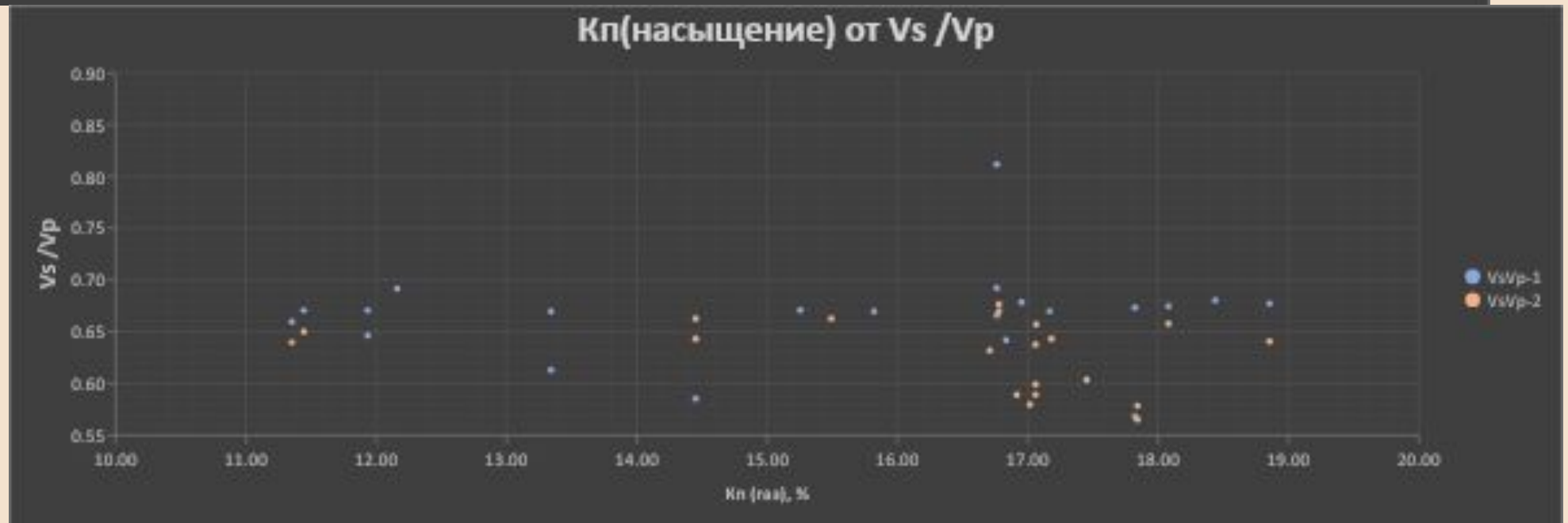


Спонсор самых умных – Российский чай Lipton

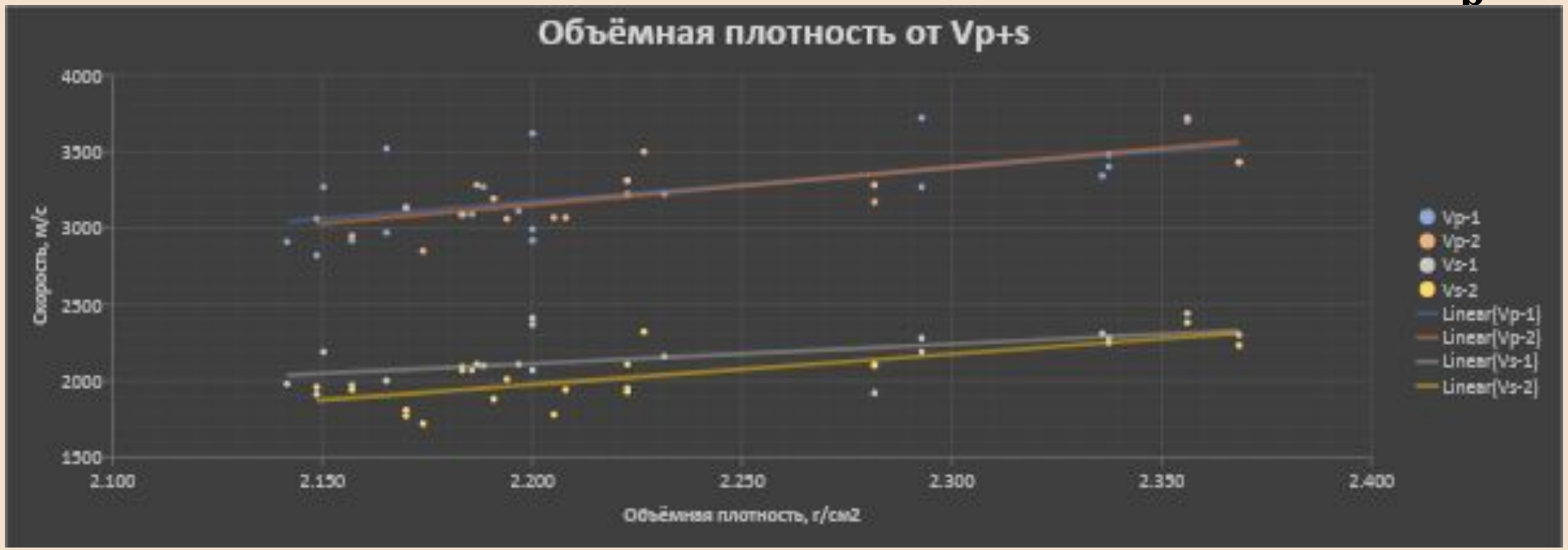


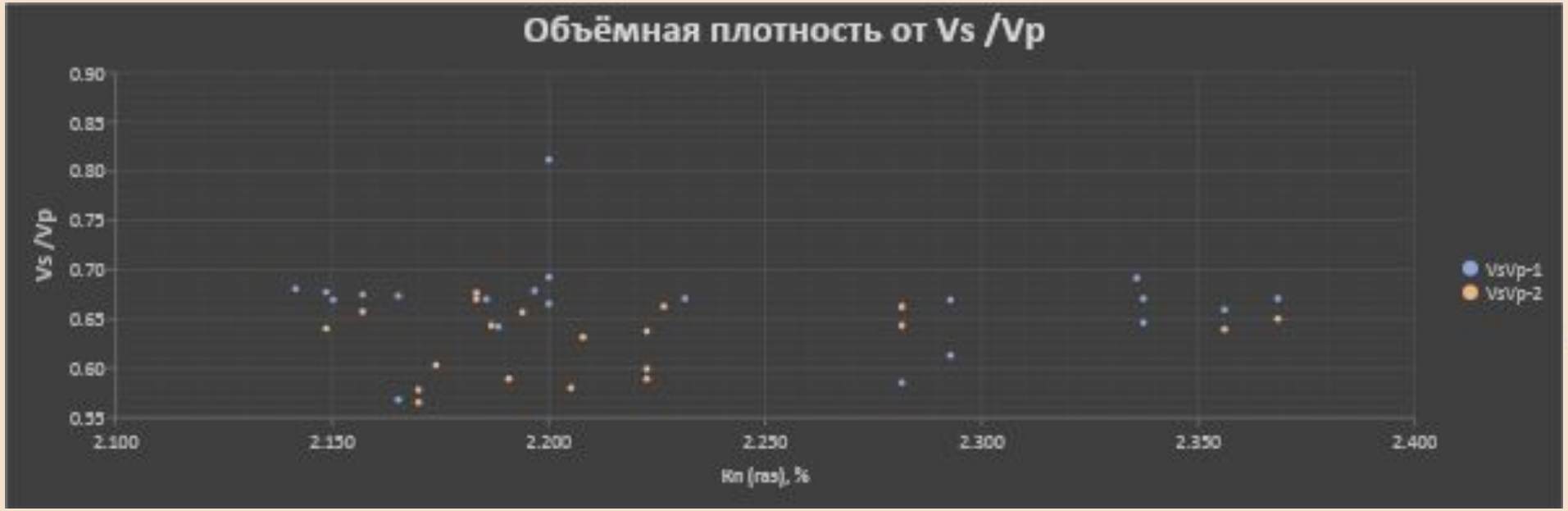
Зависимость коэффициента пористости (по нас.) от V_p ,V_s и V_s/V_p

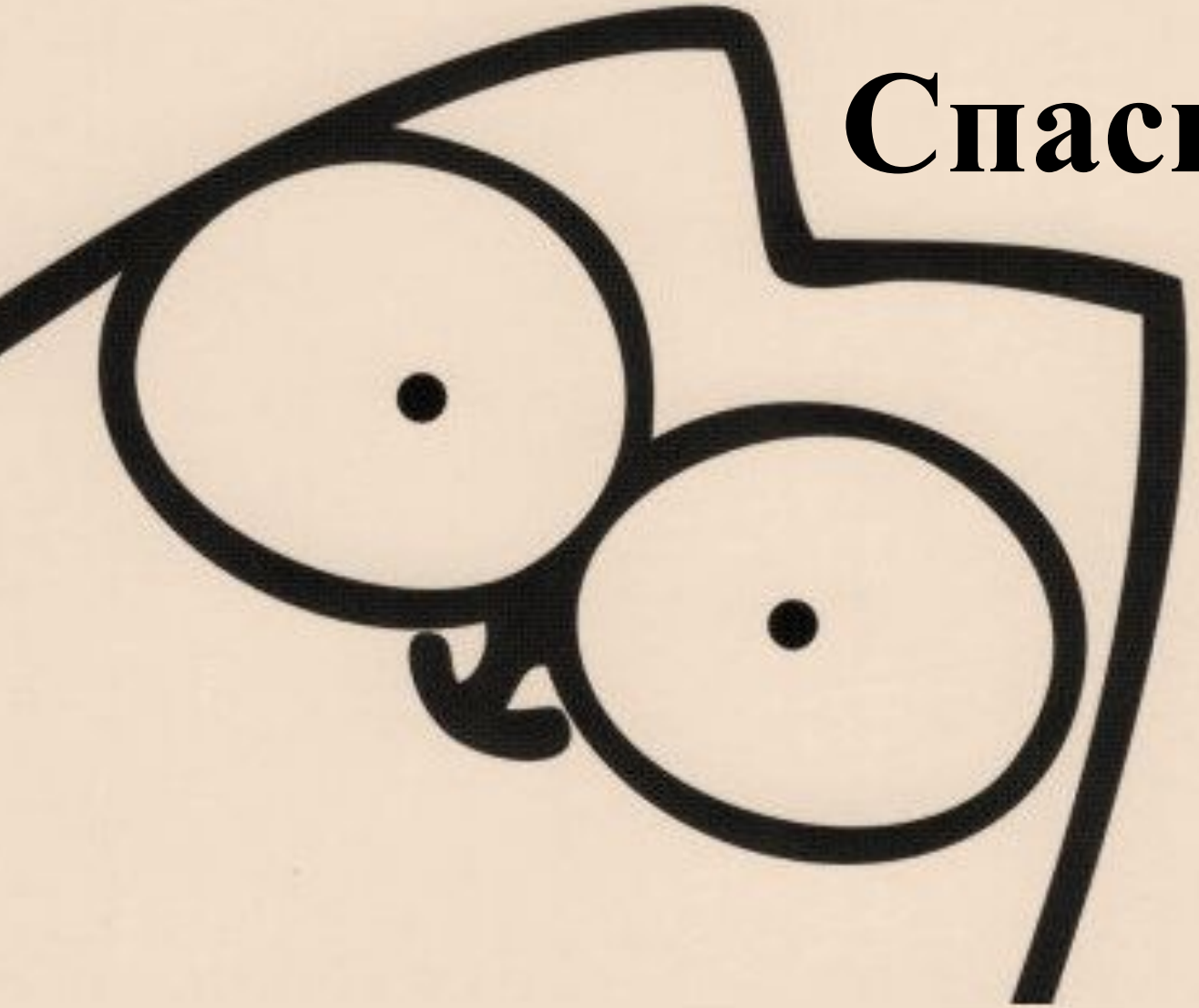




Зависимость объёмной плотности от V_p ,V_s и V_s/V_p







Спасибо за внимание!