РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина

Разработка методики анализа состава газовых сред с применением компактного интерактивного электрофлуктуационного газоанализатора нового поколения

Цель

- **Цель работы** - Разработка методики анализа состава газовых сред с применением компактного интерактивного электрофлуктуационного газоанализатора нового поколения.

Типичный спектр низкочастотного токового шума в полупроводниках

- Спектр фликкер-шума в полупроводниковых материалах удобно описывать с помощью эмпирического соотношения Хоуге:

$$\frac{S_U(f)}{IR^2} = \frac{\alpha_\gamma}{Nf^\gamma}$$

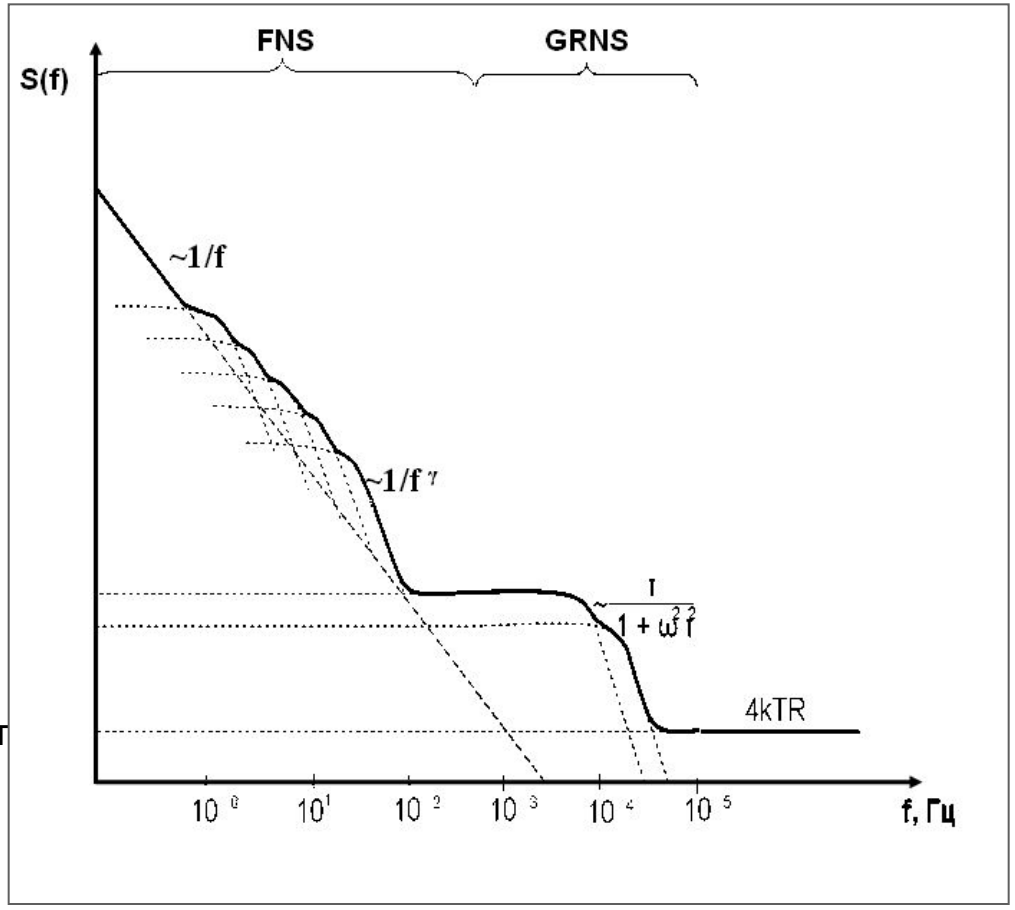
где $S_U(f)$ –спектральная плотность флуктуаций образца,

$$R = \frac{L^2}{q\mu N}$$

N = nWLt – полное число носителей заряда (НЗ) в образце;

n – концентрация НЗ;

W, L, t – ширина, длина и толщина образца, соответственно; μ - подвижность НЗ; q – заряд электрона.



Конструкция ФШГС

- **Сенсор представляет собой пластину из высокоомного кремния марки БДМ с ориентацией р-типа проводимости, полученного методом бестигельной зонной плавки в вакууме** размером 2,8х2,8 мм и толщиной 0,24 мм с нанесенным контактами из золота толщиной 1 мкм и шириной 0,75 мм
- **Сенсор смонтирован на поверхность однокаскадного термоэлектрического охладителя (ТЭО)**
- Температурные режимы работы сенсора контролировались с помощью платинового термометра сопротивления ($R_{ном}$=100 Ом, Δt=0,1С)
- Установлены два светодиода - имеется возможность облучения газочувствительной поверхности в видимом световом диапазоне

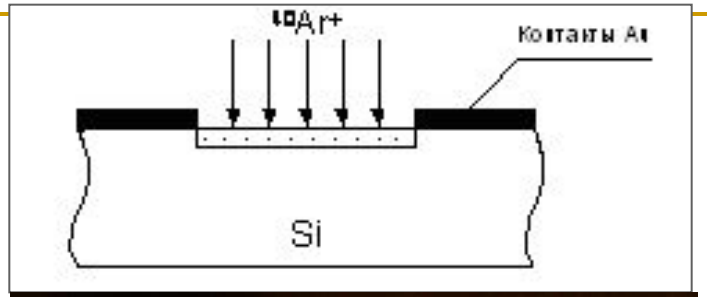
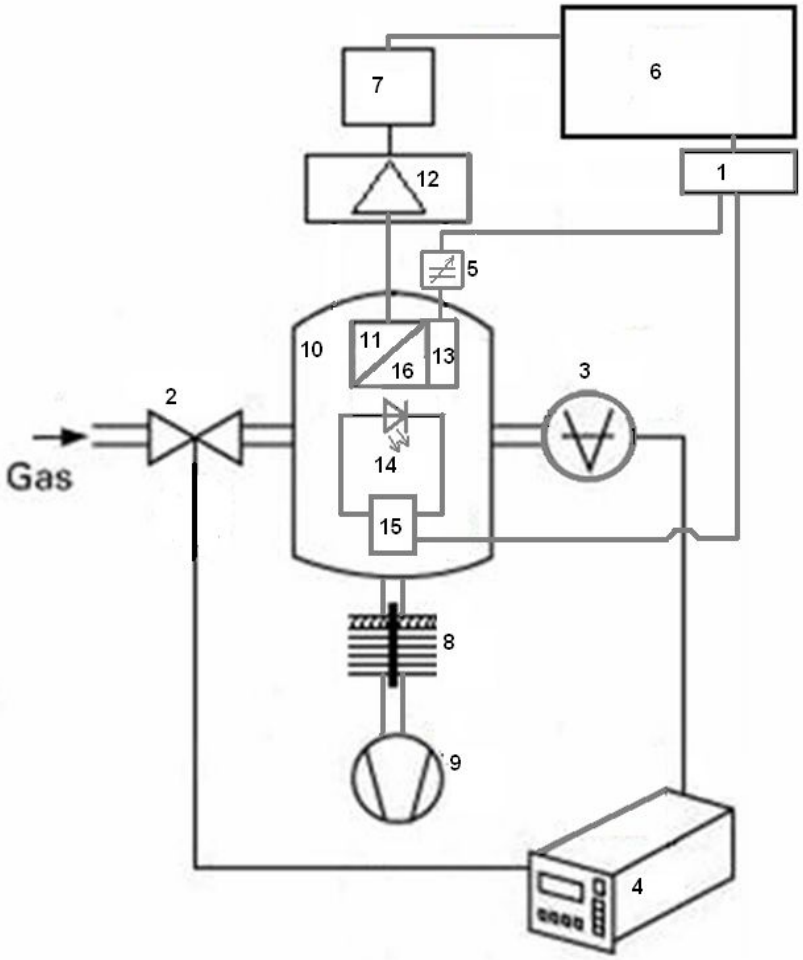
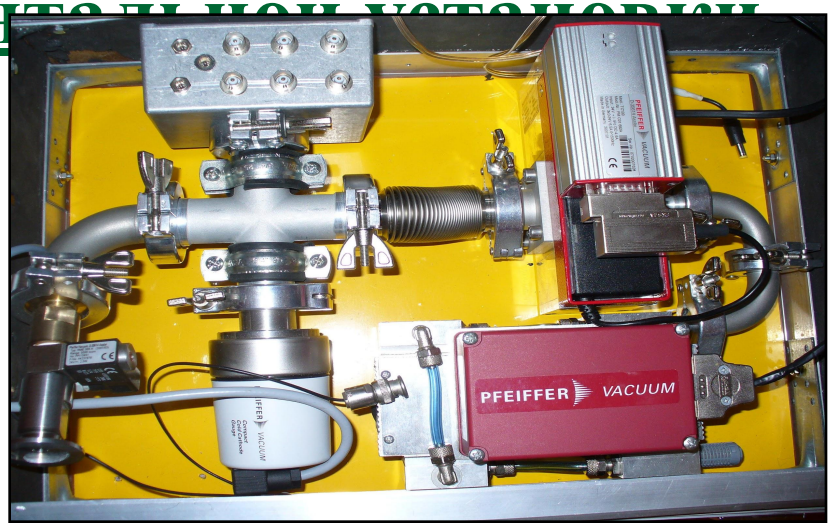


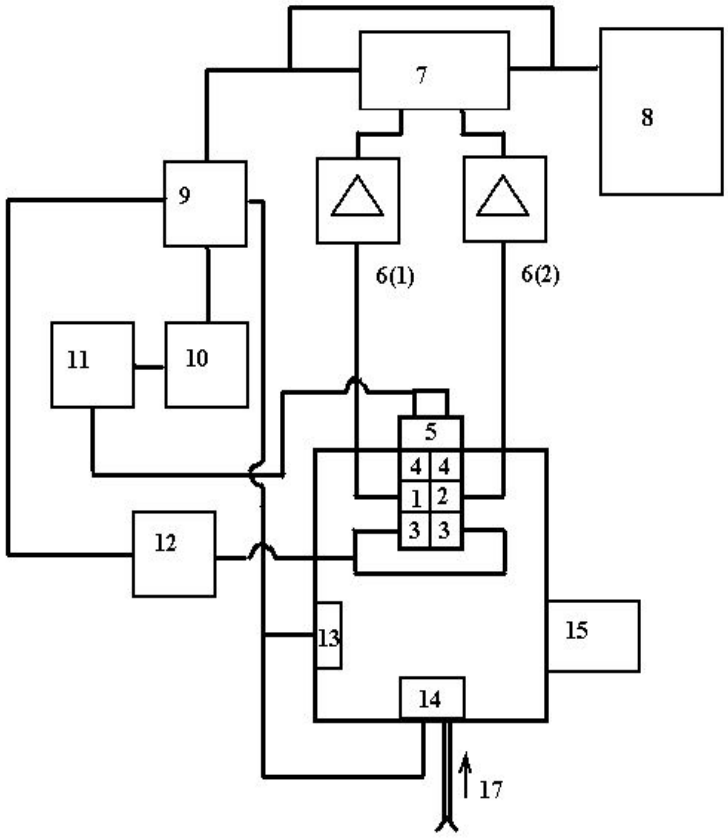
Схема экспериментальной установки





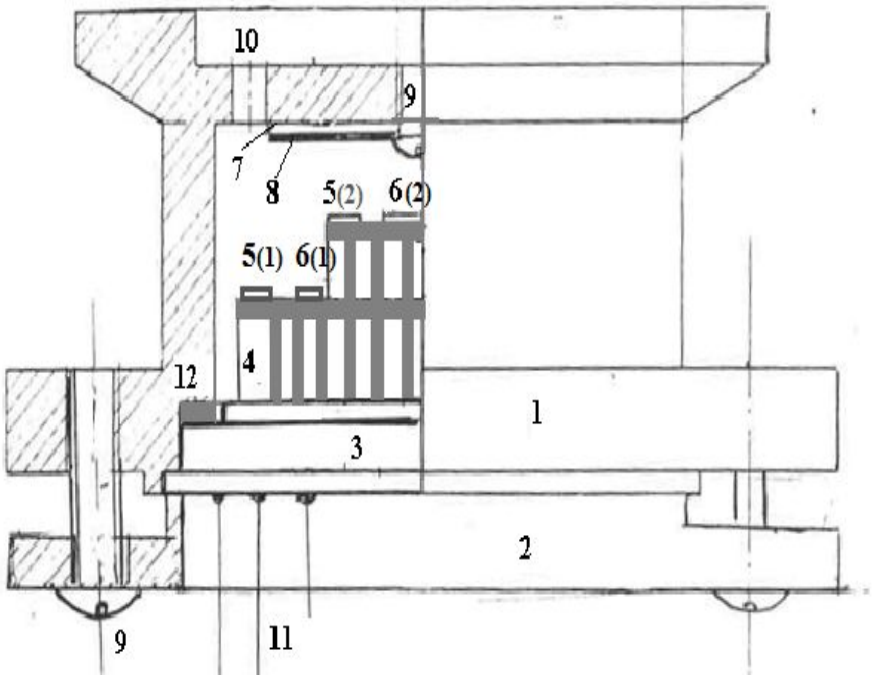
1. 1-блок питания
2. 2-электромагнитный натекатель
3. 3-вакуумметр
4. 4-блок управления напуском газа
5. 5-регулятор температуры
6. 6-блок обработки данных
7. 7- АЦП
8. 8- форвакуумный насос
9. 9- турбомолекулярный насос
10. 10-вакуумная измерительная камера
11. 11-газовый сенсор
12. 12-зарядочувствительный усилитель
13. 13-датчик температуры
14. 14-светодиод
15. 15-блок управления светодиодами
16. ТЭО

Схема устройства газового анализатора с бисенсорным синхронным дифференциально температурным датчиком



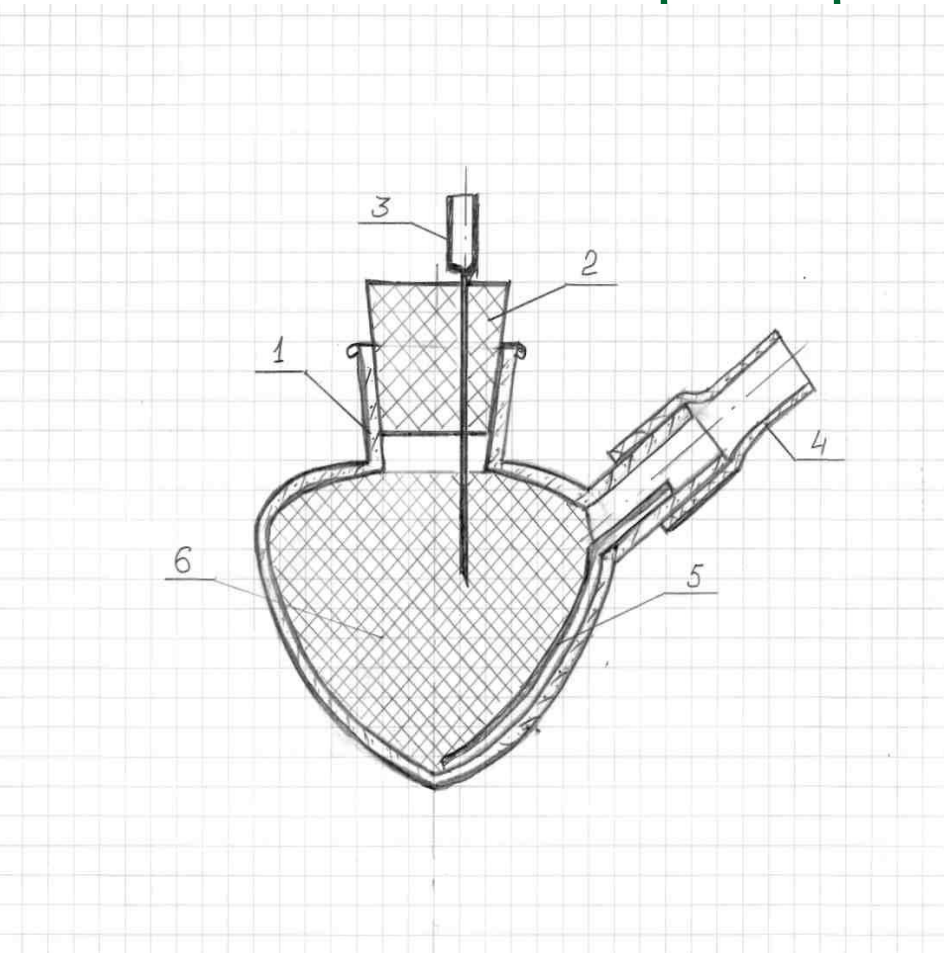
1. Газовый сенсор № 1
2. Газовый сенсор № 2
3. Светодиоды
4. Датчики температуры
5. Двухкаскадный ТЭО
6. Усилители зарядочувствительные
7. АЦП
8. Компьютер
9. Исполнительное устройство
10. Регулятор температуры
11. Источник питания ТЭО
12. Источник питания и управления светодиодами
13. Реле вакуумное
14. Клапан напуска
15. Вакуумный насос
16. Вакуумная камера
17. Анализируемый газ

Схема устройства газового бисенсорного датчика



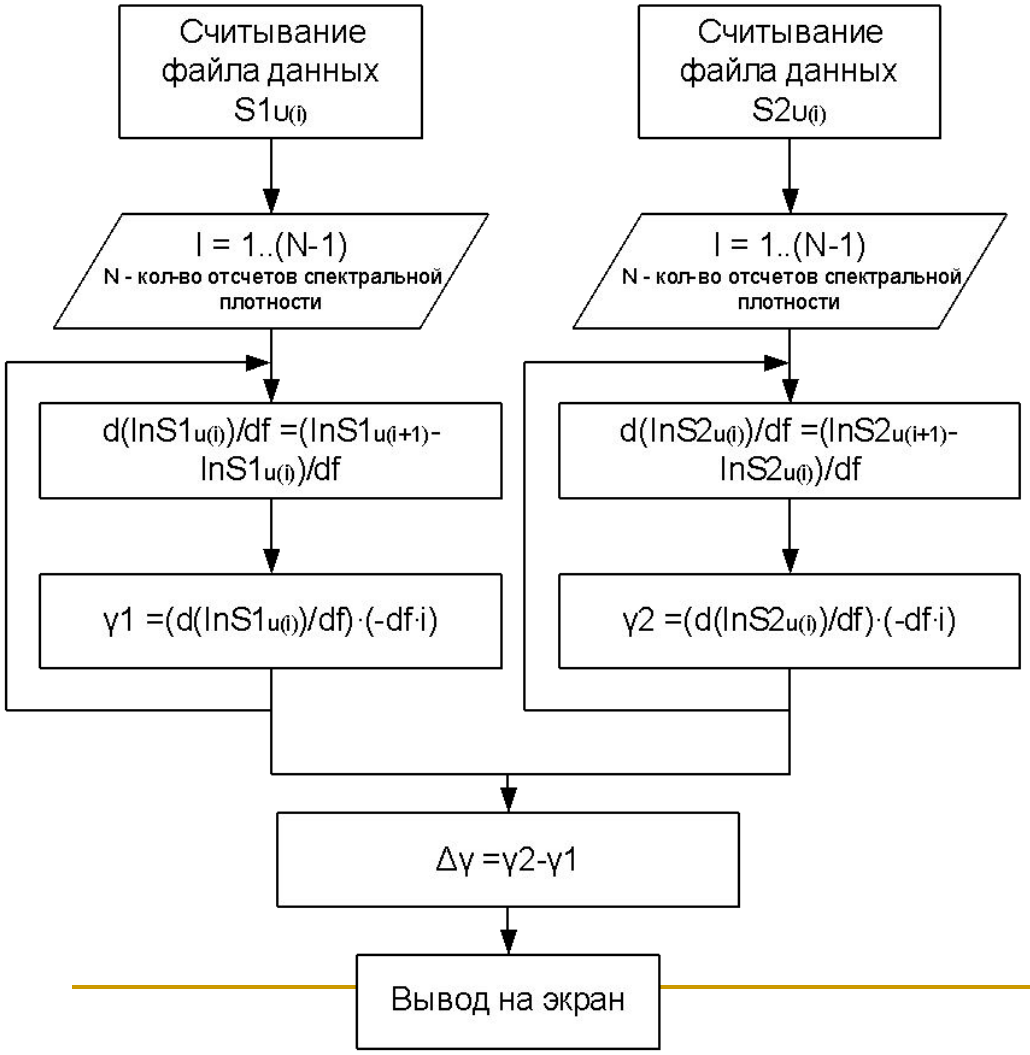
1- Корпус
2- Кольцо установочное
3- Цоколь монтажный
4- Элемент Пельтье 2-х каскадный
5(1)- Сенсор кремниевый газовый 1-й каскад
5(2)- Сенсор кремниевый газовый 2-й каскад
6(1)- Термосопротивление Pt 1-й каскад
6(2)- Термосопротивление Pt 2-й каскад
7- Прокладка изолирующая
8- Пластина металлическая
9- Винт из диэлектрика
10- Вентилирующее отверстие
11- Выводы электрические
12- Уплотнение вакуумное витоновое

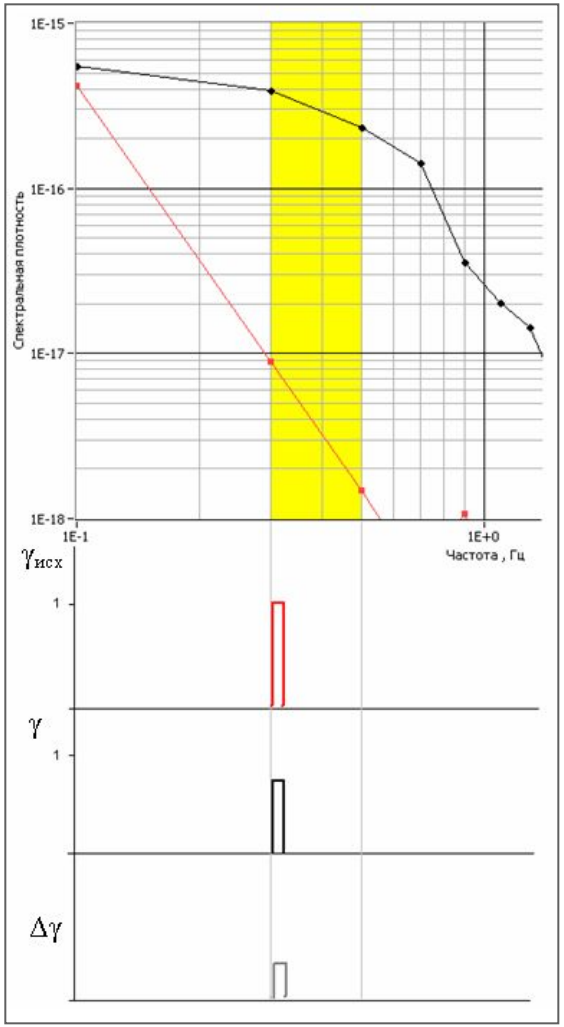
Способ отбора пробы



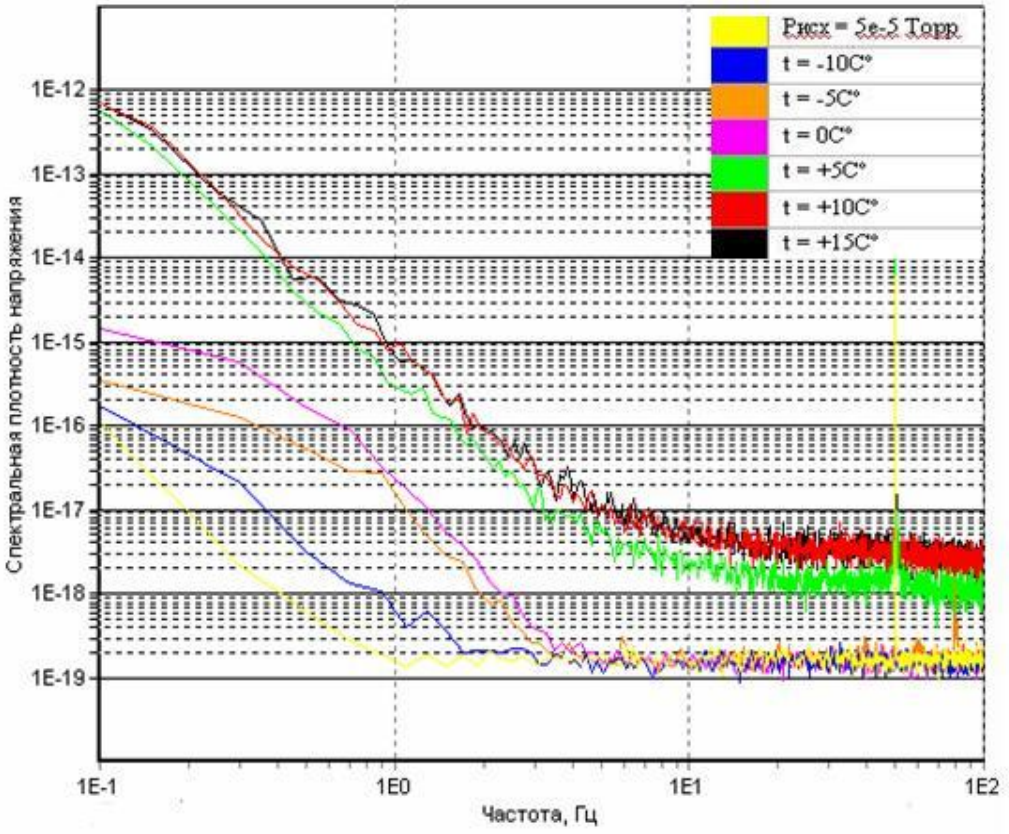
- **Схема пробоотборного устройства:**
- 1 - колба Бунзена,
- 2 - пробка резиновая,
- 3 - игла инъекционная,
- 4- трубка присоединительная,
- 5 - трубка буферная.

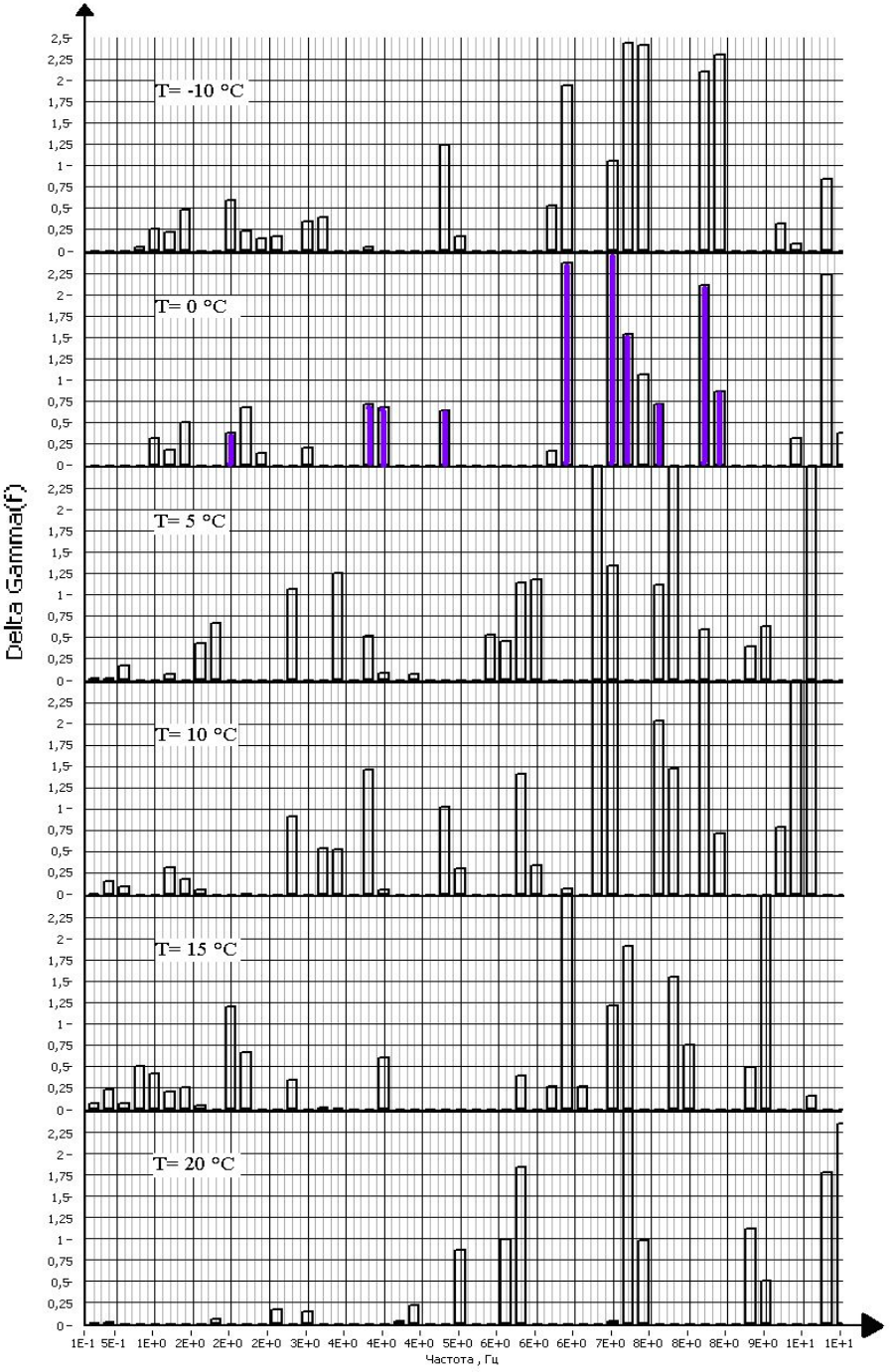
Блок схема программы вычислений идентифицирующих признаков различных газов



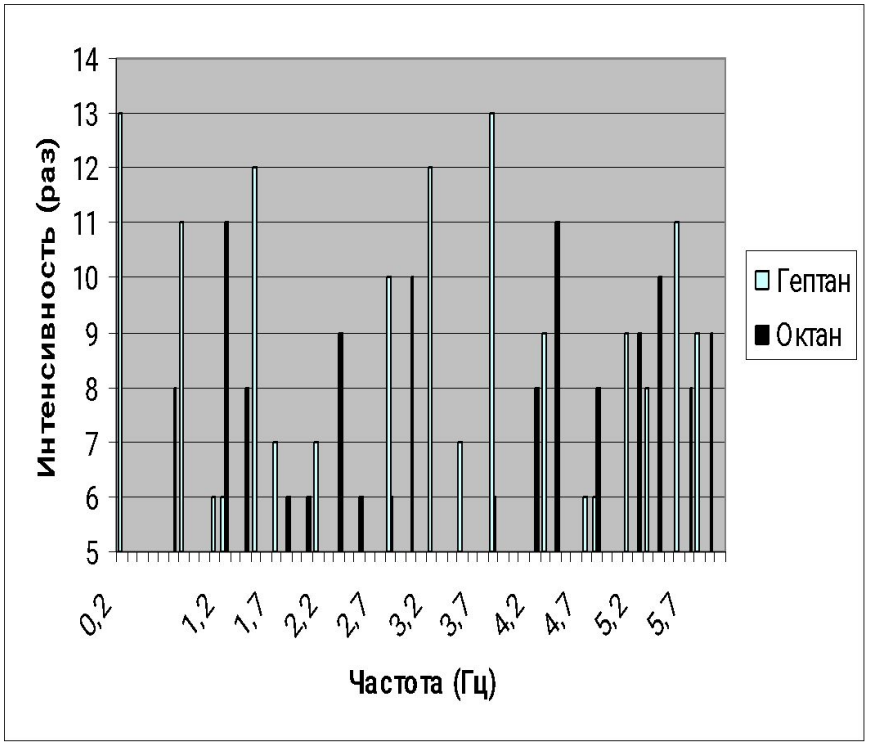


Температурные зависимости $S_u(f)$ и штрих-коды ($\Delta\gamma$) полученные для гептана при различных значениях

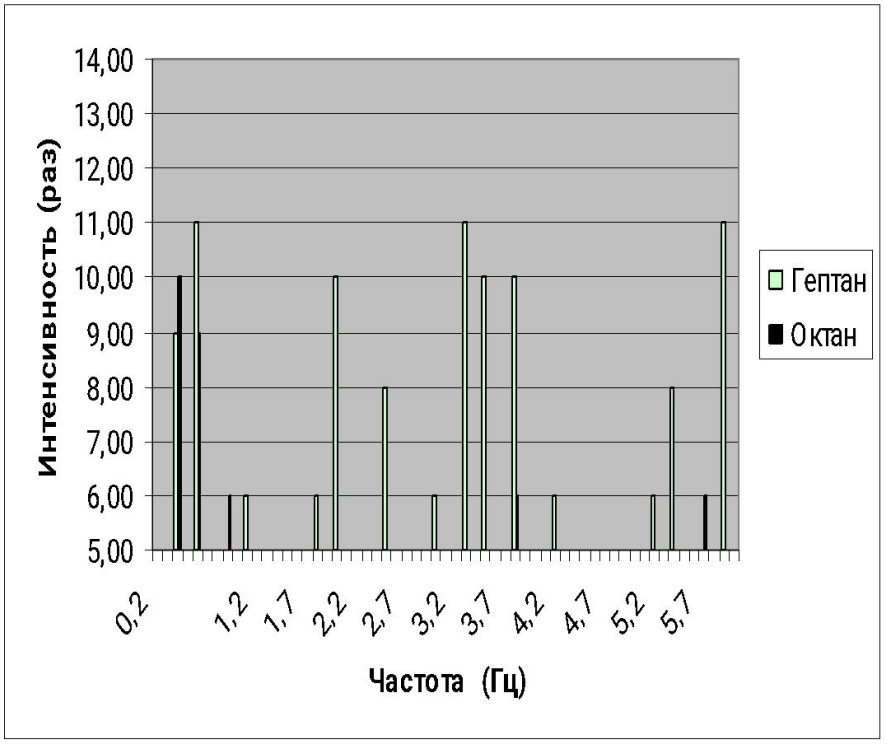




Интенсивность проявления характеристических пиков анализируемых веществ (алканов) с ростом концентрации. Температура сенсора +5oC и 0oC (C_7H_{16} and C_8H_{18})

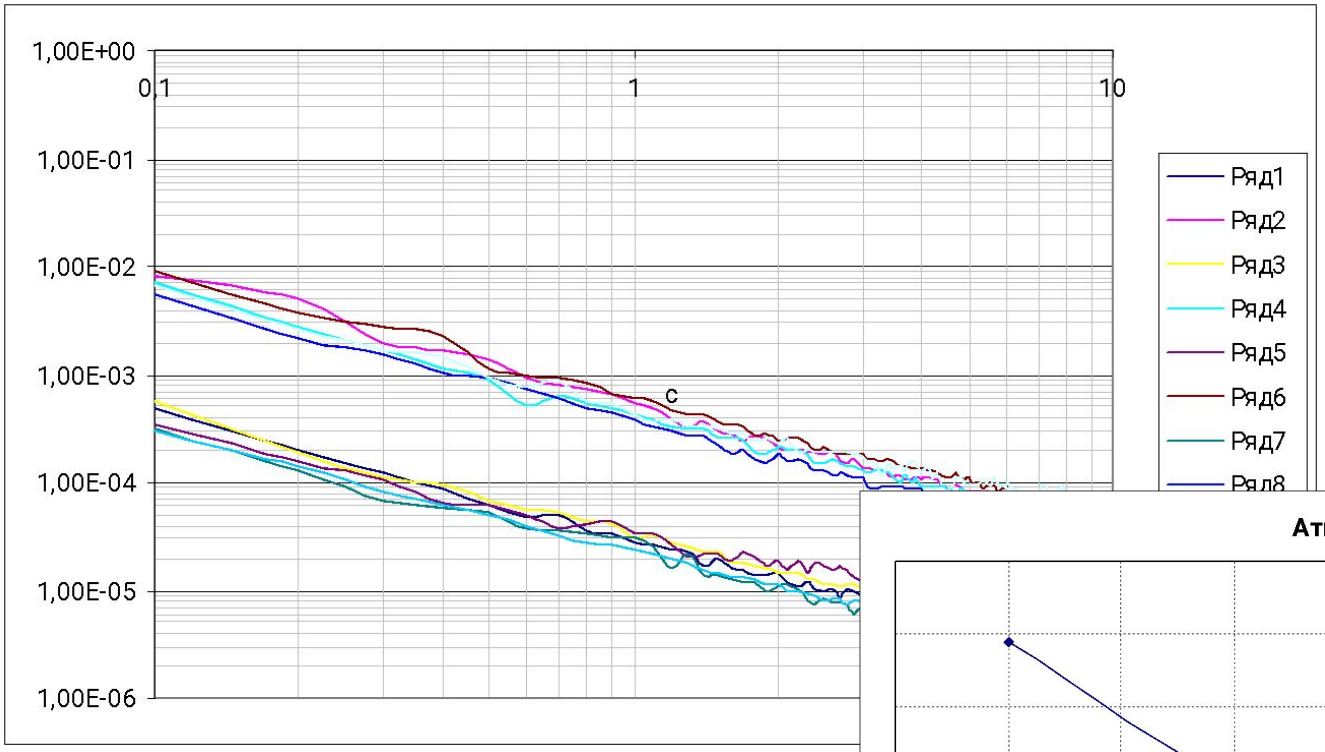


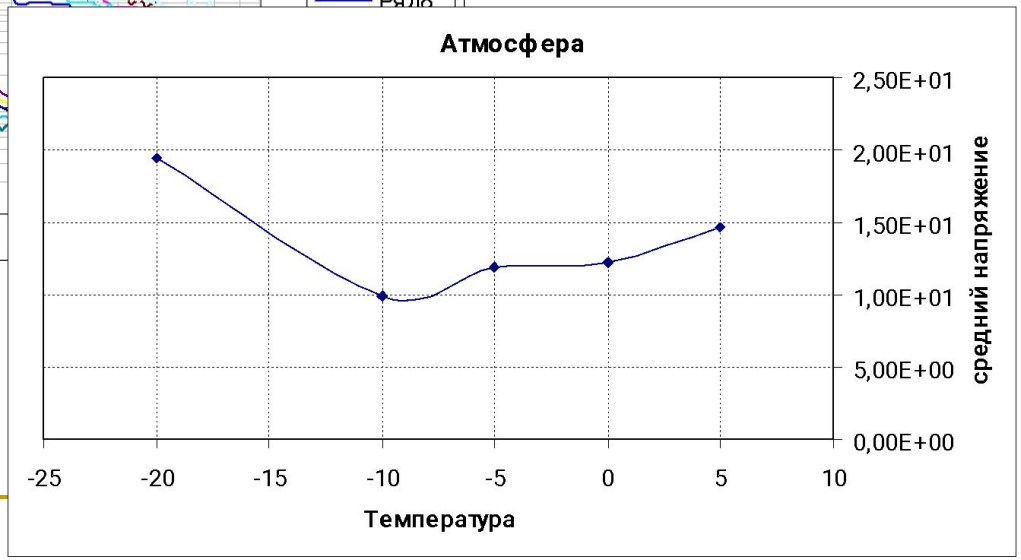
T=268K



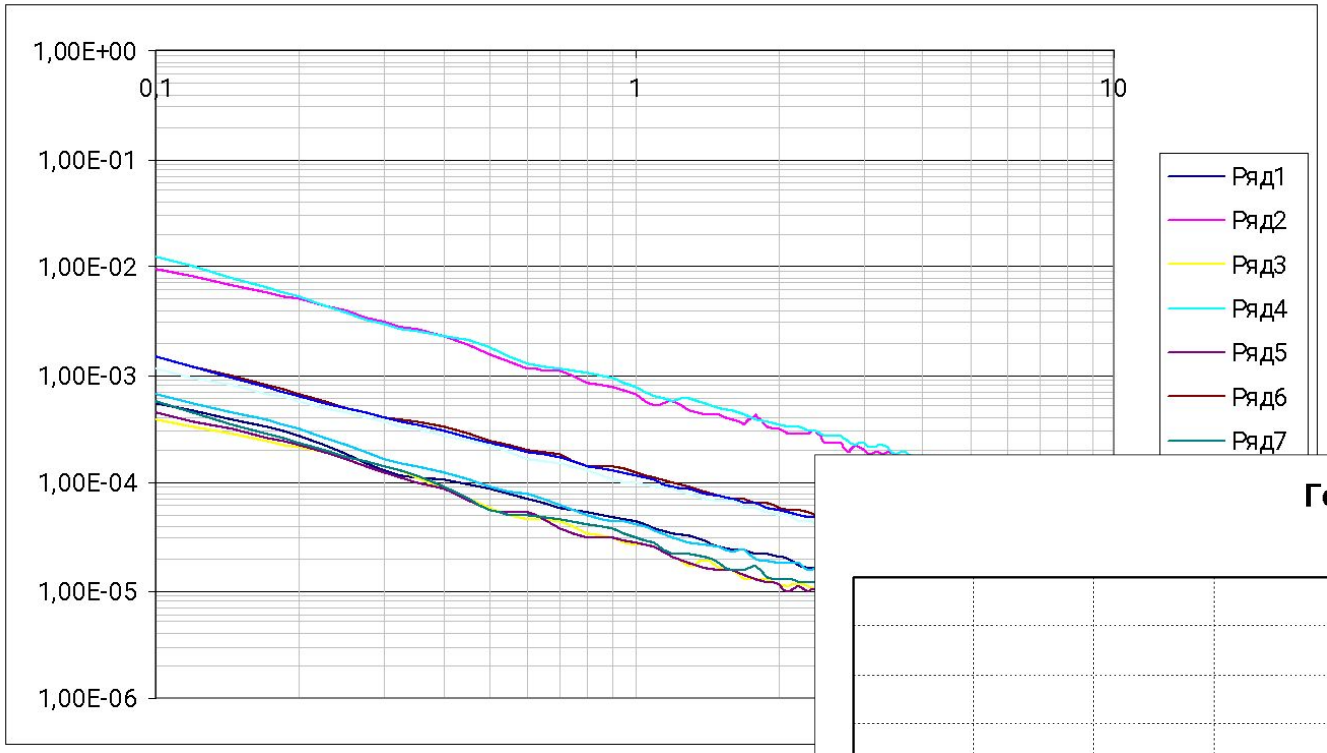
T=273K

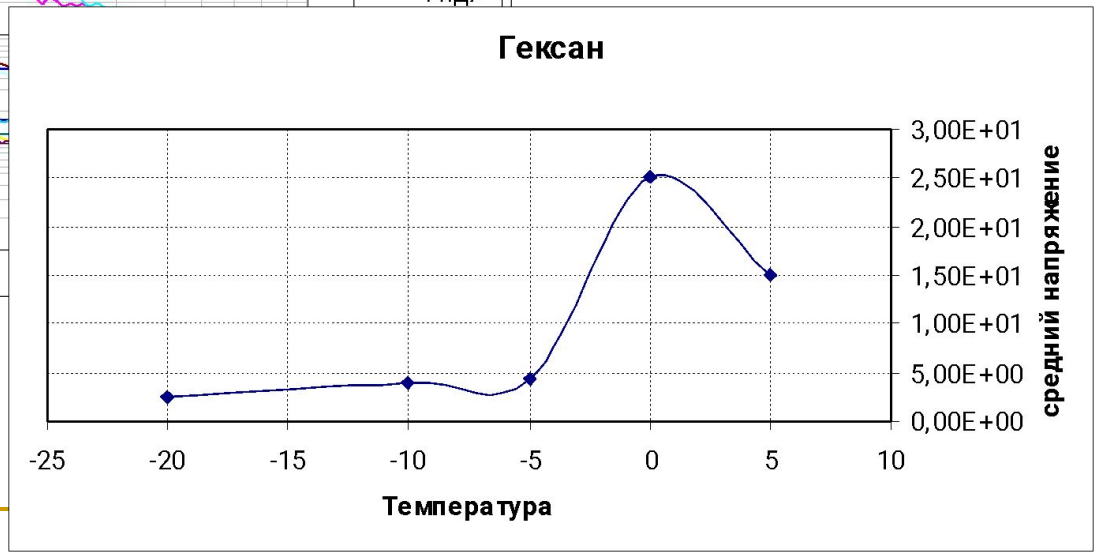
Типичный спектр для дуплетного фликкер-шумового сенсора при дискретных температурах Т=-15оС до Т=+15оС для **атмосферного воздуха**



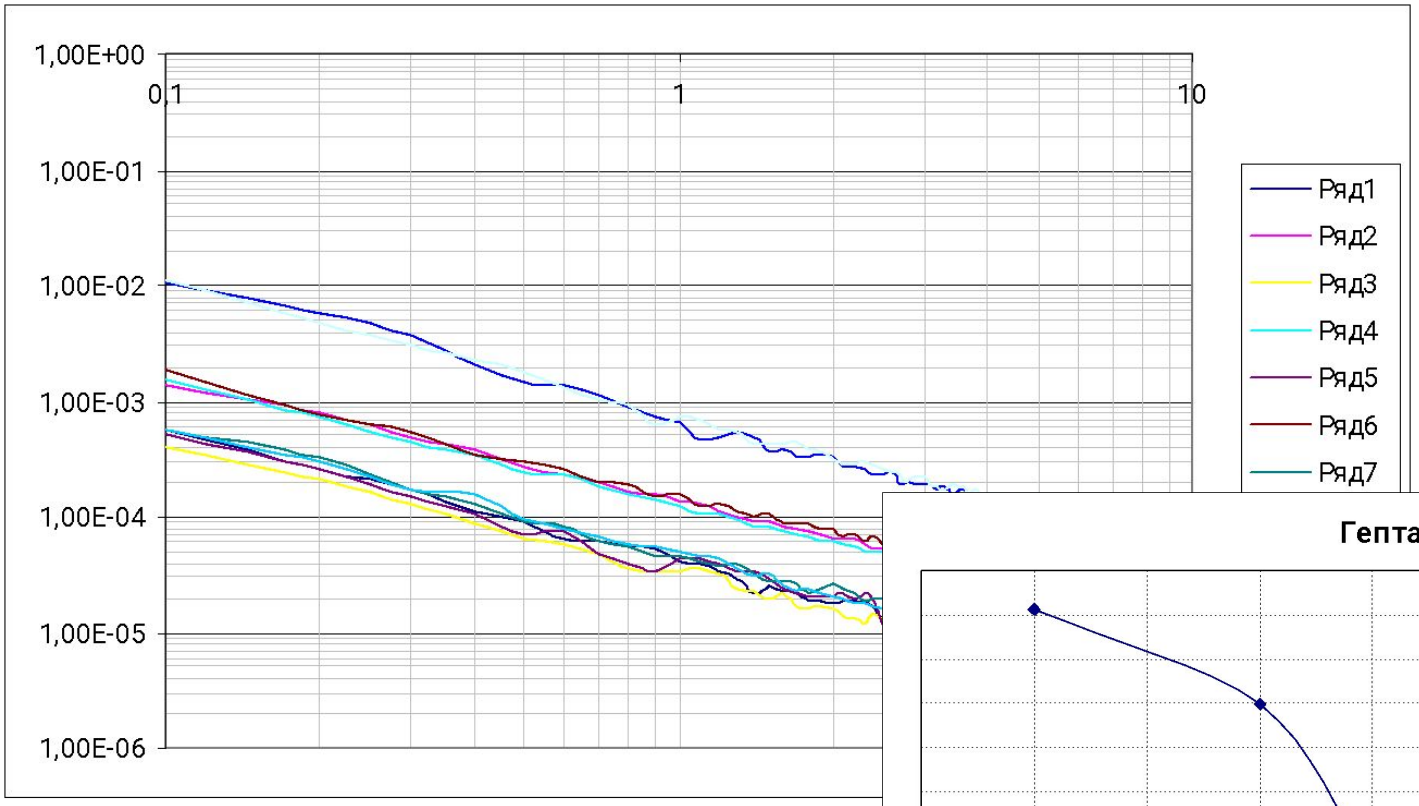


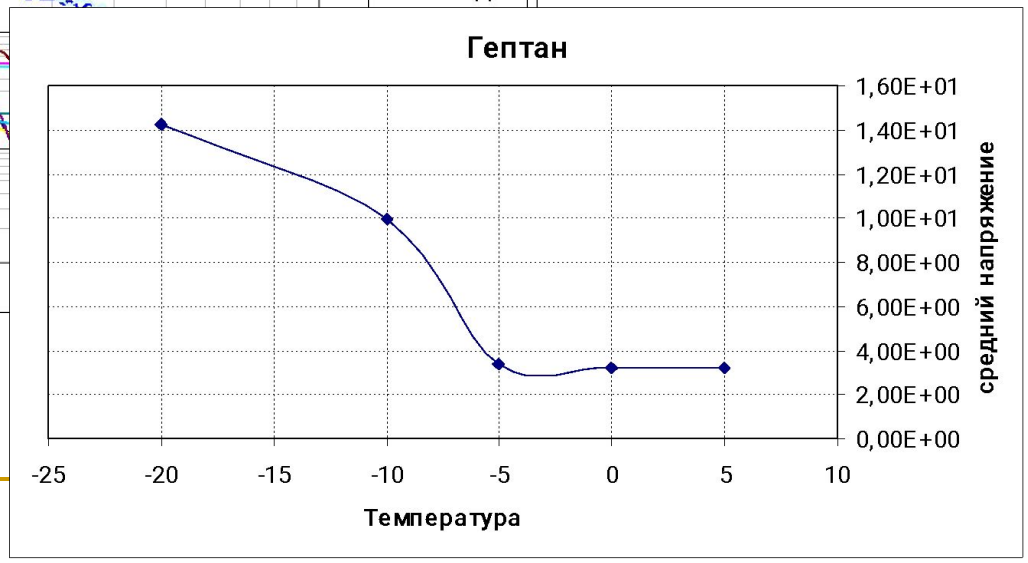
Спектр паров **гексана** для дуплетного фликкер-шумового сенсора при различных температурах на каскадах ТЭО



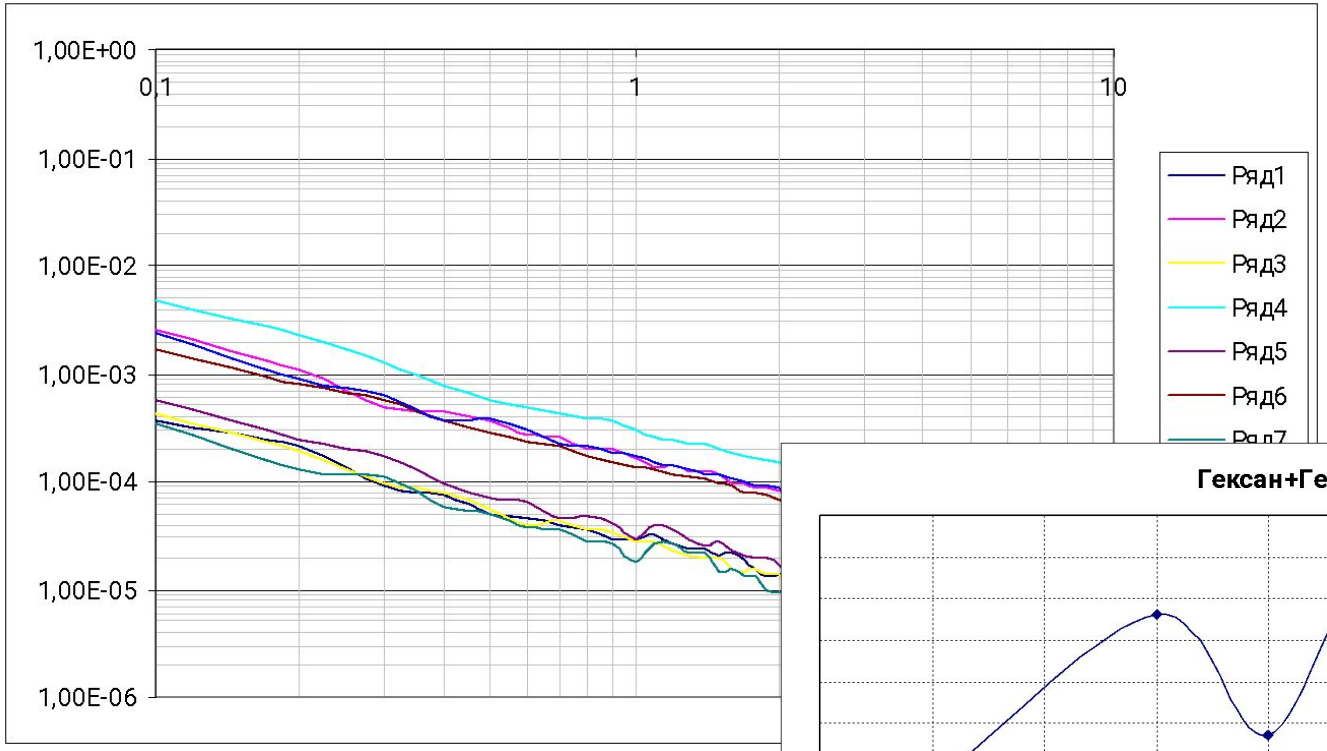


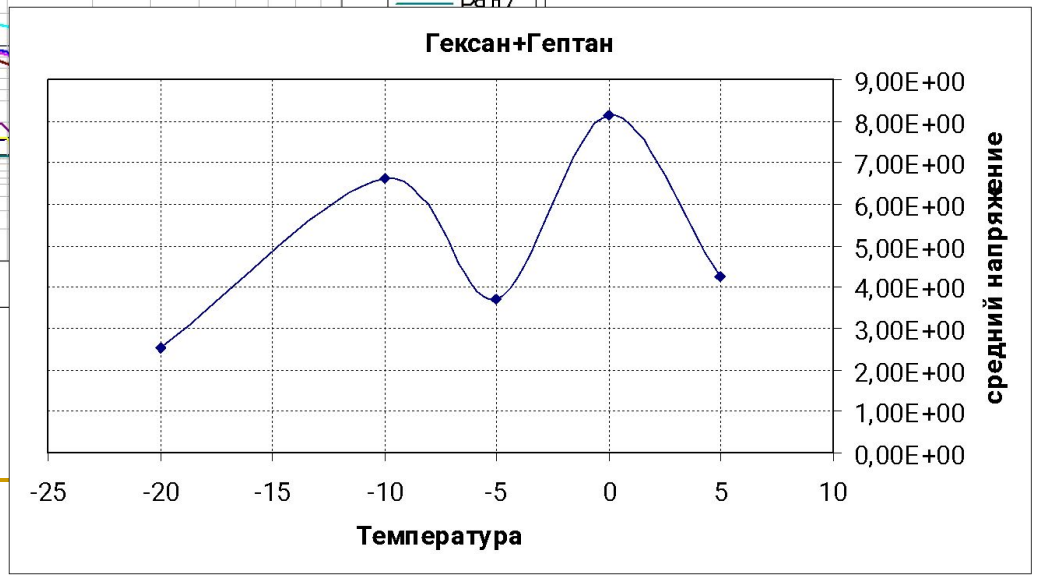
Спектр паров **гептана** для дуплетного фликкер-шумового сенсора при различных температурах на каскадах ТЭО



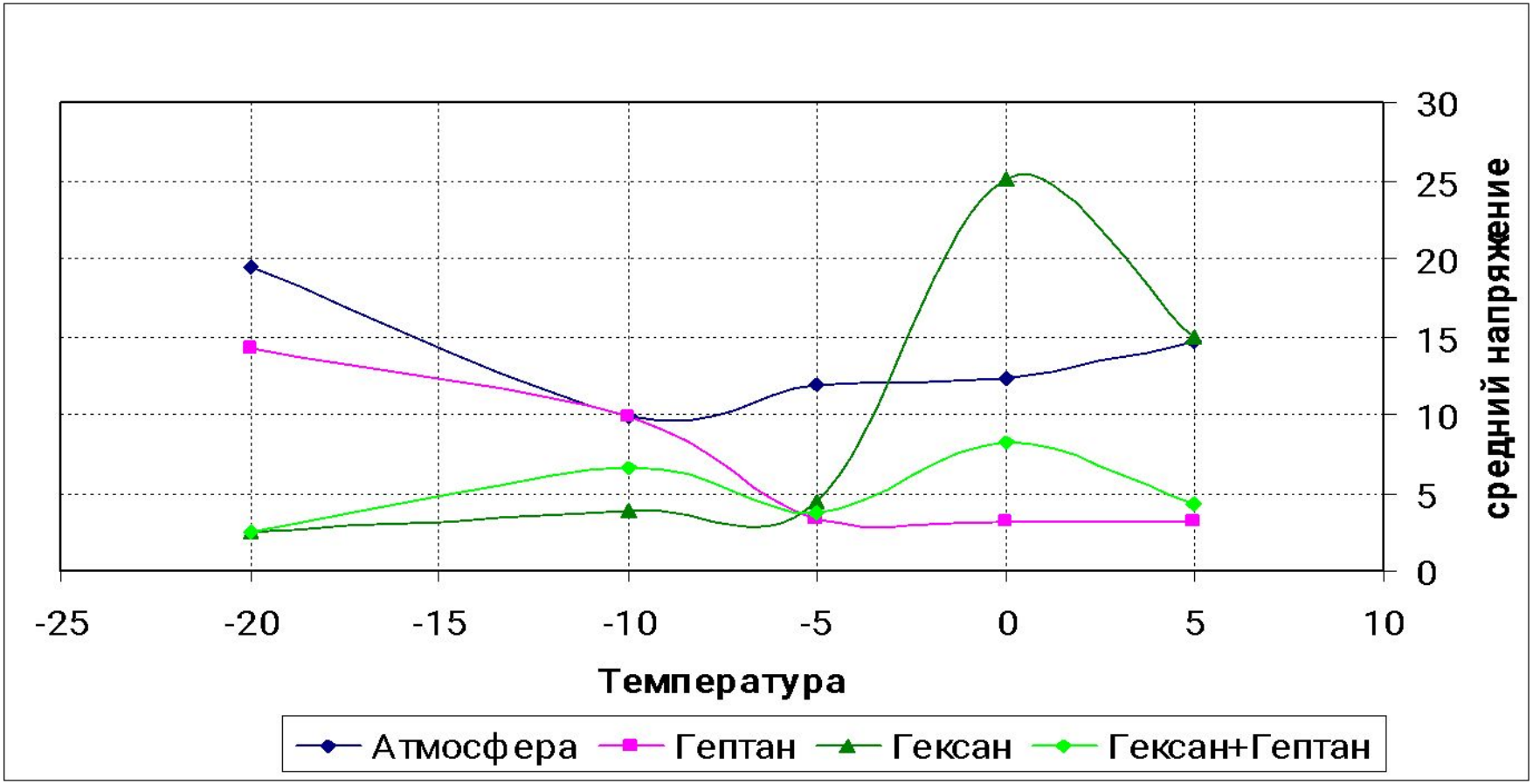


Спектр паров смеси **гексана+гептана** для дуплетного фликкер-шумового сенсора при различных температурах на каскадах ТЭО

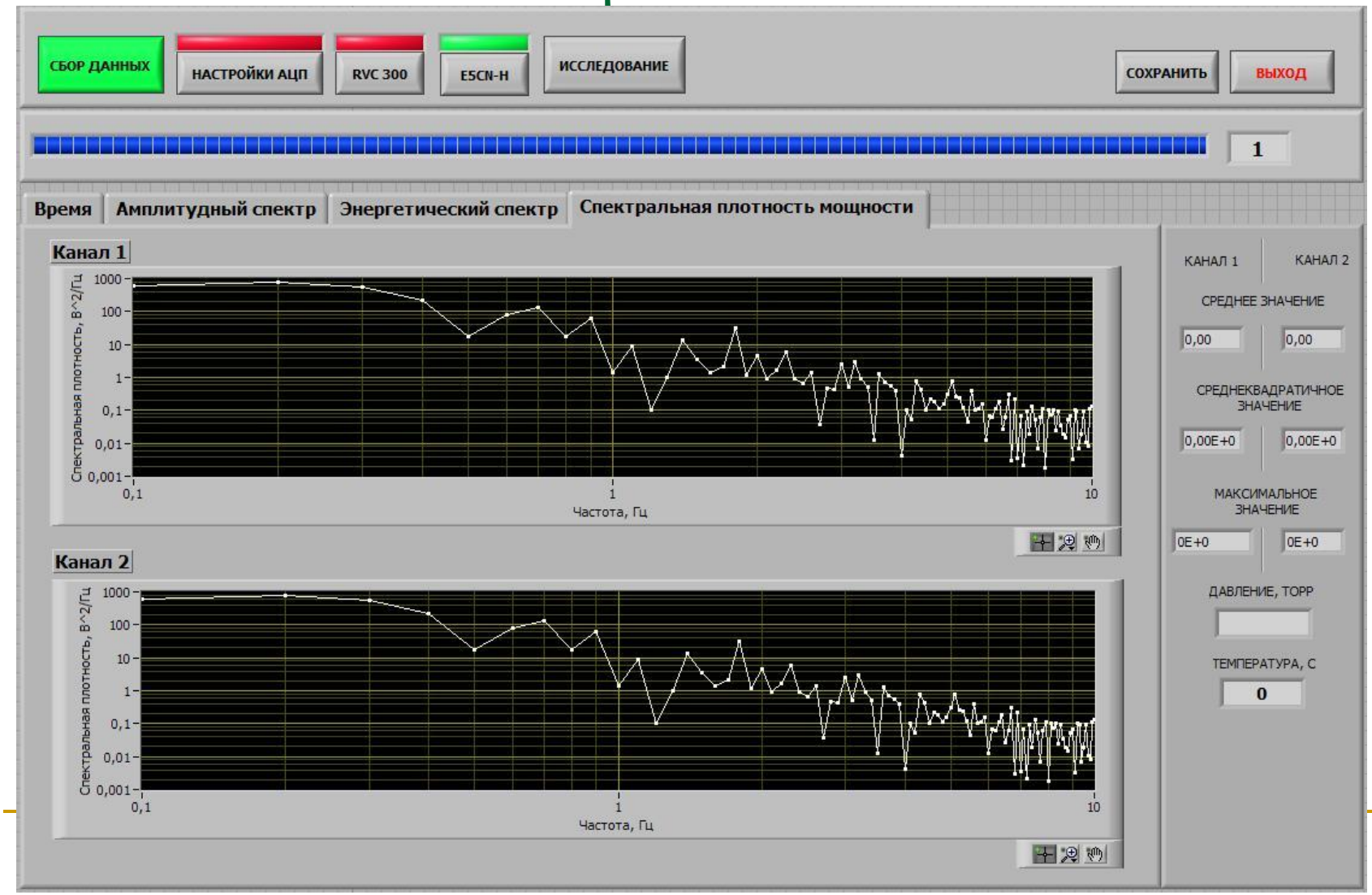




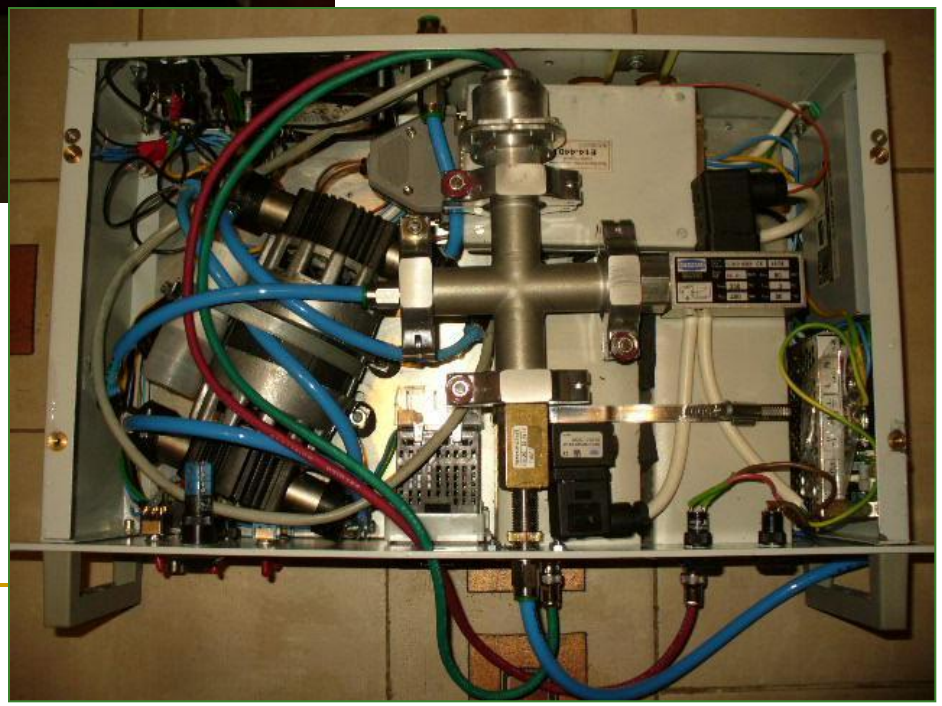
Изменение среднего параметра спектральной плотности напряжения от дискретных значений температуры



Реализация функций управления и сигнализации в среде LabView



Наименование полученных научных результатов

- Методика измерений на основе синхронного дуплета твердотельных электрофлуктуационных (фликкер-шумовых) наносенсоров в режиме дифференциальных параметров температуры, давления, фотостимуляции, электрической и магнитной фильтрации
- Программное обеспечение к установке электрофлуктуационной спектрометрии (ЭФС) с использованием современных методов математической обработки сигналов.

Макет газового анализатора