
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

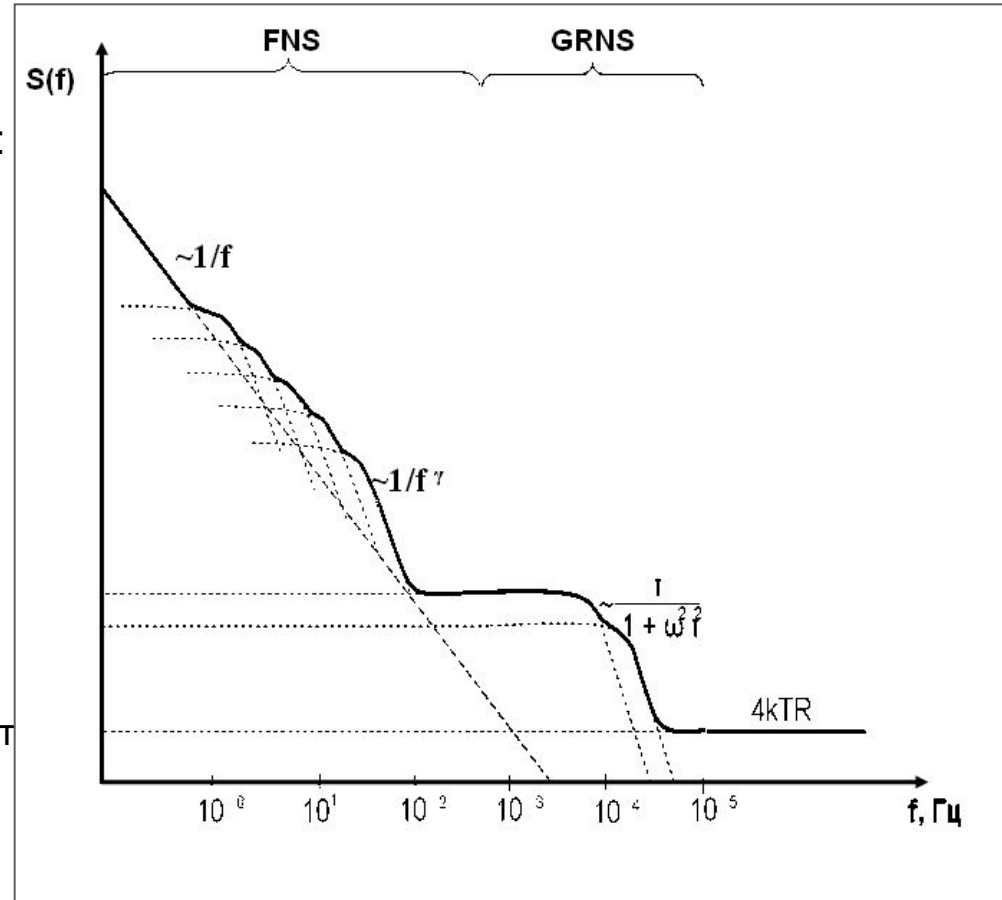
- Спектр фликкер-шума в полупроводниковых материалах удобно описывать с помощью эмпирического соотношения Хоуге:

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

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 2,8x2,8 мм и толщиной 0,24 мм с нанесенными 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 ($R_{\text{НОМ}} = 100 \text{ Ом}$, $\Delta t = 0,1 \text{ C}$)
- Установлены два светодиода - имеется возможность облучения газочувствительной поверхности в видимом световом диапазоне

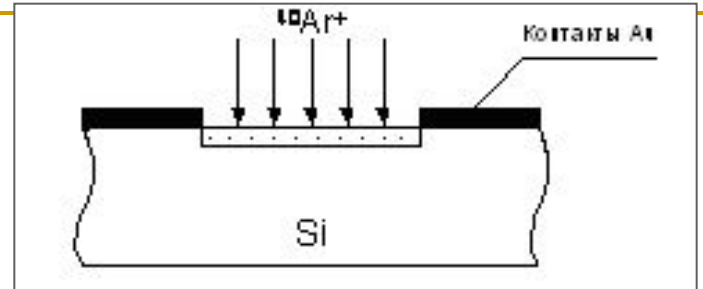
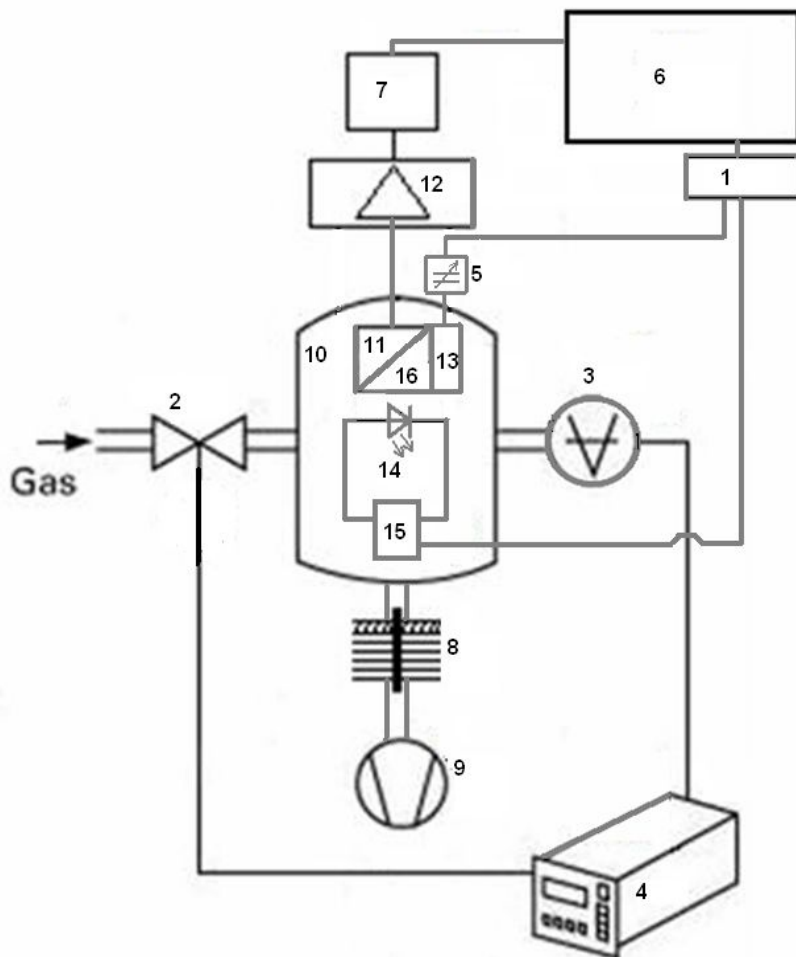
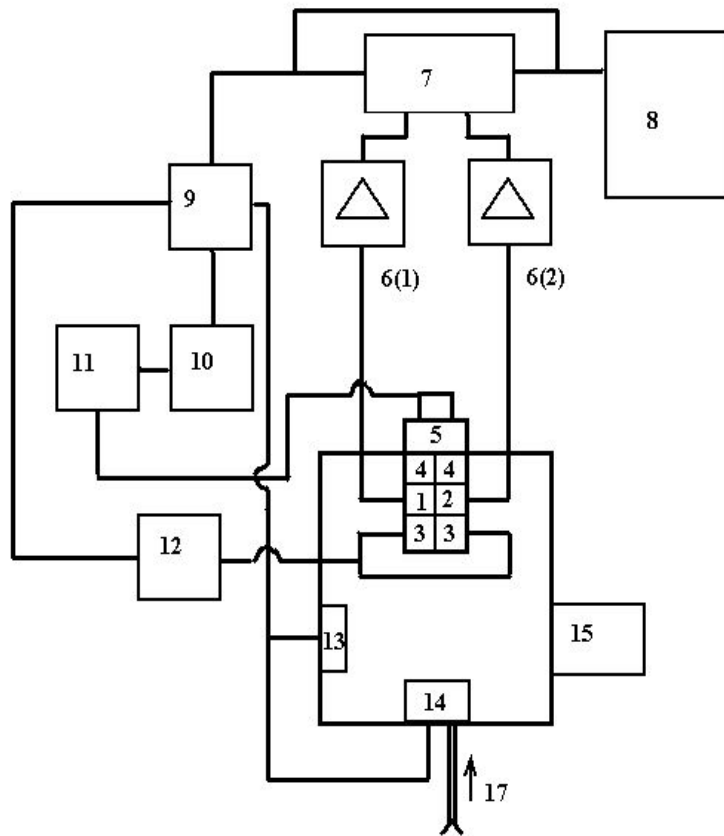


Схема эксперимента по катодной коррозии



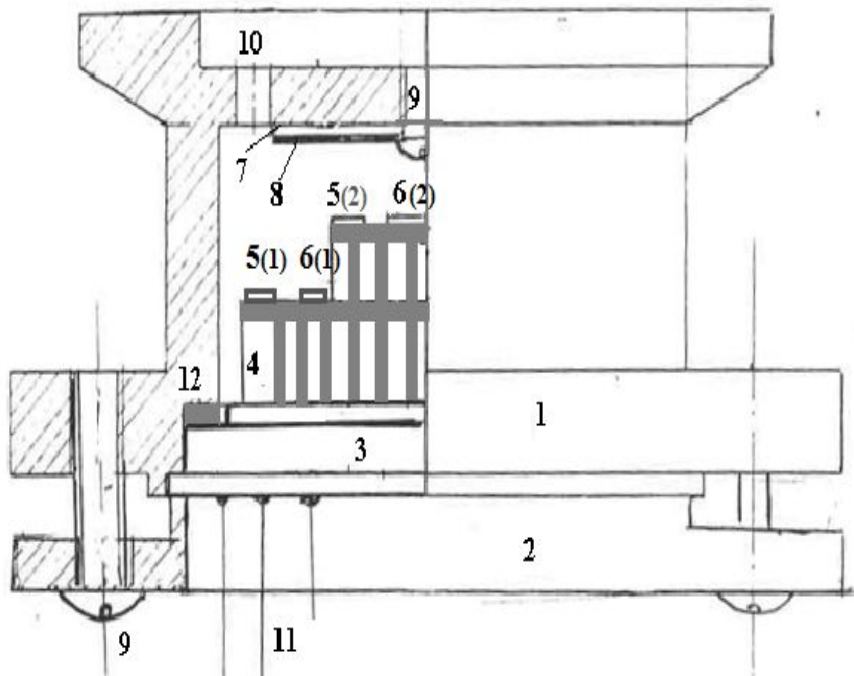
- 1-блок питания
- 2-электромагнитный натекатель
- 3-вакуумметр
- 4-блок управления напуском газа
- 5-регулятор температуры
- 6-блок обработки данных
- 7- АЦП
- 8- форвакуумный насос
- 9- турбомолекулярный насос
- 10-вакуумная измерительная камера
- 11-газовый сенсор
- 12-зарядочувствительный усилитель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

Схема устройства газового анализатора с бисенсорным синхронным дифференциально температурным датчиком



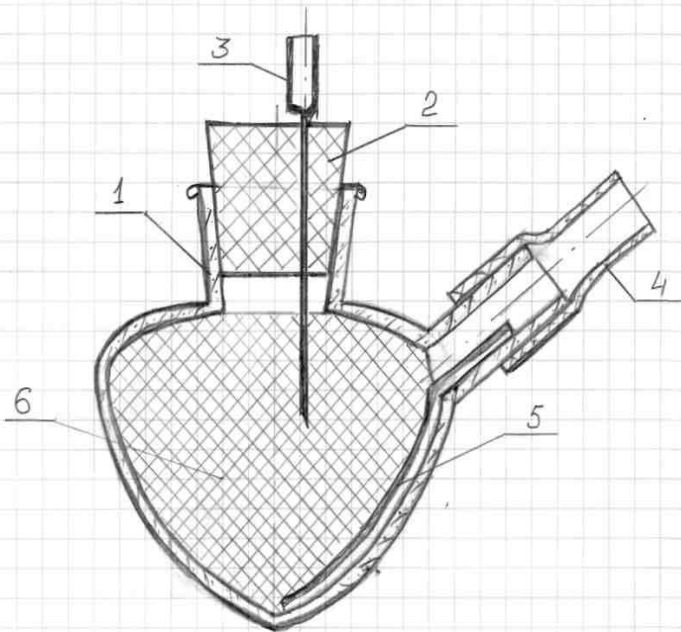
1. Газовый сенсор № 1
2. Газовый сенсор № 2
3. Светодиоды
4. Датчики температуры
5. Двухкаскадный ТЭО
6. Усилители зарядочувствительные
7. АЦП
8. Компьютер
9. Исполнительное устройство
10. Регулятор температуры
11. Источник питания ТЭО
12. Источник питания и управления светодиодами
13. Реле вакуумное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

Схема устройства газового бисенсорного датчика



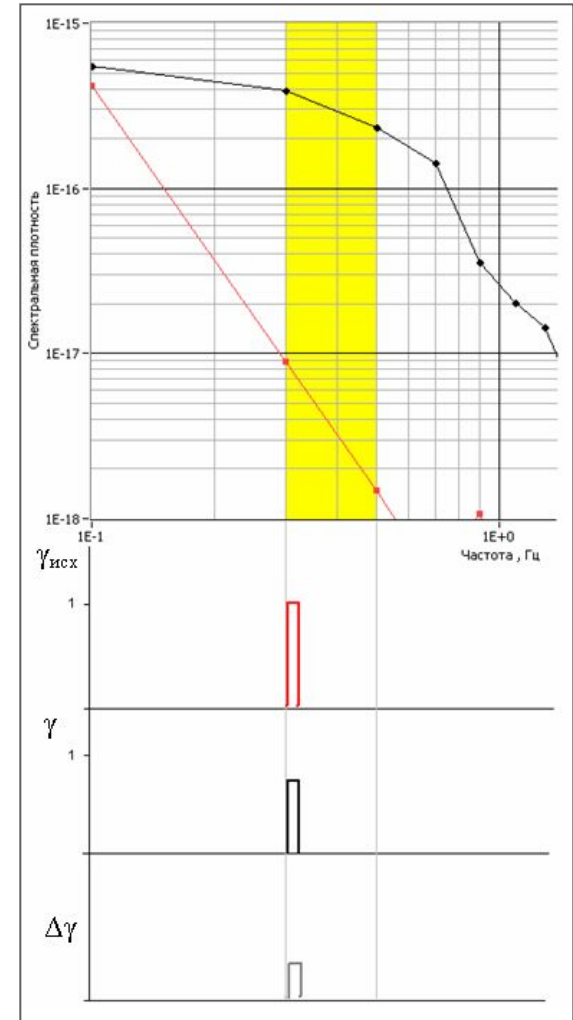
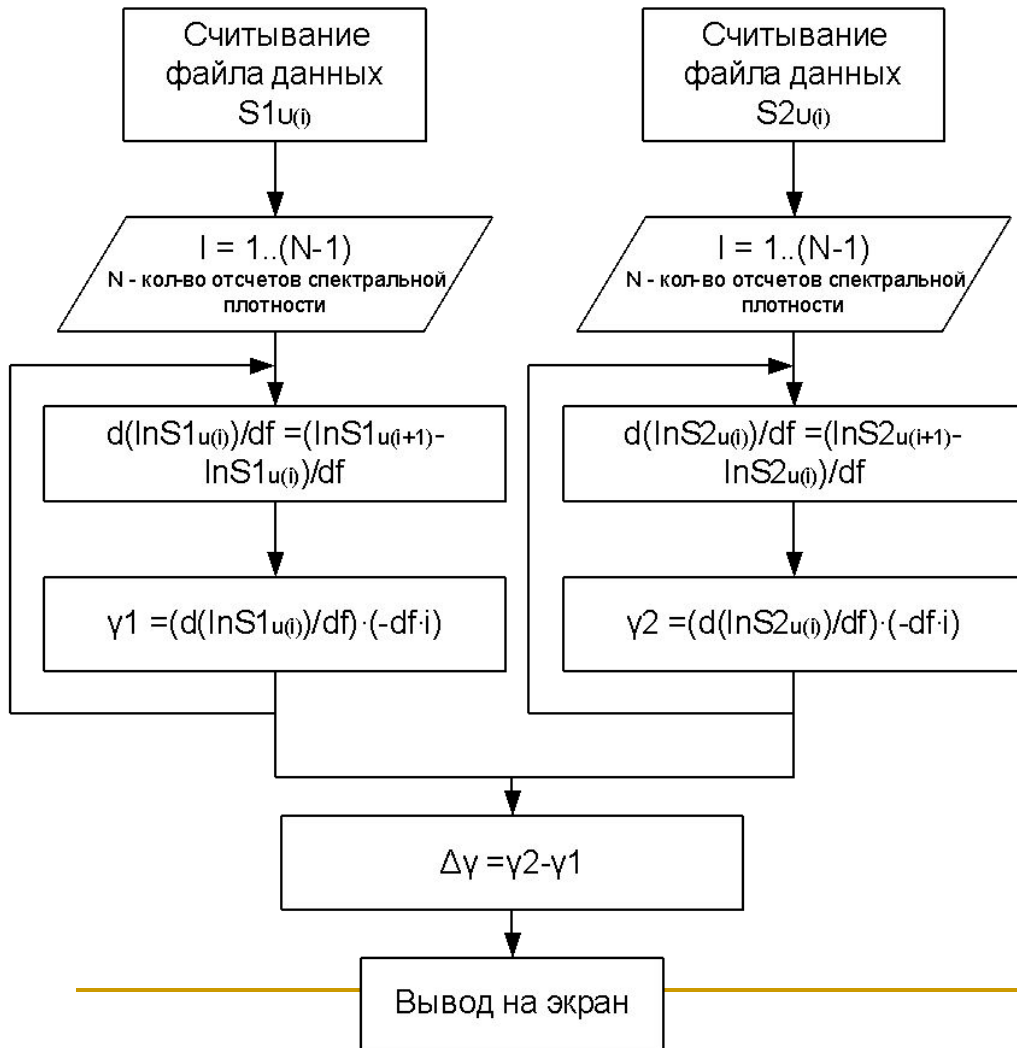
- 1- Корпус
- 2- Кольцо установочное
- 3- Цоколь монтажный
- 4- Элемент Пельтье 2-х каскадный
- 5(1)- Сенсор кремниевый газовый 1-й каскад
- 5(2)- Сенсор кремниевый газовый 2-й каскад
- 6(1)- Термосопротивление Pt 1-й каскад
- 6(2)- Термосопротивление Pt 2-й каскад
- 7- Прокладка изолирующая
- 8- Пластина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

Способ отбора пробы

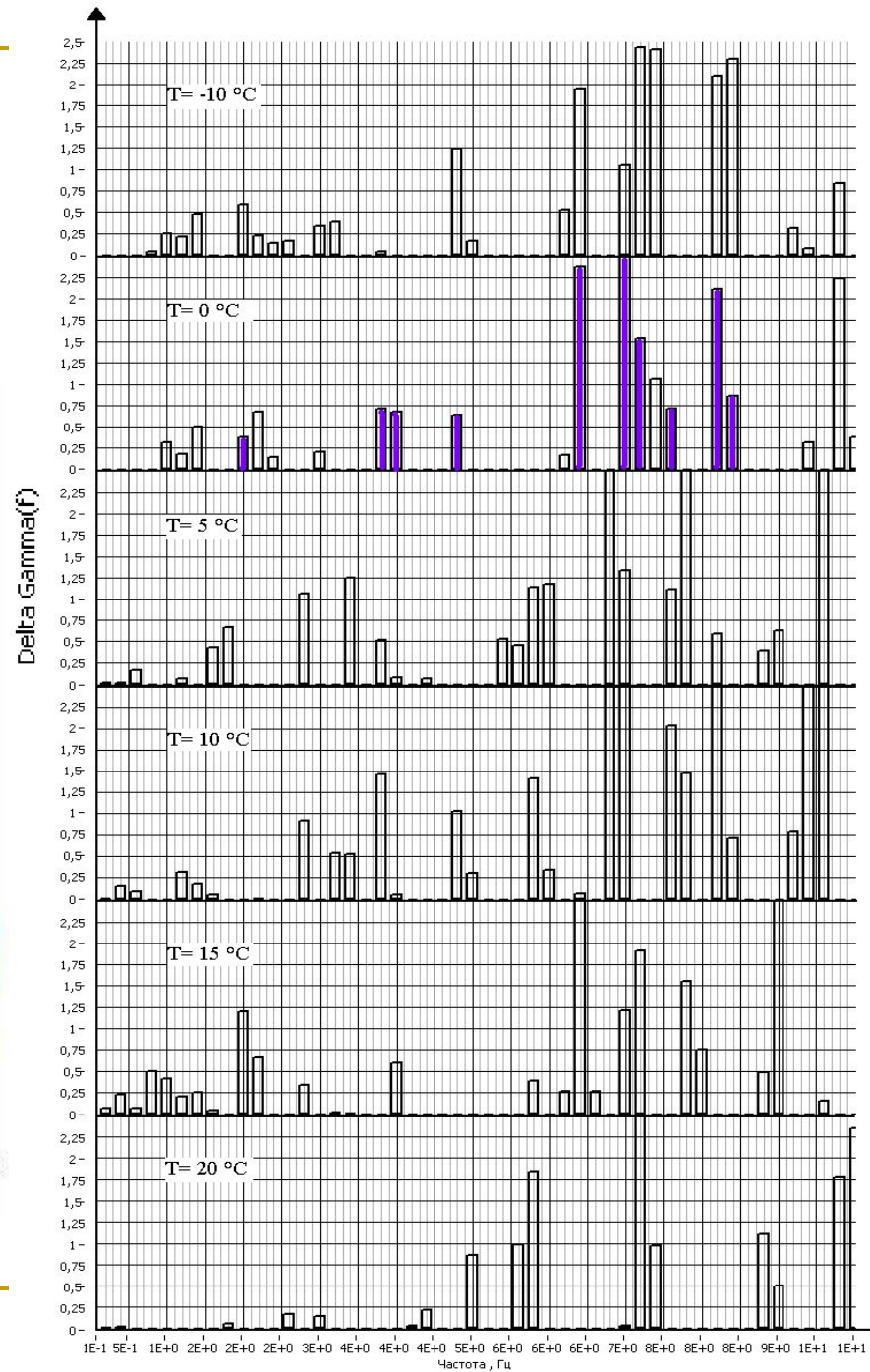
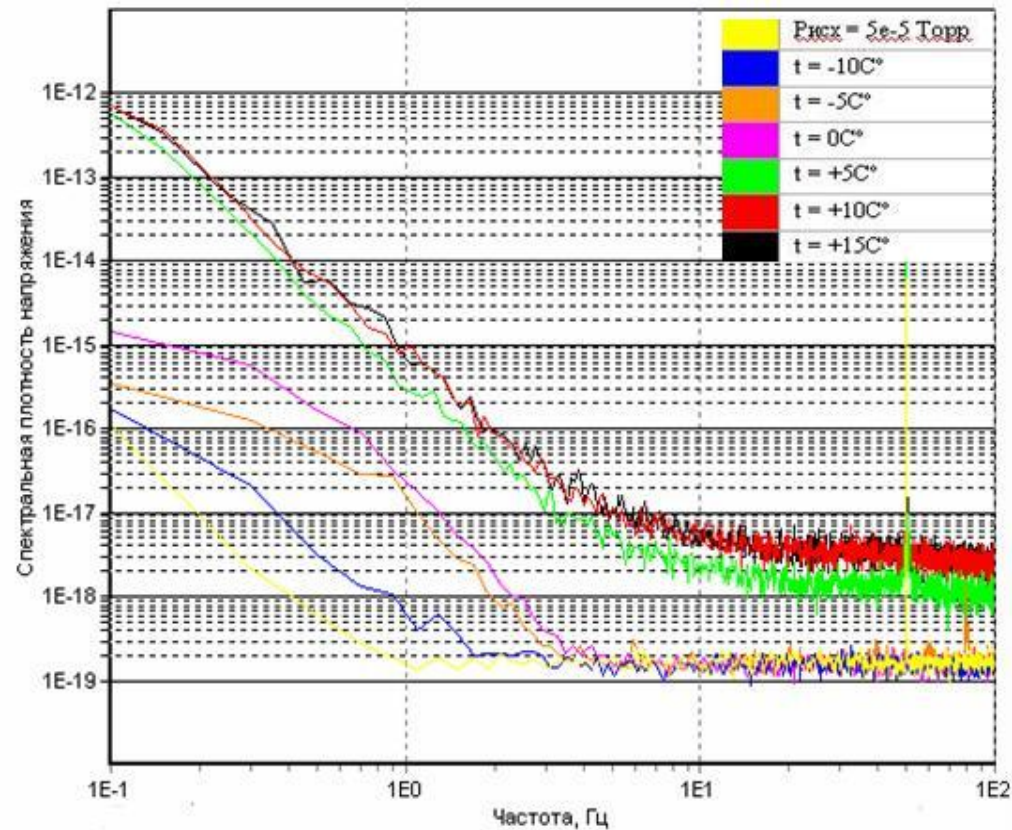


- **Схема пробоотборного устройства:**
- 1 - колба Бунзена,
- 2 - пробка резиновая,
- 3 - игла инъекционная,
- 4- трубка соединительная,
- 5 - трубка буферная.

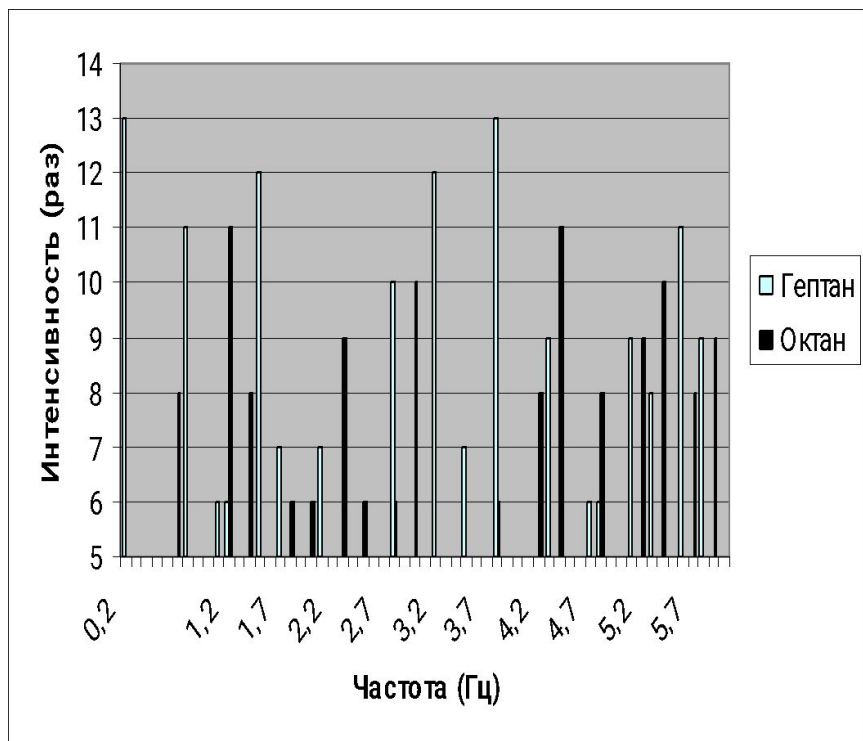
Блок схема программы вычислений идентифицирующих признаков различных газов



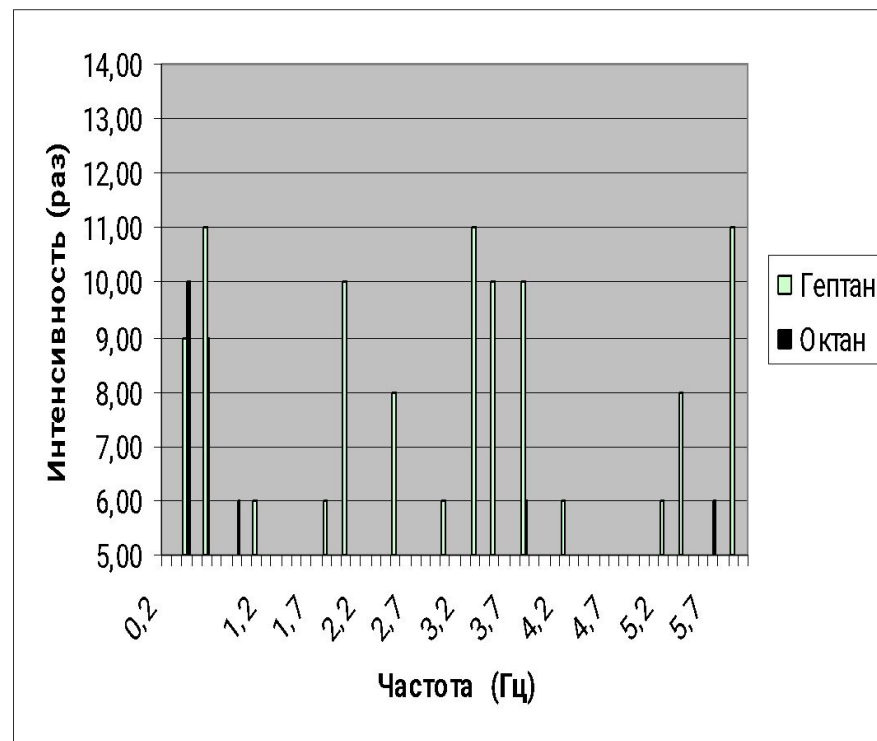
Температурные зависимости $S_{\psi}(f)$ и штрих-коды ($\Delta\gamma$) полученные для гептана при различных значениях



Интенсивность проявления характеристических пиков анализируемых веществ (алканов) с ростом концентрации. Температура сенсора +50С и 00С (C_7H_{16} and C_8H_{18})

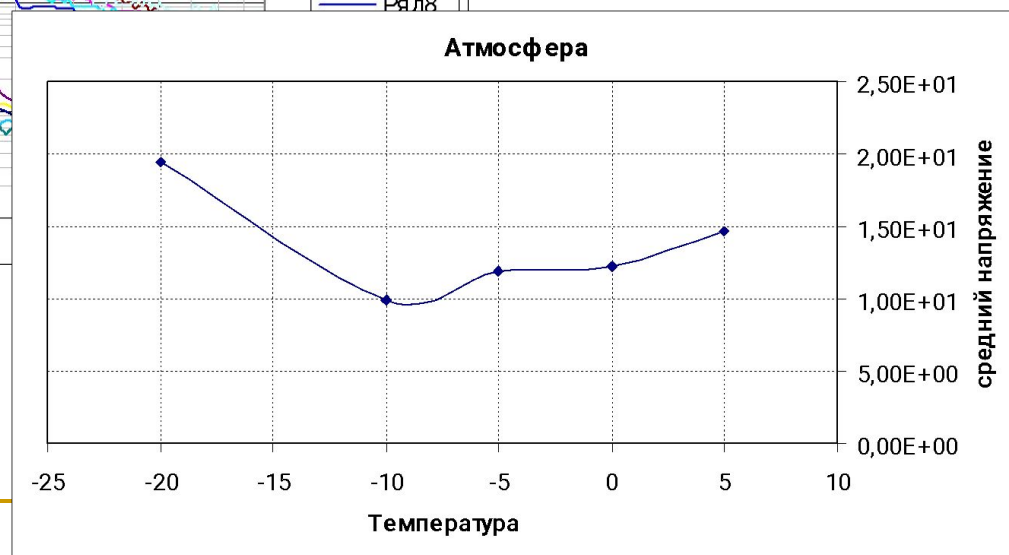
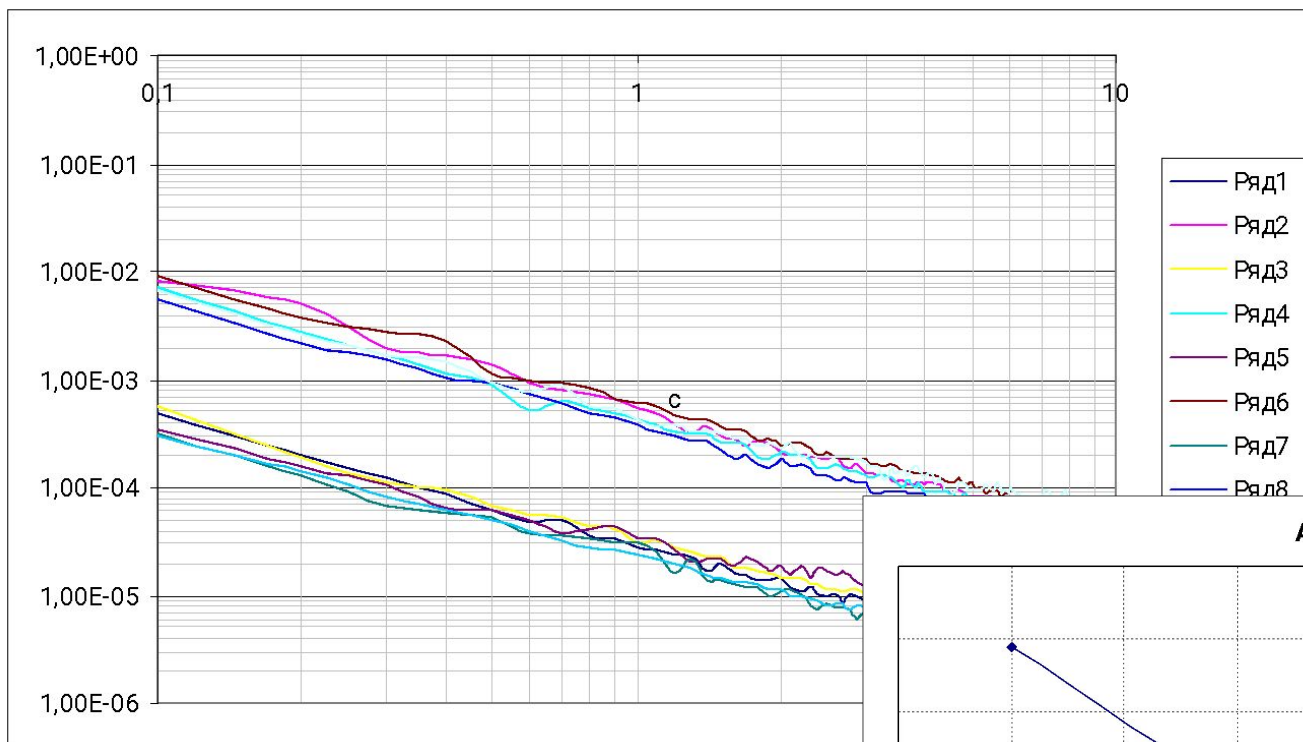


T=268K

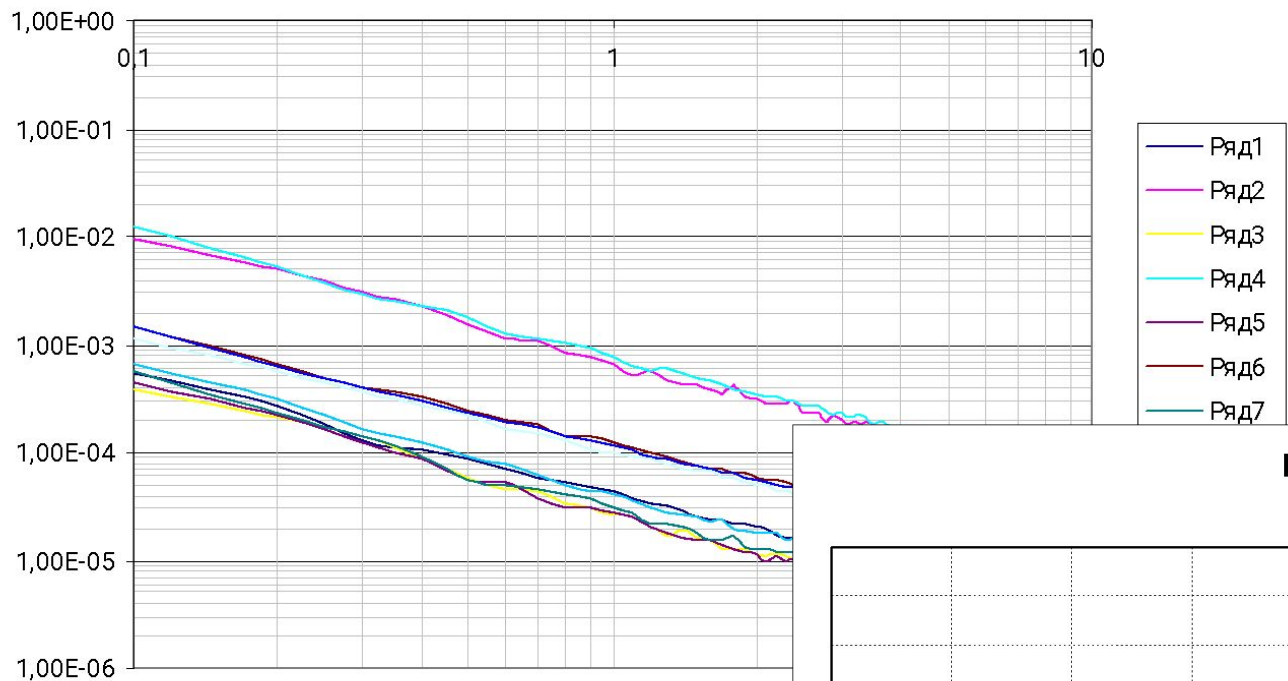


T=273K

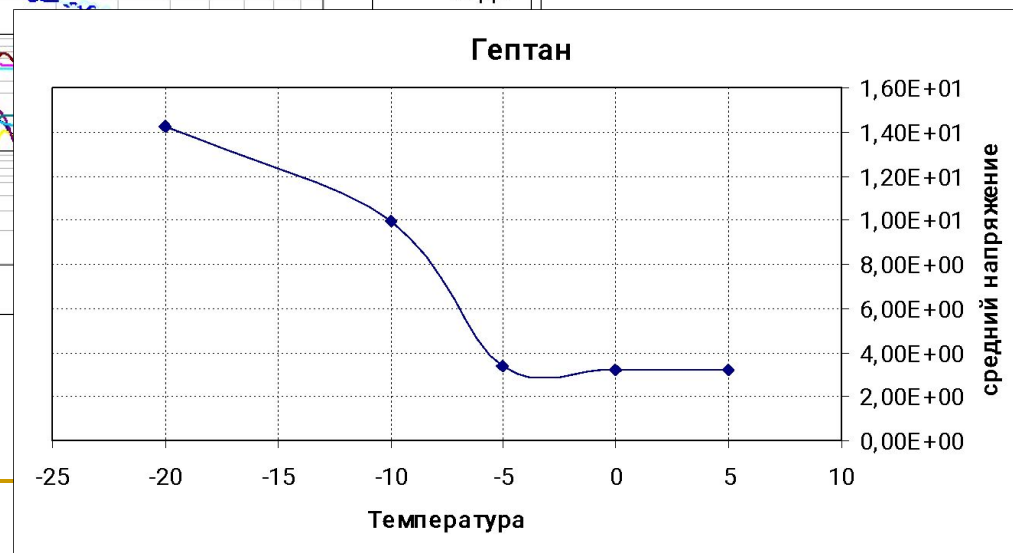
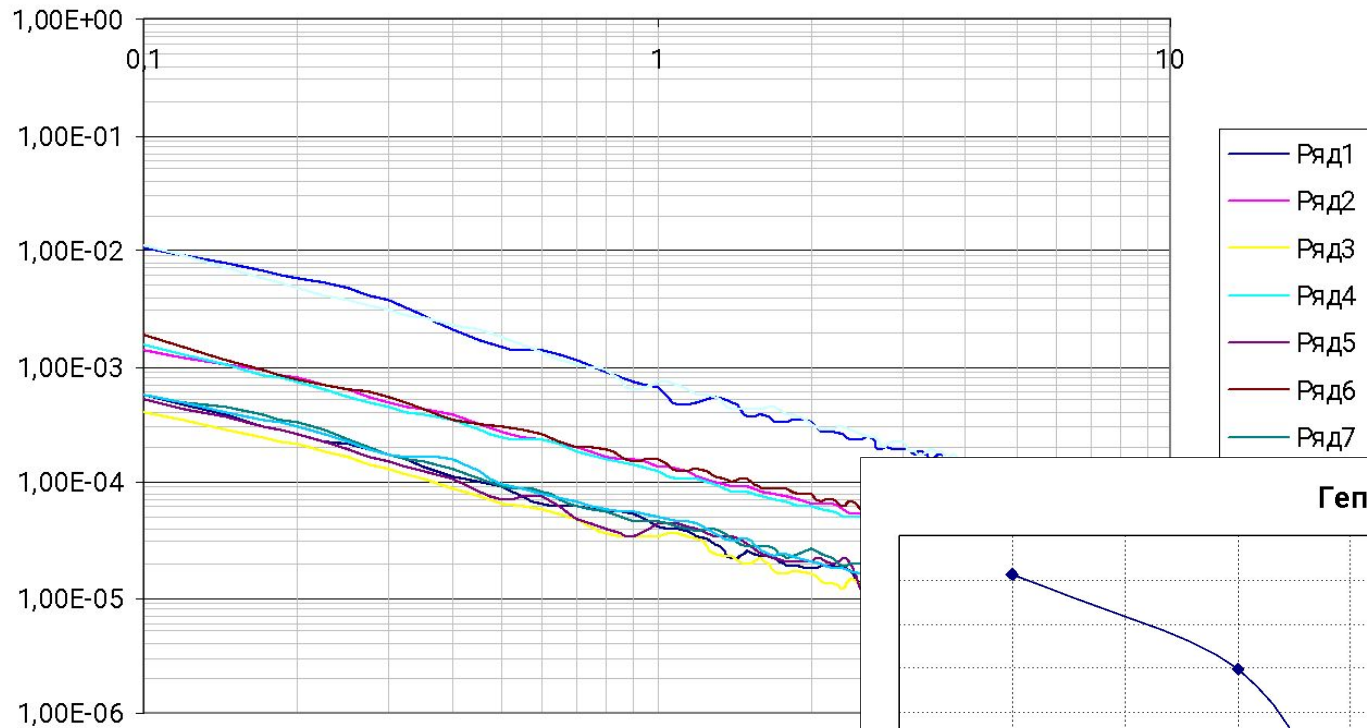
Типичный спектр для дуплетного фликкер-шумового сенсора при дискретных температурах $T = -15^{\circ}\text{C}$ до $T = +15^{\circ}\text{C}$ для атмосферного воздуха



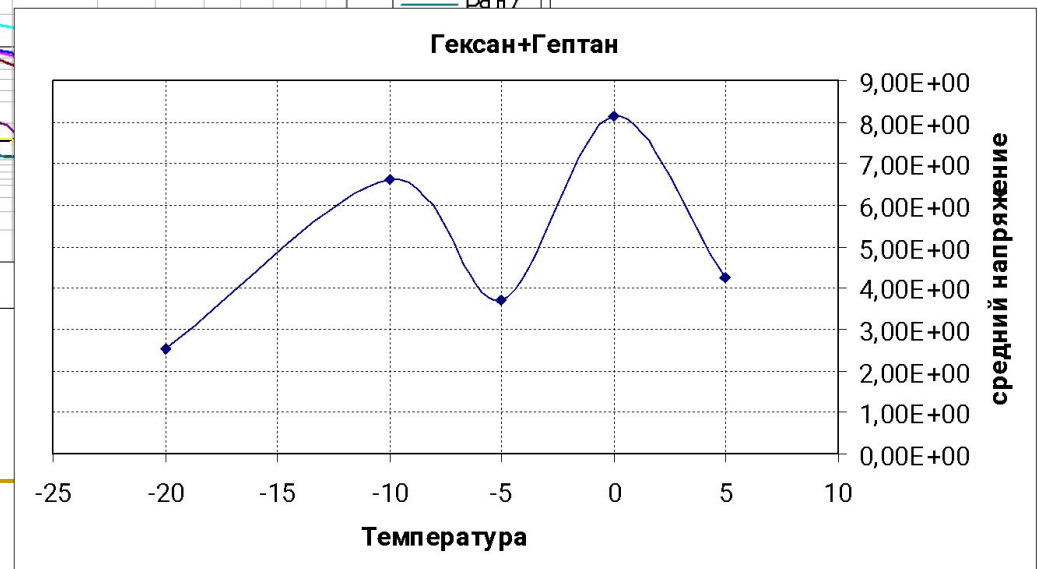
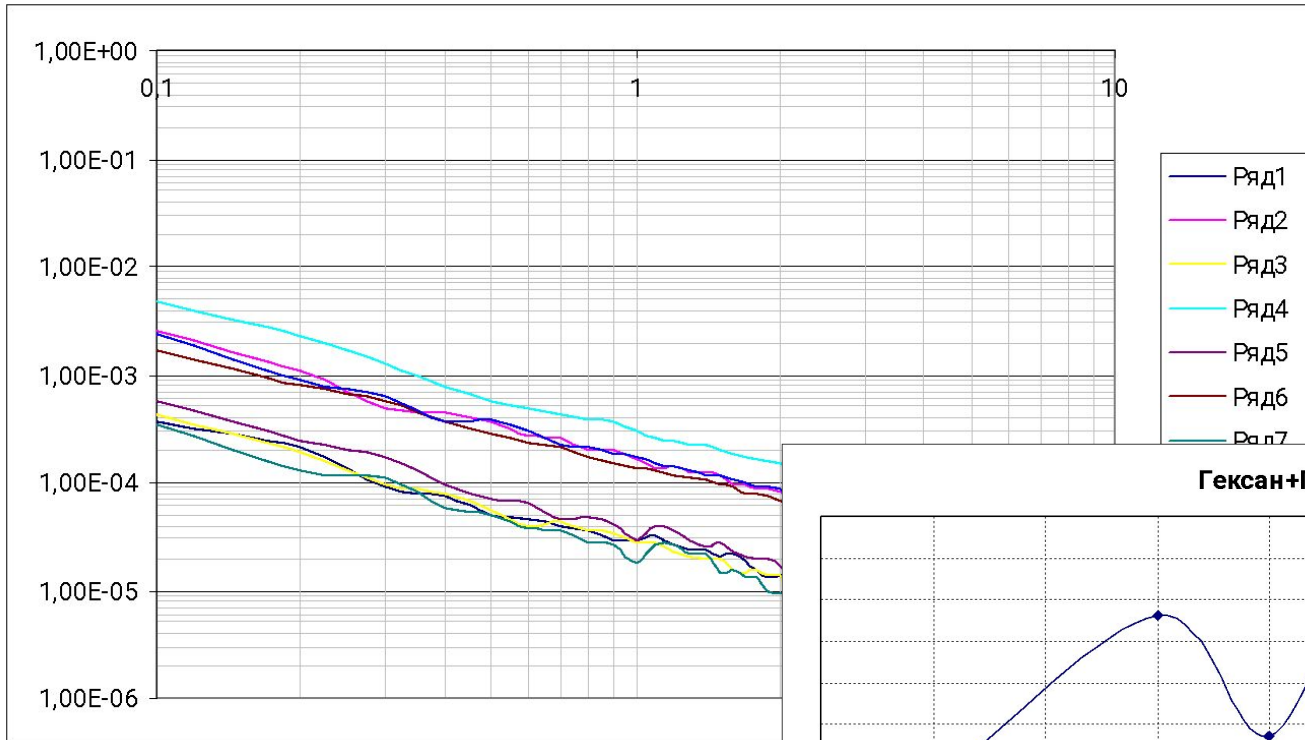
Спектр паров гексана для дуплетного фликкер-шумового сенсора при различных температурах на каскадах ТЭО



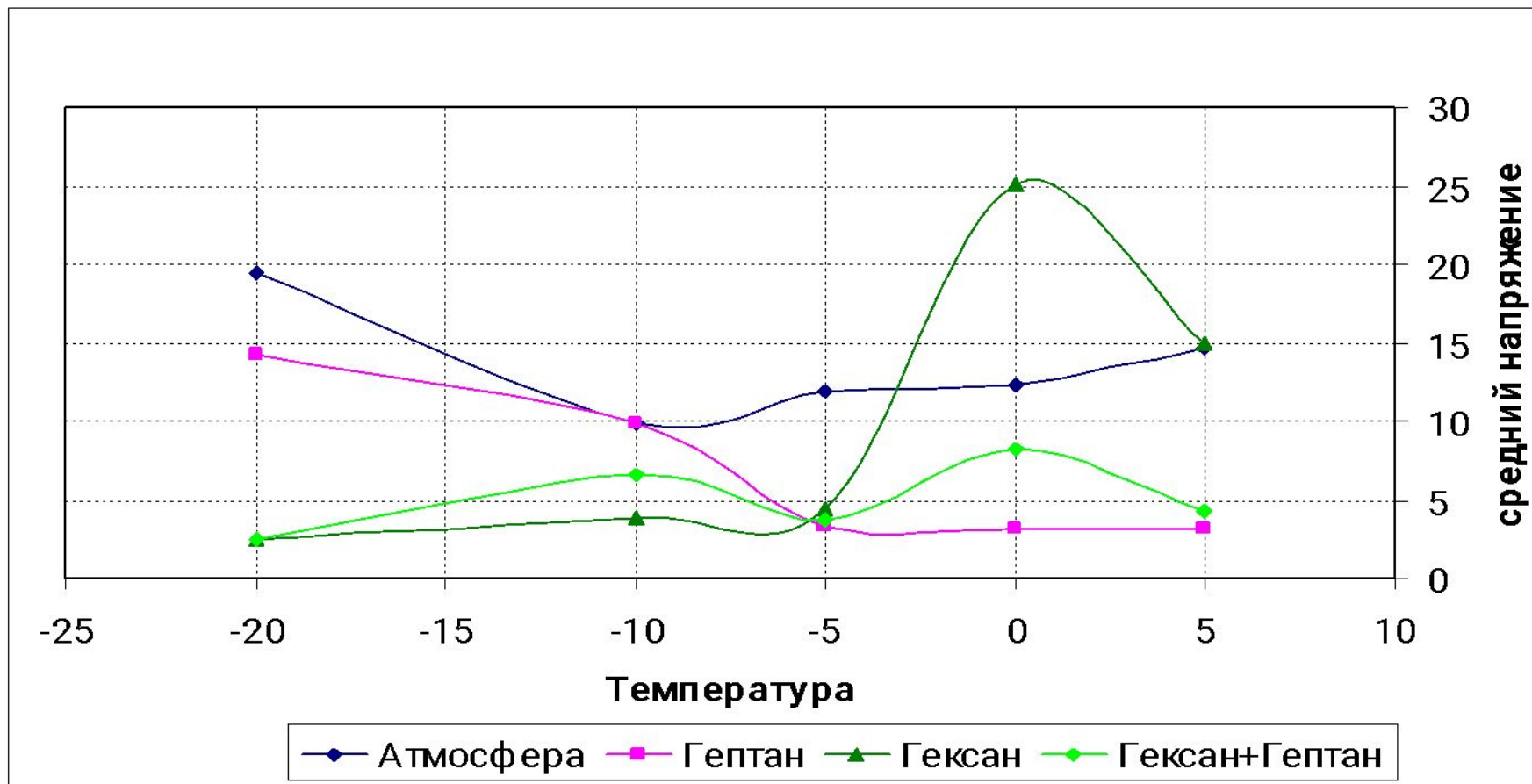
Спектр паров гептана для душетного фликкер-шумового сенсора при различных температурах на каскадах ТЭО



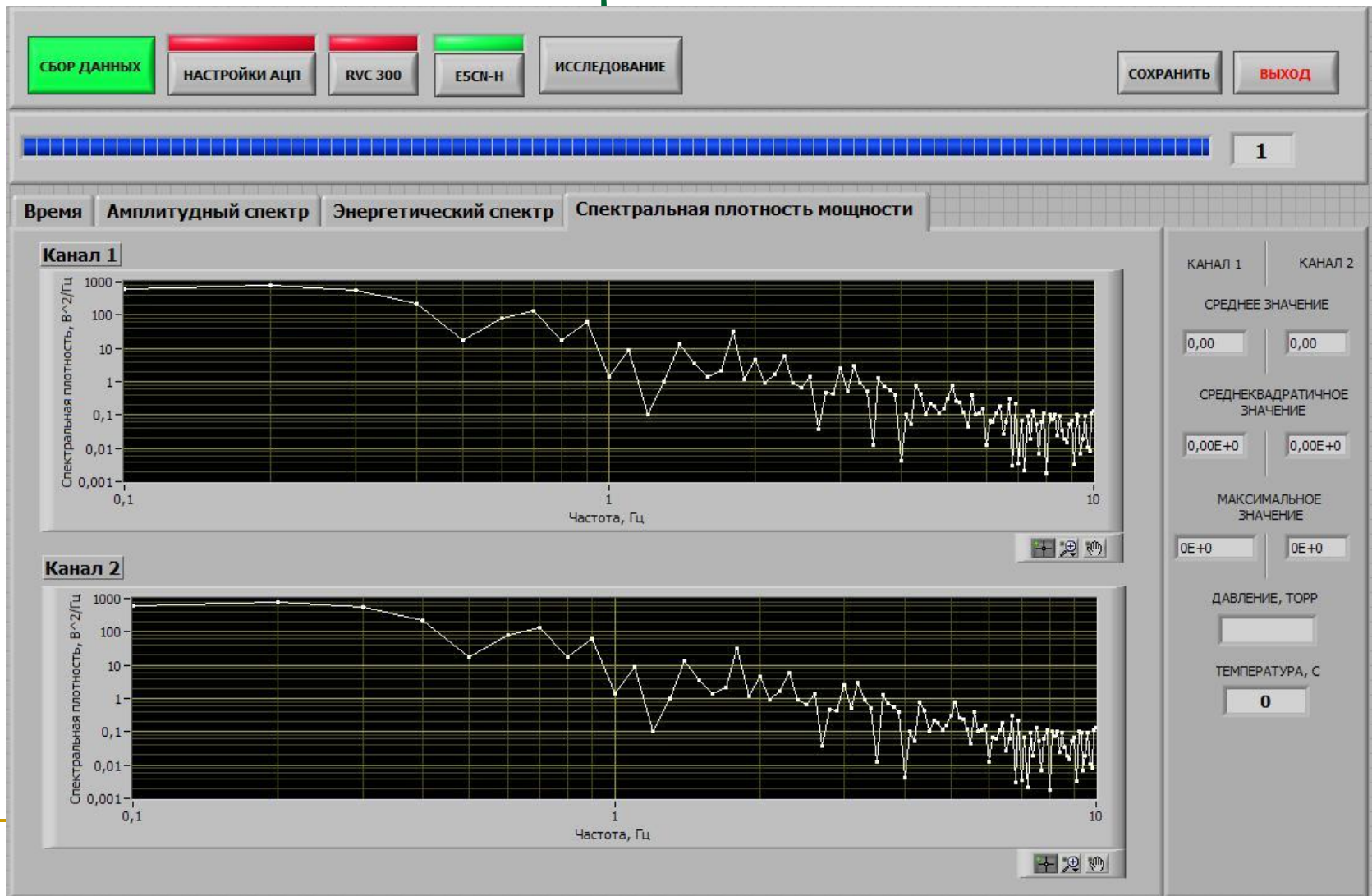
Спектр паров смеси гексана+гептана для дуплетного фликкер-шумового сенсора при различных температурах на каскадах ТЭО



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

