



**Казахский национальный университет имени аль-Фараби**  
**Физико-технический факультет**  
**Кафедра физики плазмы и компьютерной физики**

**СОЗДАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА  
ДЛЯ МОНИТОРИНГА ГАЗОВЫХ СРЕД НА  
ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ  
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНОК ДЛЯ  
ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

**Выполнила:** Алимова М.А.  
**Научные руководители:** к.ф.-м.н. Амренова А.У.  
PhD Ибраимов М.К.



# Актуальность

В современное время с увеличением сбора, обработки и хранения телеметрических данных от различных сенсорных устройств, возникает необходимость создания удобного пользовательского интерфейса и установить надежную связь между пользовательским программным интерфейсом и аппаратной частью измерительного комплекса. В связи с этим, в мире разрабатываются системы мониторинга среды для обнаружения вредных или огнеопасных газов в реальном времени. Большой интерес представляет разработка газосенсоров на основе полупроводниковых тонких пленок с высокой чувствительностью и низкой стоимостью



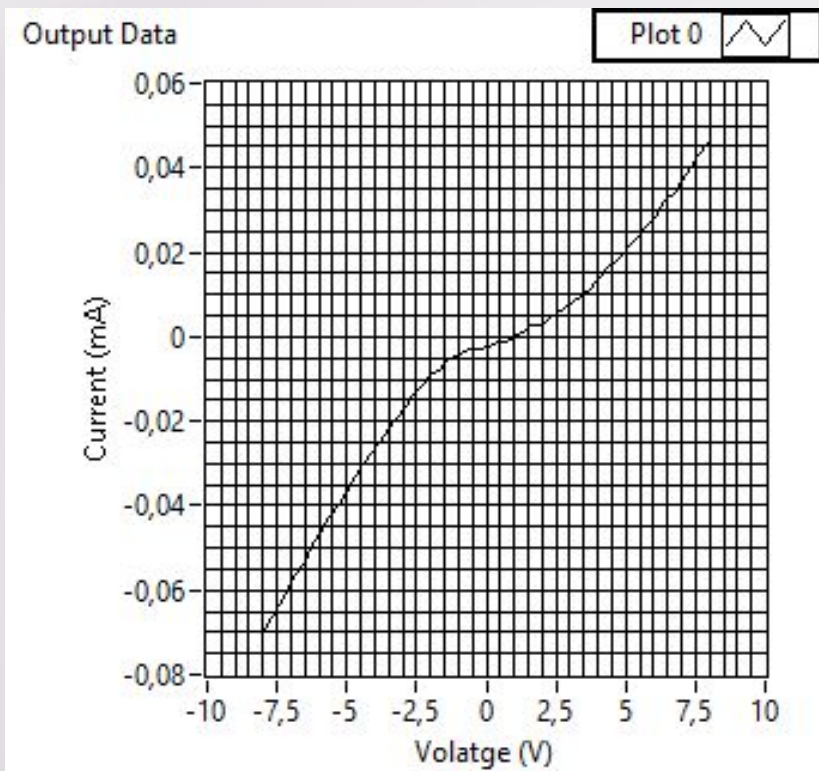
## Цель работы:

- разработка программного интерфейса для мониторинга газовых сред

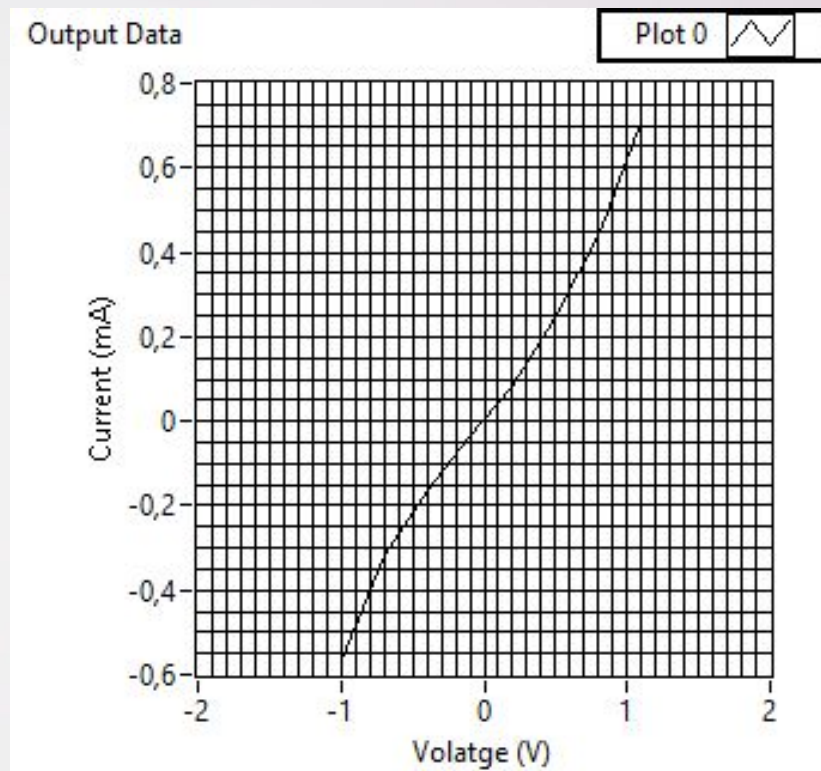
## Задачи:

- ✓ объяснение электрофизических свойств пленок кремния
- ✓ построение алгоритма виртуального прибора
- ✓ научно-методическое обоснование использования интерфейса

# Вольт-амперные характеристики пористого кремния



(a)



(б)

Рисунок 1 – ВАХ пористого кремния: (a) –  $U=8\text{V}$ , (б) –  $U=1\text{V}$

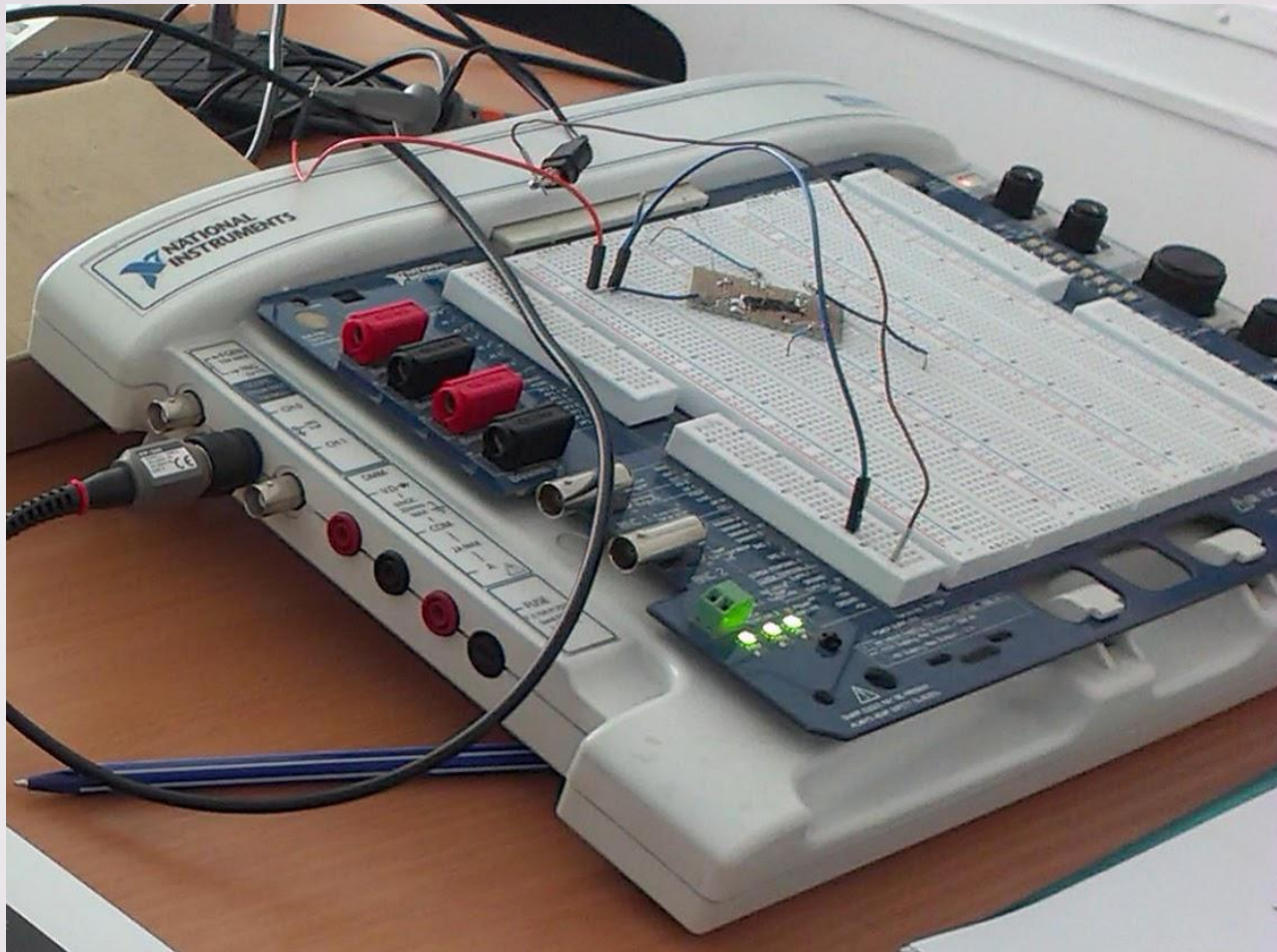


Рисунок 2 – Образовательная платформа NI ELVIS II (ПЛИС)

# Измерительное устройство

Диапазон частот от 20 Гц до 2МГц  
Базовая точность оборудования 0,05%  
Высокоскоростные измерения: 5,6 мс  
Cs, Cp ± 1.000000 aF to 999.9999 EF



Рисунок 3 – Общий вид установки Agilent E4980A Precision LCR Meter

Интерфейс был составлен в среде LabVIEW

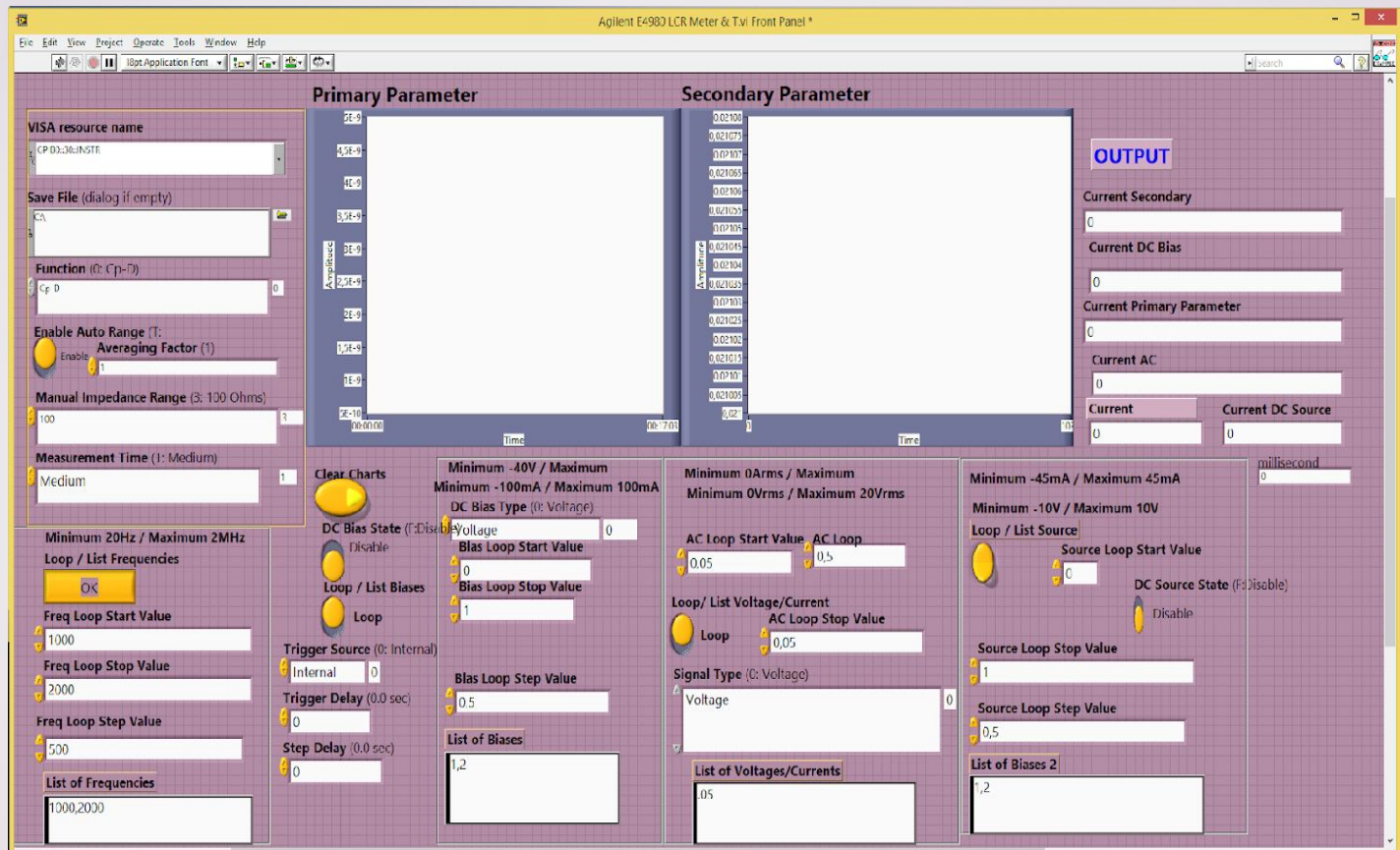
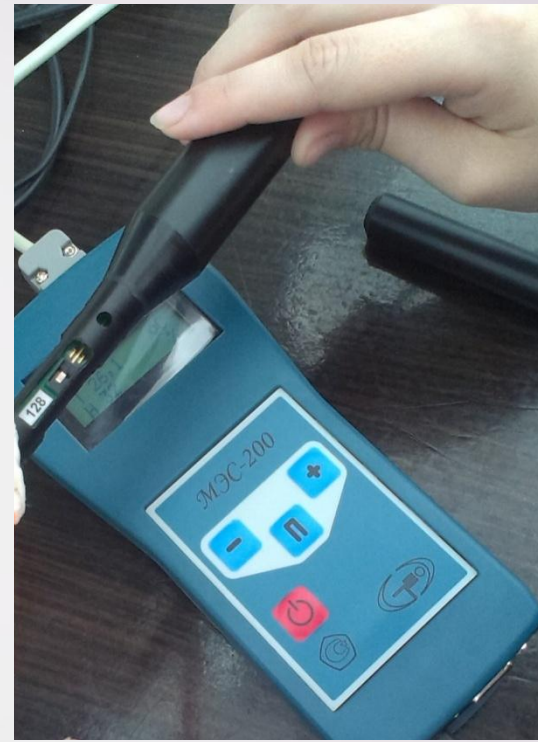
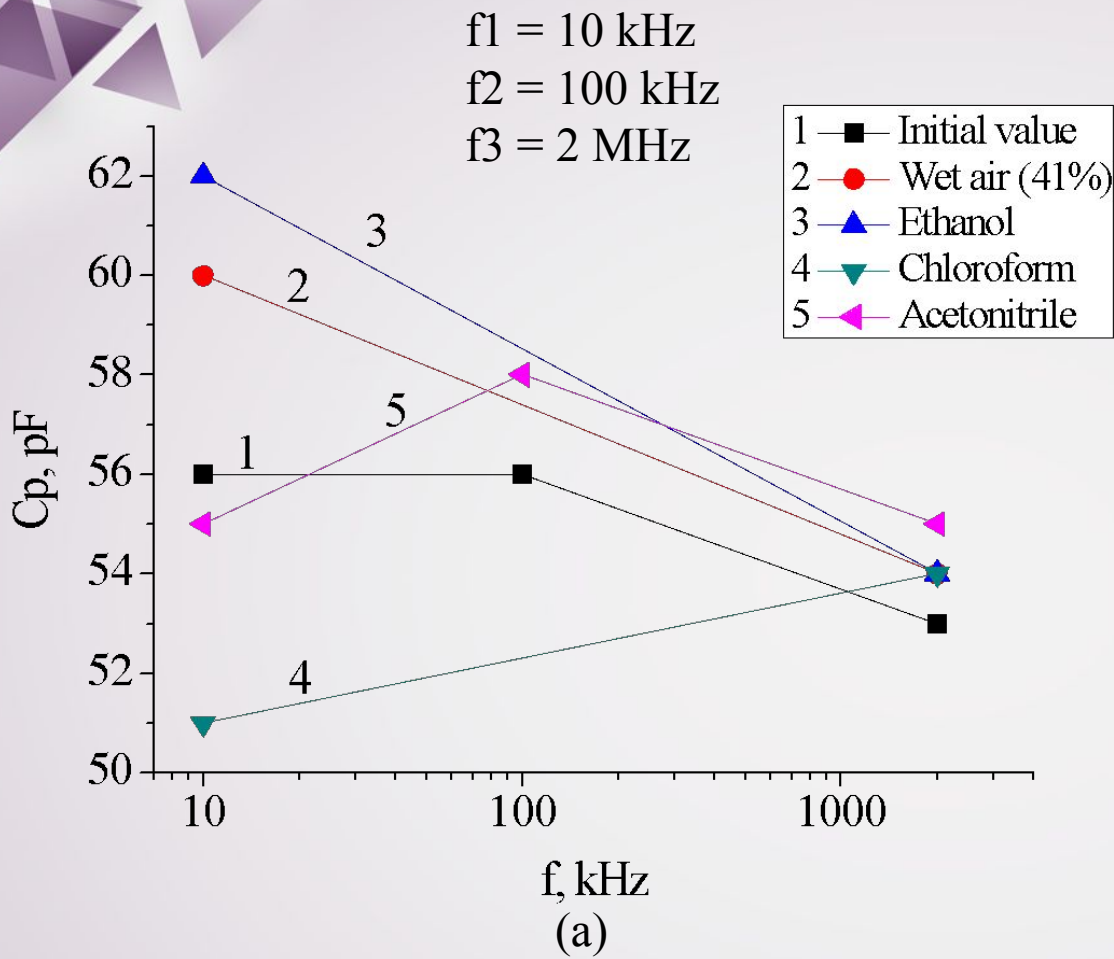


Рисунок 4 – Программный интерфейс для измерительного прибора LCR Meter (лицевая панель виртуального прибора)



(б)

Рисунок 5 – (а) Зависимость изменения емкости относительно по частоте под воздействием разных паров; (б) прибор для контроля параметров воздушной среды метеометр МЭС-200А



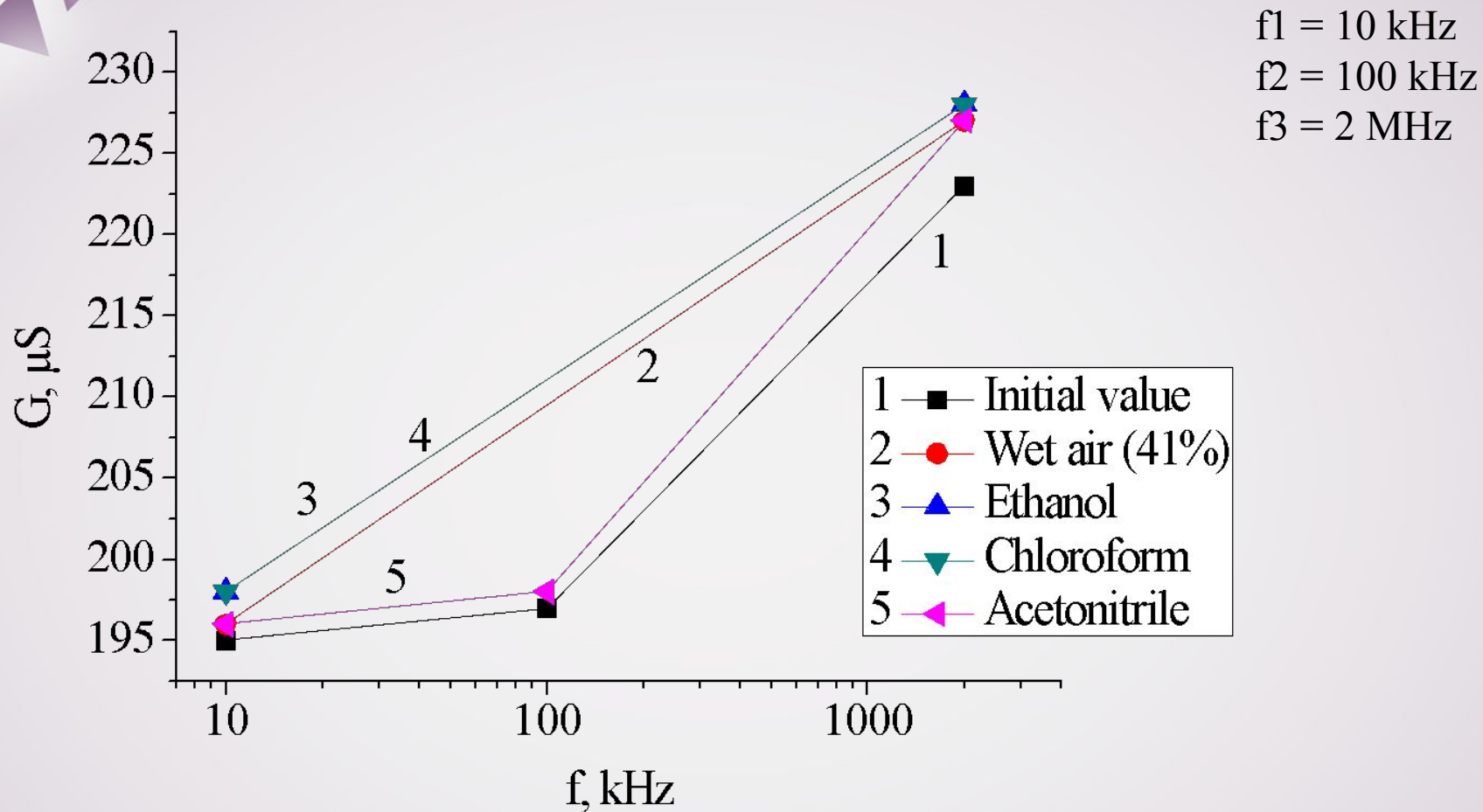


Рисунок 6 – Частотные зависимости проводимости для разных паров

$$S_{Cp} = \frac{|\Delta C_p|}{C_p} \cdot 100\%$$

$$S_G = \frac{|\Delta G|}{G} \cdot 100\% \quad (1)$$

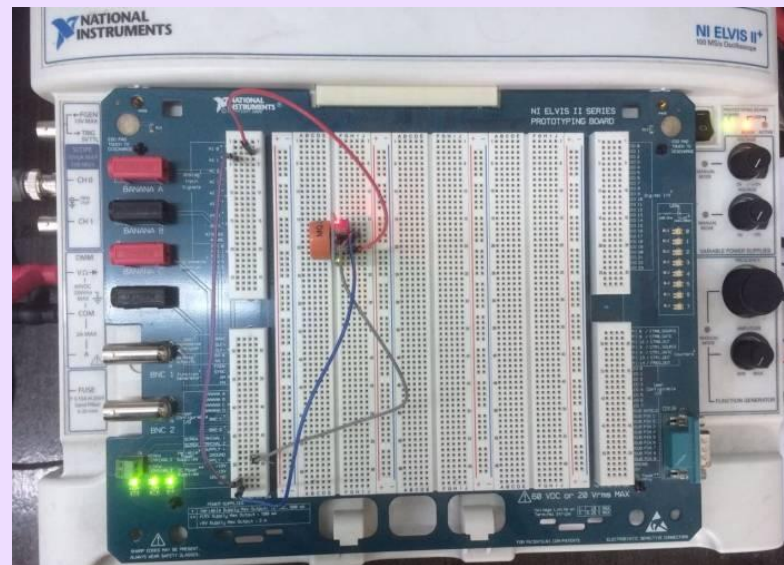
Таблица 1 – Сравнительные параметры измерения согласно формуле 1.

$f = 2\text{MHz}, U = 1\text{V}$	$f = 10\text{kHz}, U = 500\text{mV}$
$S_{Cp}(\text{CH}_3\text{CN}) = \frac{ 65 - 66 }{66} \cdot 100\% = 1,5\%$	$S_{Cp}(\text{CH}_3\text{CN}) = \frac{ 642 - 683 }{683} \cdot 100\% = 6\%$
$S_G(\text{CH}_3\text{CN}) = \frac{ 430 - 480 }{480} \cdot 100\% = 10,4\%$	$S_G(\text{CH}_3\text{CN}) = \frac{ 71 - 83 }{83} \cdot 100\% = 14,5\%$
$S_{Cp}(\text{CHCl}_3) = \frac{ 65 - 66 }{66} \cdot 100\% = 1,5\%$	$S_{Cp}(\text{CHCl}_3) = \frac{ 666 - 683 }{683} \cdot 100\% = 2,5\%$
$S_G(\text{CHCl}_3) = \frac{ 474 - 480 }{480} \cdot 100\% = 1,25\%$	$S_G(\text{CHCl}_3) = \frac{ 76 - 83 }{83} \cdot 100\% = 8,4\%$

(a)



(б)



(в)

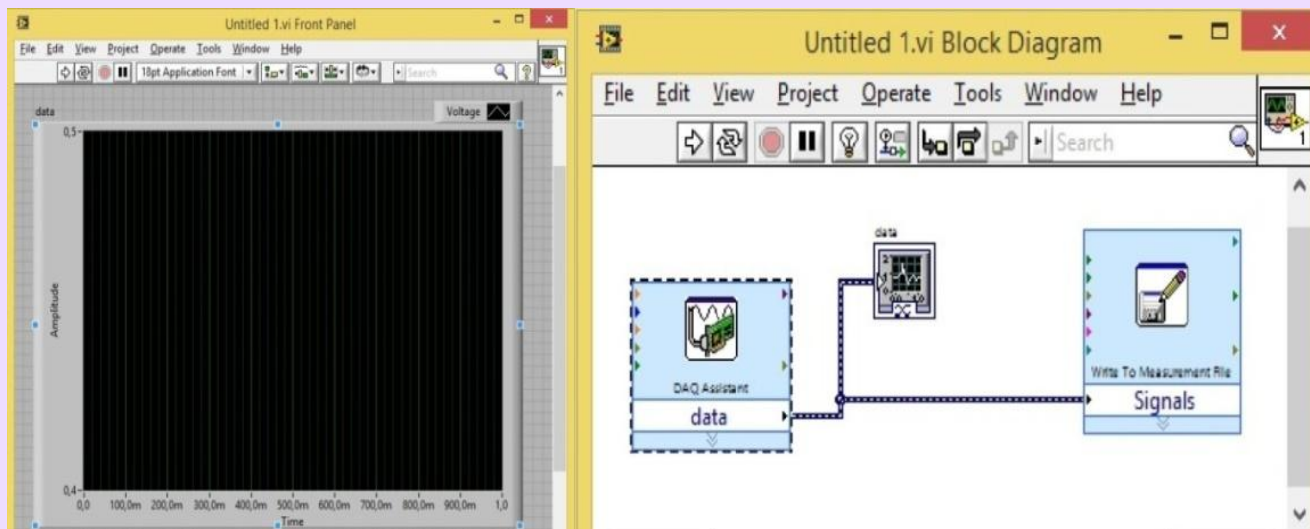
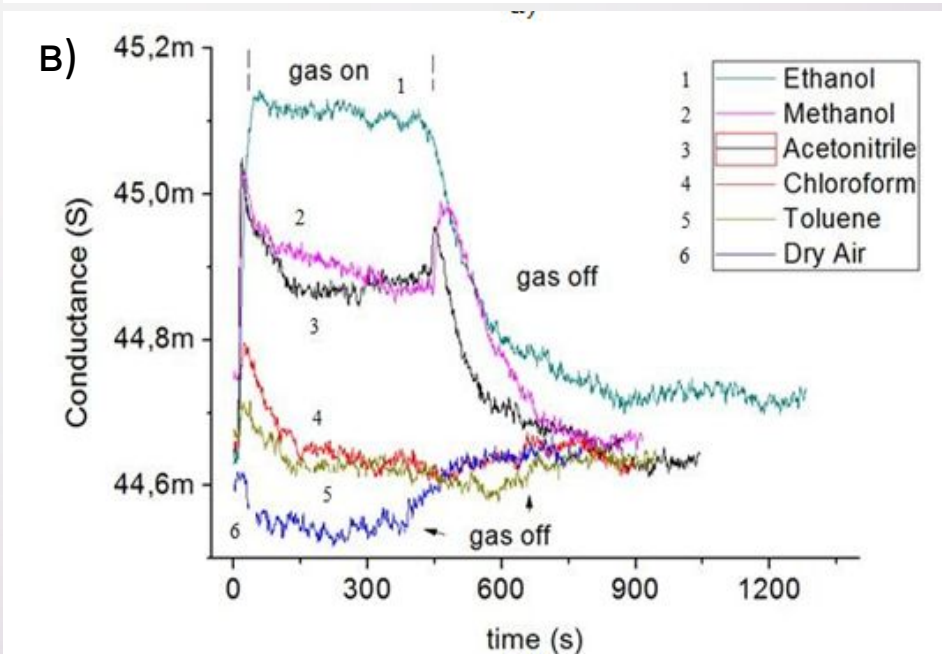
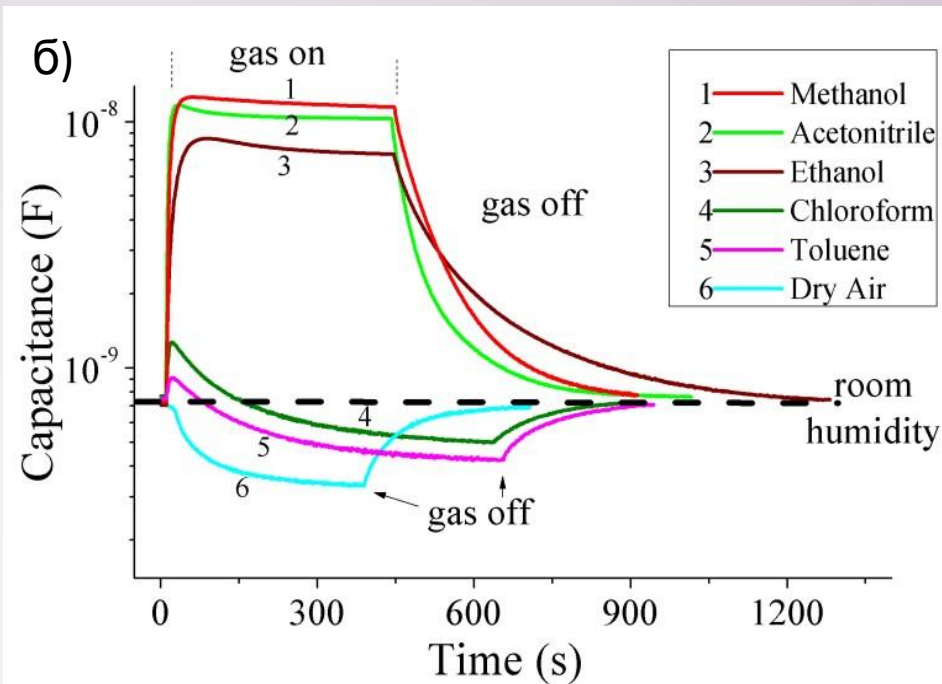
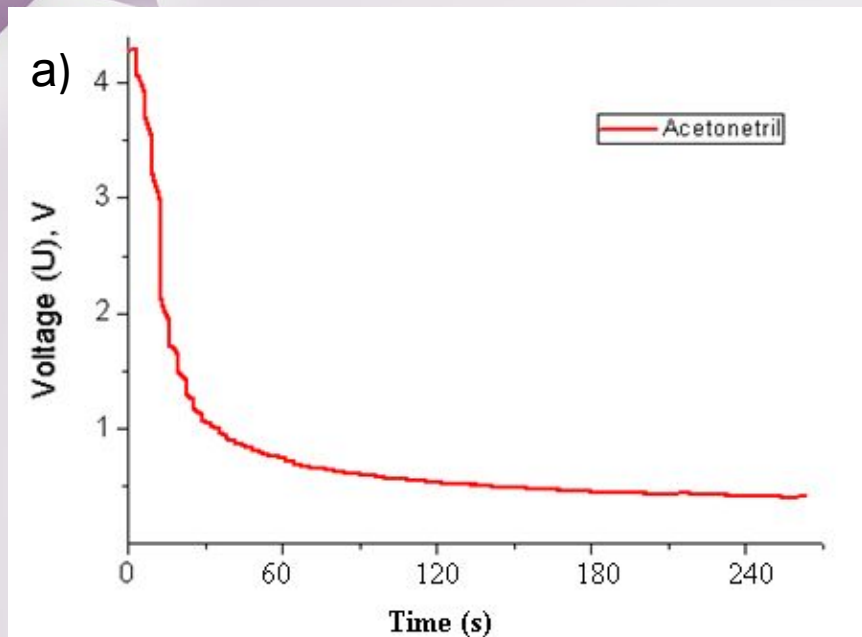


Рисунок 7 – (а) Датчик газа MQ-3

(б) Образовательная платформа NI ELVIS II

(в) Интерфейс в программе LabVIEW для измерения и обработки сигналов

$$S_{Cp}(\text{CH}_3\text{CN}) = \frac{|0.417582 - 4,27054|}{4,27054} \cdot 100\% = 90,2\%$$



### Рисунок 8

а – зависимость напряжения от времени (датчик MQ-3);

б - зависимость емкости от времени (пленка кремния);

в – зависимость проводимости от времени.

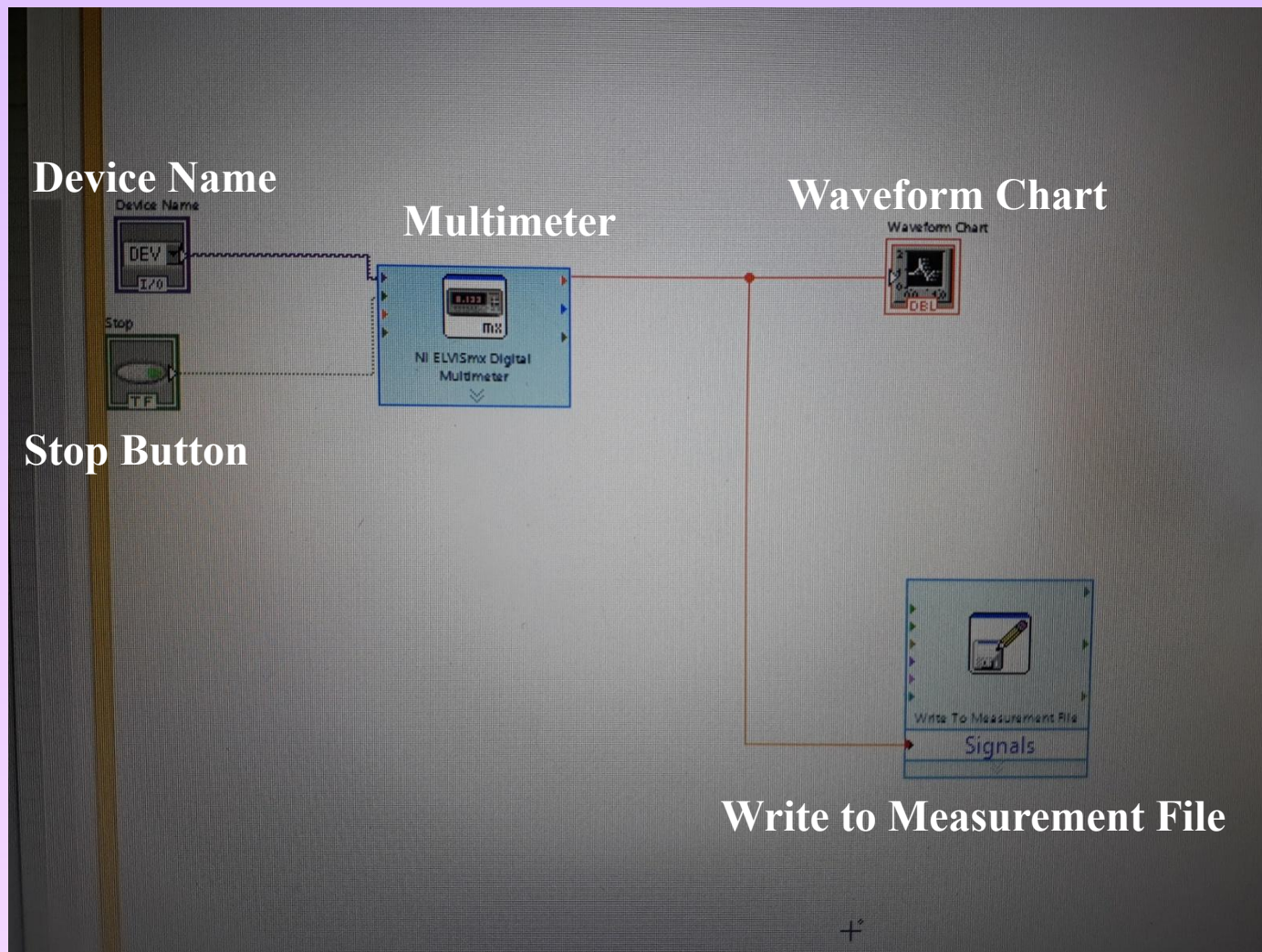


Рисунок 9– Блок-схема виртуального прибора  
(среда графического программирования LabVIEW)





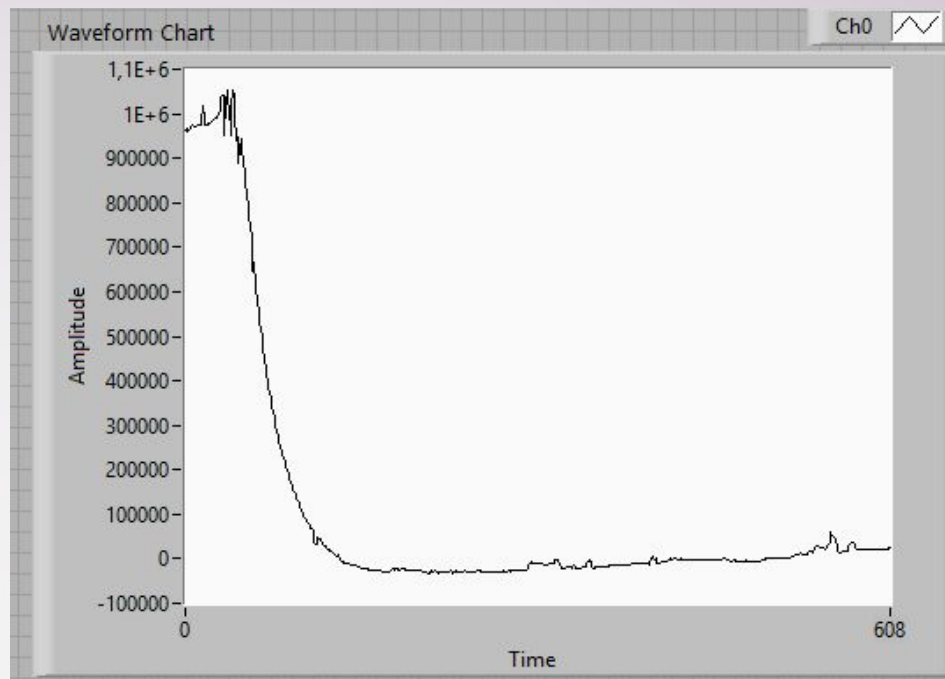
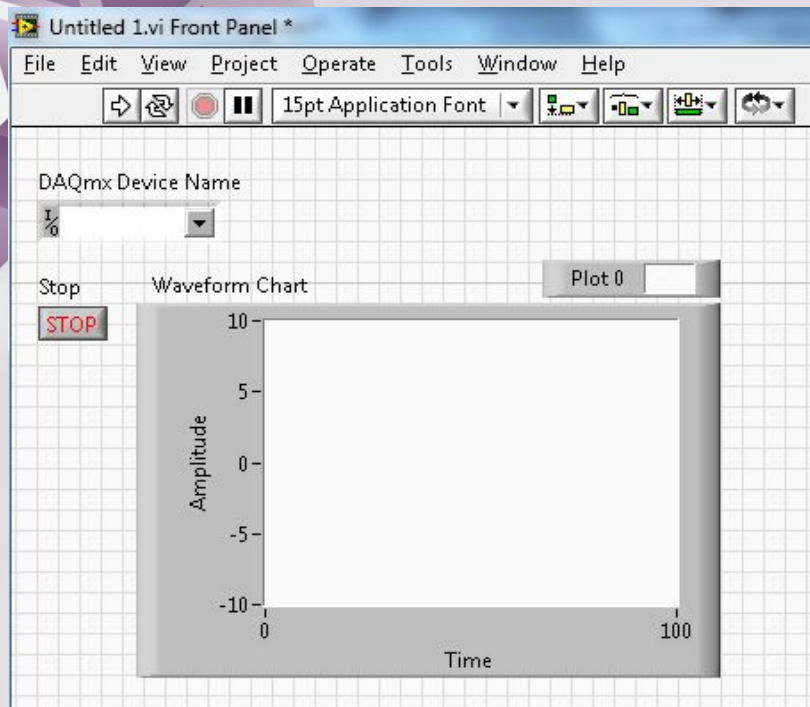
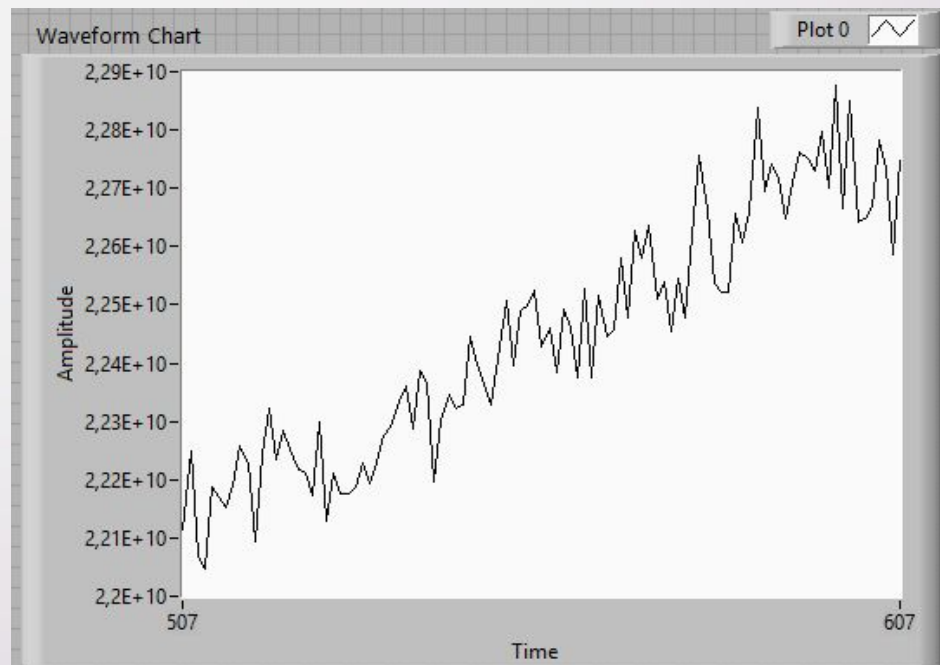


Рисунок 10 – Компьютерная среда LabVIEW 10.

Внешний вид виртуального прибора и зависимости амплитуды от времени после воздействия раствора ацетонитрила и этилового спирта







## Заключение:

Были исследованы и сравнены между собой газовые сенсоры на основе ПК и КНН. К достоинствам можно отнести то, что оба сенсора очень быстро реагируют на газы, причем при комнатной температуре. Время восстановления меняется от 200 секунд до 900 секунд.

Разработан интерфейс удобный для мониторинга газовых сред на основе наноструктурированной пленки пористого кремния. Интерфейс можно использовать в промышленных и учебно-методических работах. С помощью LabVIEW всегда возможно создать удобное приложение для анализа, отображения и сбора данных.

# Список научных трудов

1. Алимова М.А., Еламан М. Разработка программного интерфейса для мониторинга газовых сред на основе наноструктурированных пленок кремния // Сборник тезисов Международной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ», Алматы. – 2016. – С. 347.

2. З.Ж. Жанабаев, М.К. Ибраимов, Е. Сагидолда, М.А. Алимова, С.А. Шинбулатов. Электрофизические свойства наноразмерных пленок пористого кремния // Вестник КазНТУ, Алматы. – 2015. – С. 554-557.

3. М.К. Ibraimov, М.А. Alimova, М.Н. Iskhaz. Silicon nanowires based gas sensors // Сборник тезисов Международной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ», Алматы. – 2017. – С. 449

4. Амренова А.У., Ибраимов М.К., Алимова М.А., Себепкалиев Н.Ж. Разработка программного интерфейса для мониторинга газовых сред на основе наноструктурированных пленок кремния // Сборник тезисов Международной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ», Алматы. – 2017. – С. 401.

5. М.К. Ибраимов, Е. Сагидолда, М.А. Алимова, Н.Ж. Себепкалиев. Высокочувствительные электрические характеристики газовых сенсоров на основе кремниевых нанонитей // Вестник КазНТУ, Алматы. – 2017. – № 1. – С. 369-372.



**Спасибо за внимание!**