

---

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

## ОСНОВЫ ГАЗОАНАЛИЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕЗДИСПЕРСИОННОЙ ОПТОАКУСТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

---

### ТЕОРИЯ

---

Необходимым условием получения достоверных результатов о составе газовой смеси является выбор оптимального для регистрации спектрального диапазона. Для этого нужно, чтобы:

- Поглощение зондирующего излучения газом было достаточно для надежного детектирования
- Перекрывание полос поглощения для молекул измеряемого газа и других компонент газовой смеси было минимальным

Спектральный состав поглощения молекулы  $CO_2$  определяется структурой ее энергетических состояний. Наиболее вероятными переходами из основного состояния являются  $00001 \rightarrow 00011$  ( $2349\text{cm}^{-1}$ ),  $00001 \rightarrow 10011$  ( $3715\text{cm}^{-1}$ ) и  $00001 \rightarrow 20011$  ( $5100$ ). Эти полосы являются самыми предпочтительными с позиции уверенной регистрации сигнала.

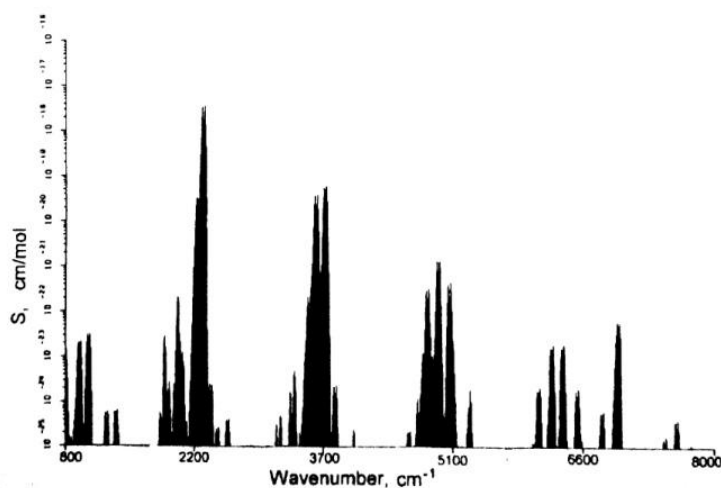
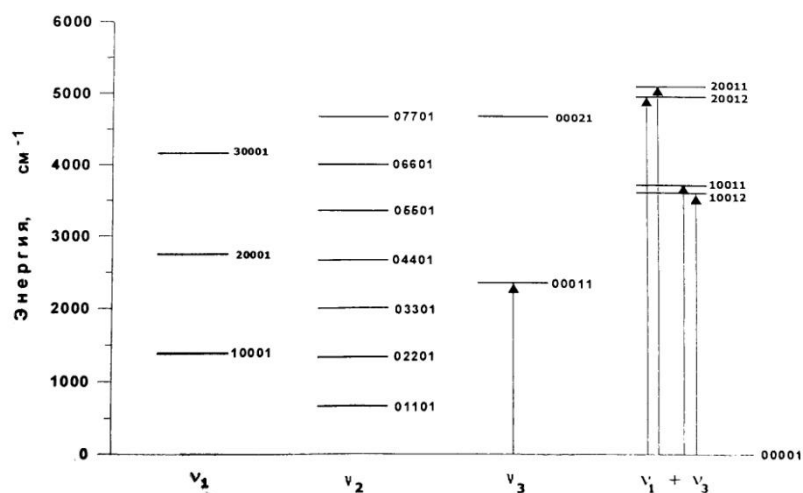


Рис. 2. Спектры поглощения молекулой  $CO_2$  в ИК-диапазоне.

Рис. 1 Схема уровней молекулы CO<sub>2</sub>.

На регистрируемый сигнал также влияют другие факторы:

- Смещение частот колебательных уровней за счет присутствия изотопов CO<sub>2</sub> - изотопический сдвиг.
- Присутствие в смеси других газов, в основном пары воды.

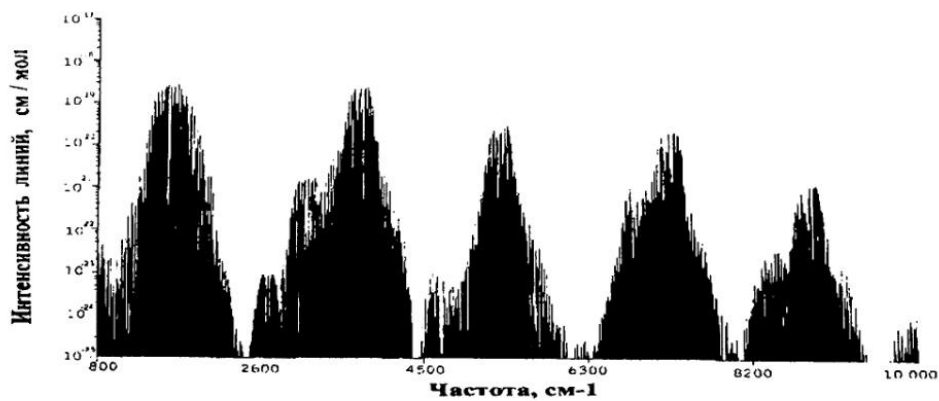


Рис.12. Поглощение излучения водой в диапазоне 1-10 мкм.

## ХОД РАБОТЫ

1. Установим нулевой сигнал на фотоакустической ячейке.
2. Наполним аналитическую кювету газовой смесью, получим фотоакустический сигнал.
3. Снимем зависимость величины фотоакустического сигнала от концентрации  $CO_2$  в аналитической кювете. Для этого наполним дозировочный шприц смесью  $CO_2:N_2$  (1%) и далее производим разбавление этой смеси чистым азотом в известных пропорциях. Используем эту зависимость в качестве калибровочной кривой.

Volume, relative	Red+Blue	Volume, ml	Red	Blue
1.00E-01	246097	150	132385	113712
6.67E-02	243411	150	131144	112267
4.44E-02	239107	150	129432	109675
2.96E-02	232189	150	126507	105682
1.98E-02	225187	150	123946	101241
1.23E-02	210107	160	117289	92818
7.96E-03	183328	155	103168	80160
5.31E-03	152375	150	86270	66105
3.54E-03	120556	150	68172	52384
2.36E-03	89440	150	50455	38985
1.57E-03	62582	150	35267	27315
1.05E-03	44484	150	25008	19476
6.99E-04	30152	150	16881	13271
4.66E-04	19891	150	11088	8803
2.91E-04	12020	160	6709	5311
1.94E-04	7885	150	4481	3404
1.29E-04	4583	150	2738	1845
8.63E-05	3171	150	1752	1419

Volume, relative	Red+Blue	Red	Blue
Breath with delay	237594	127885	109709
Breath	216502	119484	97018
Breath with long delay	238444	128217	110227
Mix 1	118261	66618	51643
Mix 2	51658	28892	22766

4. Для «неизвестной смеси 1» был разбавлен азотом 10% углекислый газ в пропорциях 40/60, затем 40/60 и 30/90. Итого получен 0.40% «раствор». По данным выходит 0.35%
5. Для дыхания с задержкой получено 3.00%, для простого дыхания 1.52%, для комнатного воздуха 0.12%

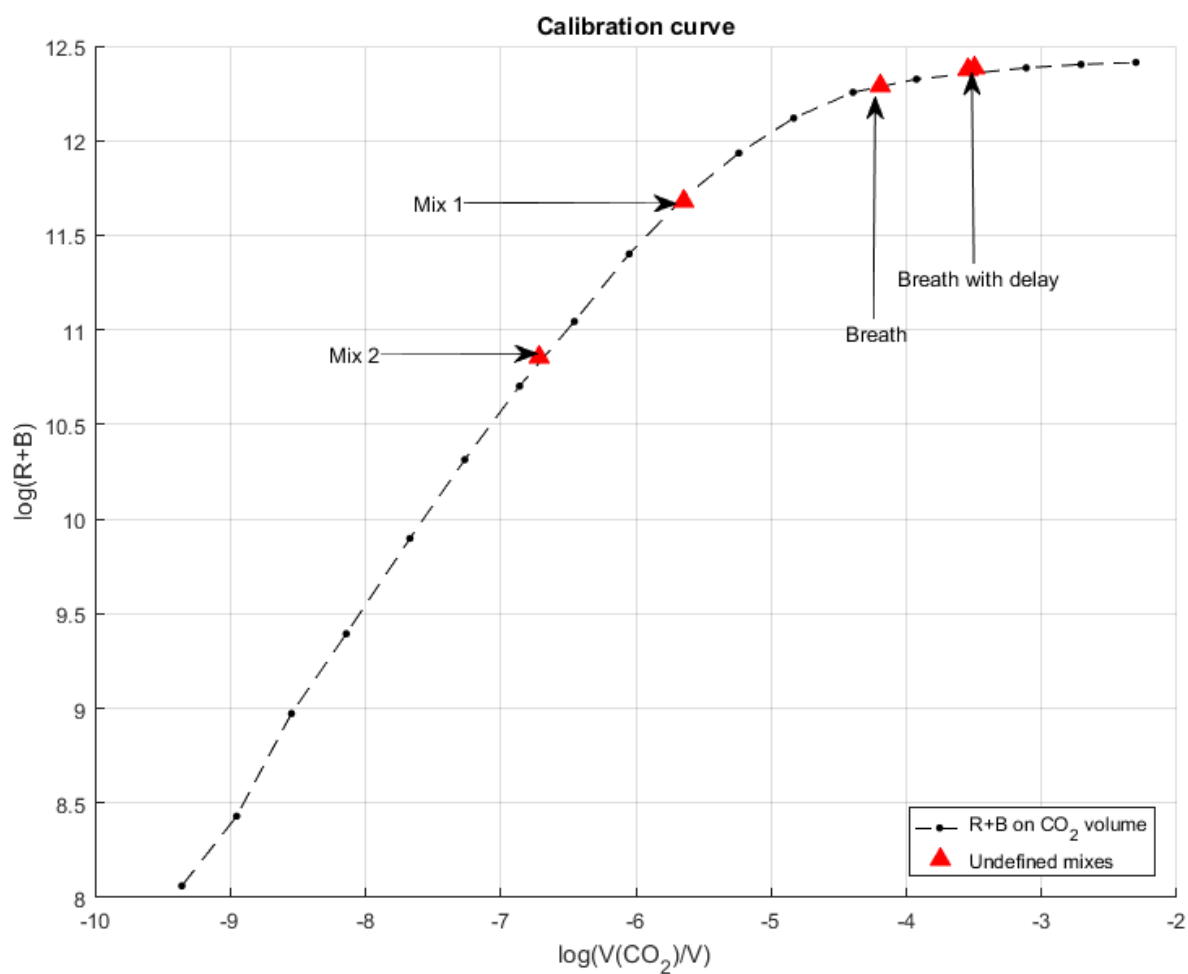


Схема установки:

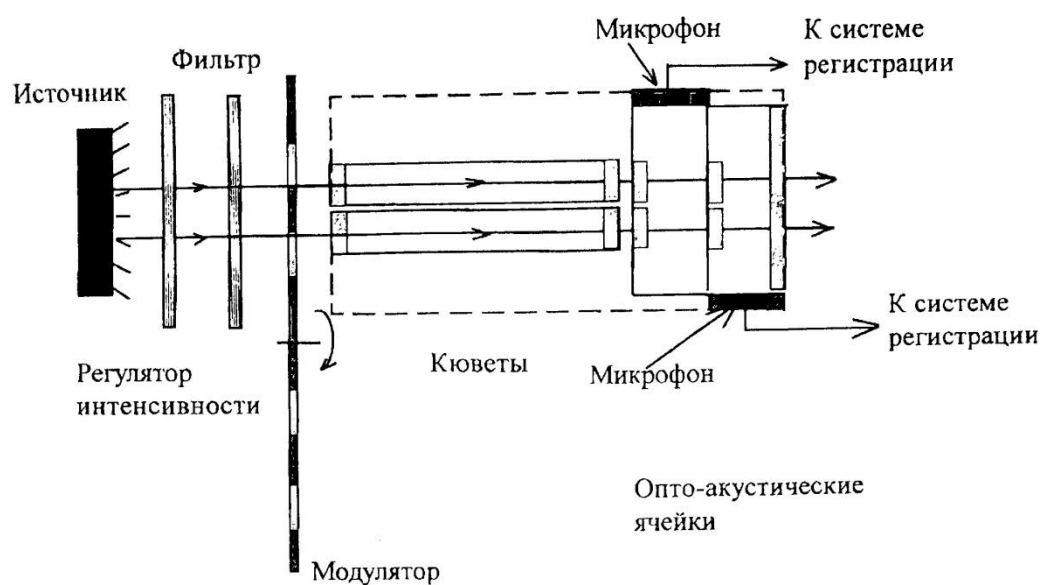


Рис.1. Схема оптического измерительного блока

6. Затем с помощью компьютерного моделирования, смоделируем спектр поглощения  $CO_2$  в зависимости от давления и концентрации.

10	1.35		0.0001	0.007157395	10	0.716509	
5	1.3		0.0002	0.014314792	5	0.716027185	
3	0.6		0.0003	0.021472193	3	0.718805896	
2	0.35		0.0005	0.035787001	2	7.19E-01	
1	0.2		0.0010	0.071574049	0.5	0.723024314	
0.5	0.1		0.0020	0.143148346	0.3	0.777197031	
0.2	0.2		0.0030	0.214722837	0.1	1.318835183	
0.1	0.1		0.0050	0.357872539			
			0.0100	0.715750843			
			0.0200	1.431525348			
			0.0300	2.147322993			
			0.0500	3.578989763			

