

Московский государственный технический университет  
им. Н.Э.Баумана

кафедра «Конструирование и технология производства  
электронной аппаратуры»

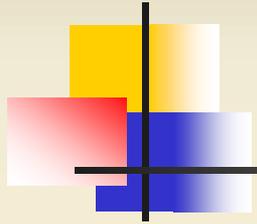
---

# Дипломная работа

Разработка испытательного стенда  
для проведения дистанционных  
экспериментальных исследований  
приборов автоматики

студентка: Бутина А.В. (ИУ4-ДЗ)  
руководитель: Власов А.И.

# Цели и решаемые задачи



## ■ Цели:

- автоматизация проведения испытаний и измерения параметров ЭРЭ и РЭА
- повышение достоверности и информативности данных
- упрощение первоначальной обработки полученных результатов

## ■ Задачи:

- синтез структурной схемы АС СХОР
- выбор оптимального состава аппаратного обеспечения
- разработка программного обеспечения (драйвера) АС

# Постановка задачи. Актуальность.

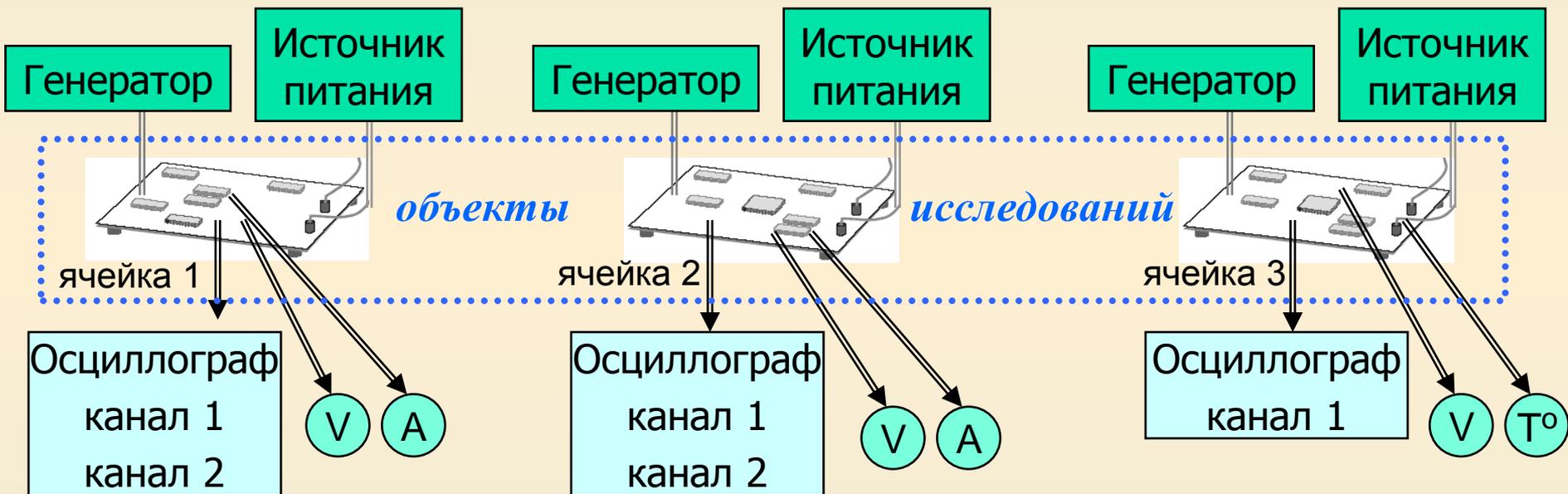
## Объект исследования:

проведение исследований характеристик ПА в процессе воздействия внешних дестабилизирующих факторов

Виды внешних воздействий:

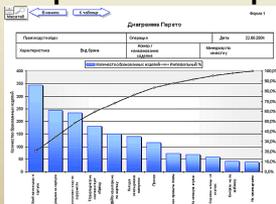


# Методы решения задачи: традиционный подход к проведению экспериментальных исследований



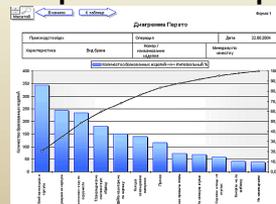
## Оператор 1

Контрольный листок,  
диаграмма Парето



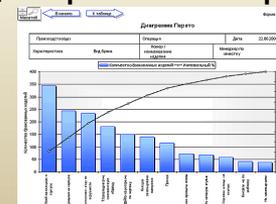
## Оператор 2

Контрольный листок,  
диаграмма Парето

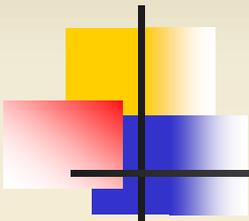


## Оператор 3

Контрольный листок,  
диаграмма Парето



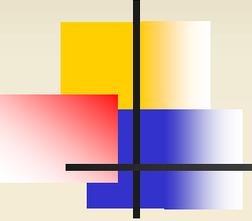
# Особенности традиционного метода проведения экспериментальных исследований



<u>Достоинства</u>	<u>Недостатки</u>
☺ простота использования ☺ дешевизна используемого оборудования	☹ высокая трудоемкость экспериментальных исследований ☹ несовместимость с современными системами обработки и хранения информации ☹ большая вероятность возникновения ошибок вследствие влияния человеческого фактора

## 👉 Цели автоматизации проведения экспериментальных исследований:

- сокращение **трудоемкости**
- повышение **информативности** и **достоверности** результатов
- исключение промахов
- упрощение обработки результатов:
  - ✓ визуальный контроль процесса проведения испытаний (отображение на экране компьютера)
  - ✓ построение зависимостей выходных параметров от длительности и степени воздействия внешних дестабилизирующих факторов



# Решение проблемы: автоматизация процесса проведения дистанционных измерений

---

Основные **требования к показателям назначения** при разработке программного обеспечения АС СХОР:

- периодичность контроля – от 5 минут
- время работы в штатном режиме – не менее суток
- число приборов, подключенных к шине GPIB – от 2 до 30
- простота использования
- время подготовки АС СХОР к работе – 30 минут
- возможность оперативного изменения конфигурации АС
- встроенный контроль целостности системы

# Обзор аналогов: специализированные измерительные станции



**Цифровой тестер ETS-780**,  
фирмы «Hilevel» (США)  
для тестирования отечественных  
и зарубежных цифровых ИС, БИС.  
Количество каналов – 512  
Частота тестирования – 50 МГц  
(240 МГц при симплировании)



**Аналоговые БИС  
Комплекс ДМТ-119**,  
фирмы «Agilent» (США)  
для тестирования  
отечественных  
и зарубежных линейных ИС.  
Частота преобразования:  
1 канал - 200 МГц / 125 МГц  
Разрядность  
преобразования:  
12 бит / 14 бит



**Тестер Schlumberger 9240**,  
фирмы «Schlumberger»  
для тестирования параметров  
микросхем: операционных  
усилителей, компараторов,  
вторичных источников питания.  
Количество каналов – 16  
Частота до 20 МГц



**Комплекс ДМТ – 120**,  
фирмы «Keithley» (США) для измерений  
электрических статических параметров  
отечественных и зарубежных диодов,  
биполярных и полевых транзисторов  
пассивных дискретных элементов.  
Частота: 20 Гц – 1 МГц  
Измерение напряжения от 1 мкВ до 211В  
Измерение тока от 10 пкА до 1.055 А



**СВЧ – Комплекс ДМТ-118**,  
фирмы «Agilent» (США)  
для тестирования связных  
и радиотехнических зарубежных ИС:  
смесителей, генераторов,  
синтезаторов, аттенюаторов  
Частота - 250 кГц – 20 ГГц



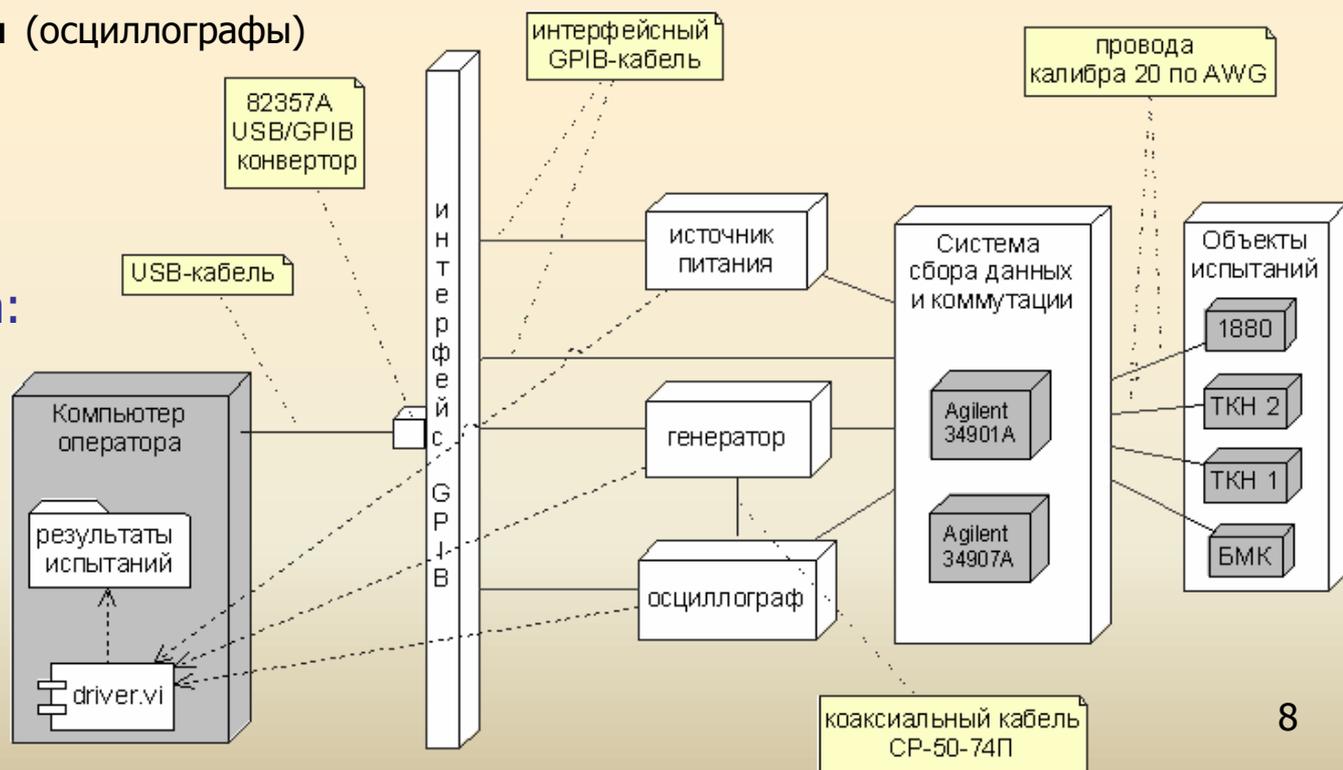
**Программно-измерительные комплексы** фирмы  
«Agilent»: на базе сверхвысокочастотного LCR  
измерителя типа 4287А, на базе прецизионного  
высокочастотного измерителя импедансов типа  
4294А для измерения электрических статических  
параметров пассивных радиокомпонентов  
в диапазоне высоких и сверхвысоких частот  
Частота 40 Гц – 3 ГГц

# Состав и структурная схема разработанного испытательного стенда.

## Состав аппаратного обеспечения:

- **персональный компьютер** с драйвером AC CXOP
- **источники питания** (со встроенными измерителями тока)
- **генераторы сигналов** (управляющих и информационных)
- **система сбора данных и коммутации** (с модулями коммутации и мультиплексирования)
- **цифровые регистраторы** (осциллографы)

Структурная схема разработанного испытательного стенда:

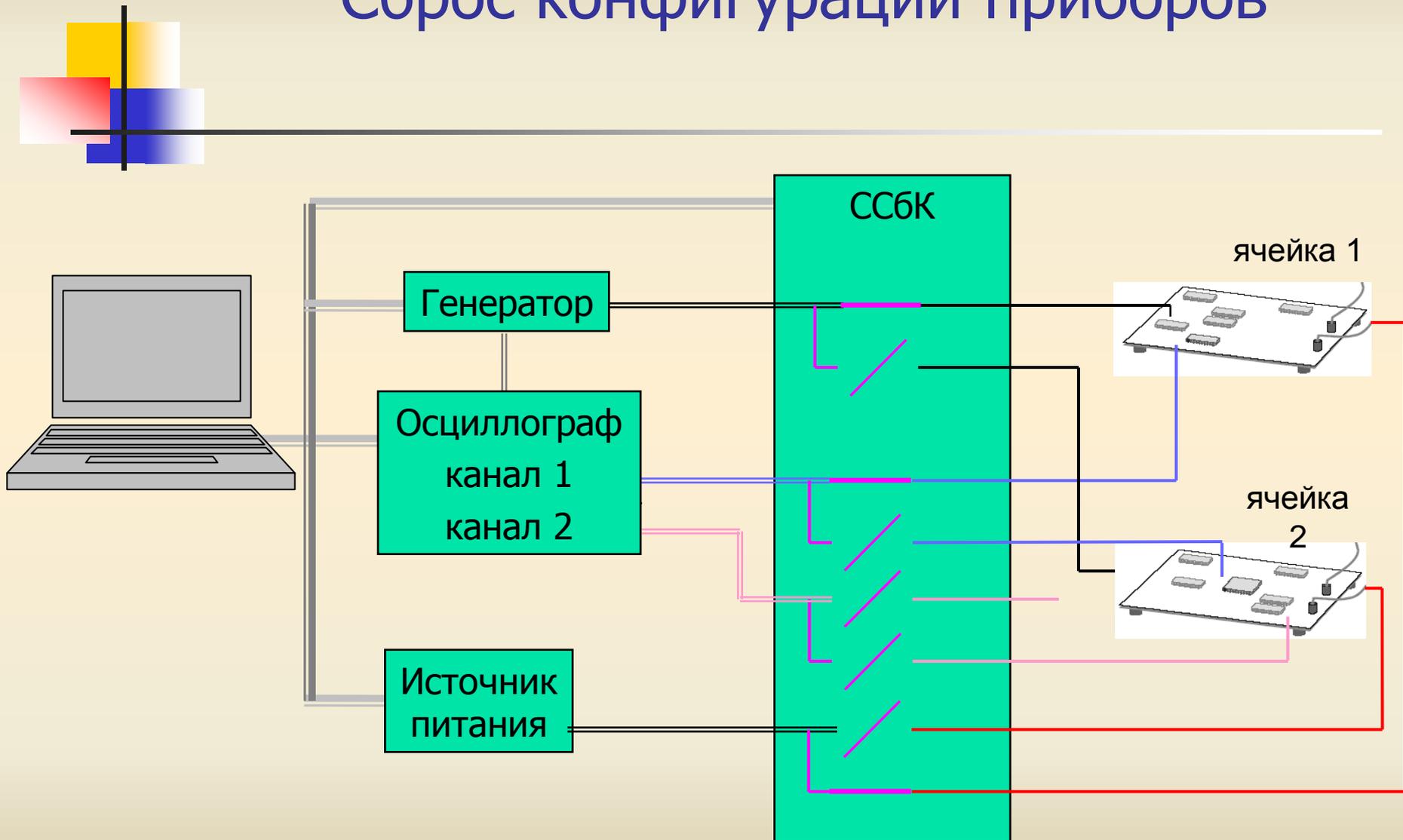


# I этап.

## Конфигурирование приборов и опрос первого объекта исследований



# II этап. Сброс конфигураций приборов

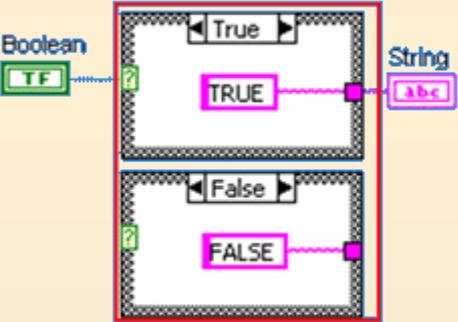
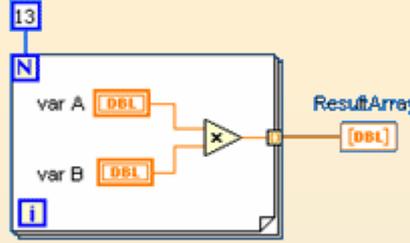
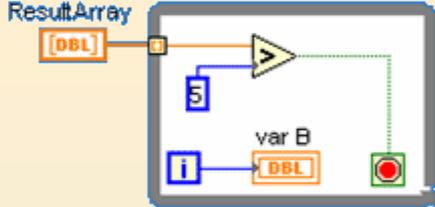


### III этап.

## Конфигурирование приборов и опрос второго объекта исследований



# Ключевые операторы языка графического программирования LabVIEW

Назначение	<i>Выбор одного из вариантов (истина-ложь)</i>	<i>Определенный цикл</i>	<i>Цикл с условием</i>
<p><b>Элемент блок-схемы языка графического программирования LabVIEW</b></p>			
<p><b>Фрагмент текста языка C++</b></p>	<pre>if (Boolean==true) String='TRUE'; else String='FALSE';</pre>	<pre>for (N=0; N&lt;13; N++) {   ResultArray[N] = A * B; }</pre>	<pre>i = 0; while (ResultArray[i] &lt; 5) {   B = i;   i++; }</pre>

# Внешний вид передней панели программного обеспечения АС СХОР

выбор адреса прибора в интерфейсе GPIB

кнопка останова измерений

выбор числа точек массива осциллограммы

задание режима считывания осциллограммы

выбор режима запуска осциллографа

необходимость сохранения осциллограмм

формат файла сохранения осциллограммы

необходимость транспонирования массива

необходимость сохранения данных системы сбора

индикатор выходной ошибки

выбор интервала сохранения

отображение осциллограмм

управление курсорами и осциллограммой

The screenshot displays the software interface for the AS SCHR system. At the top, it identifies the hardware: Agilent 54622D, Agilent 33250A, Agilent 34970A, and Instek PSS-3203. The interface is divided into several sections:

- Left Panel (Session VISA):** Contains dropdown menus for selecting GPIB addresses (e.g., GPIB0::8, GPIB0::09, GPIB0::12, GPIB0::10) and a button to stop measurements. It also includes settings for the number of points (2000) and the sampling mode (OSC).
- Top Center:** A large oscilloscope display showing a signal waveform with a grid. Below it are cursor coordinates and a display mode selector.
- Bottom Center:** A second oscilloscope display showing a different signal waveform, also with cursor coordinates and display mode options.
- Right Panel (Driver Management):** Features a status indicator for the driver (yellow for 'Ожидание', green for 'Работа', red for 'Останов'), 'START' and 'STOP' buttons, and a text box for the current operation instructions.
- Bottom Right:** A section for saving the driver protocol, including a 'Сохранить протокол в файле' button and a field for the error code.

индикация работы драйвера

управление работой драйвера

отображение текущей операции и рекомендаций оператору

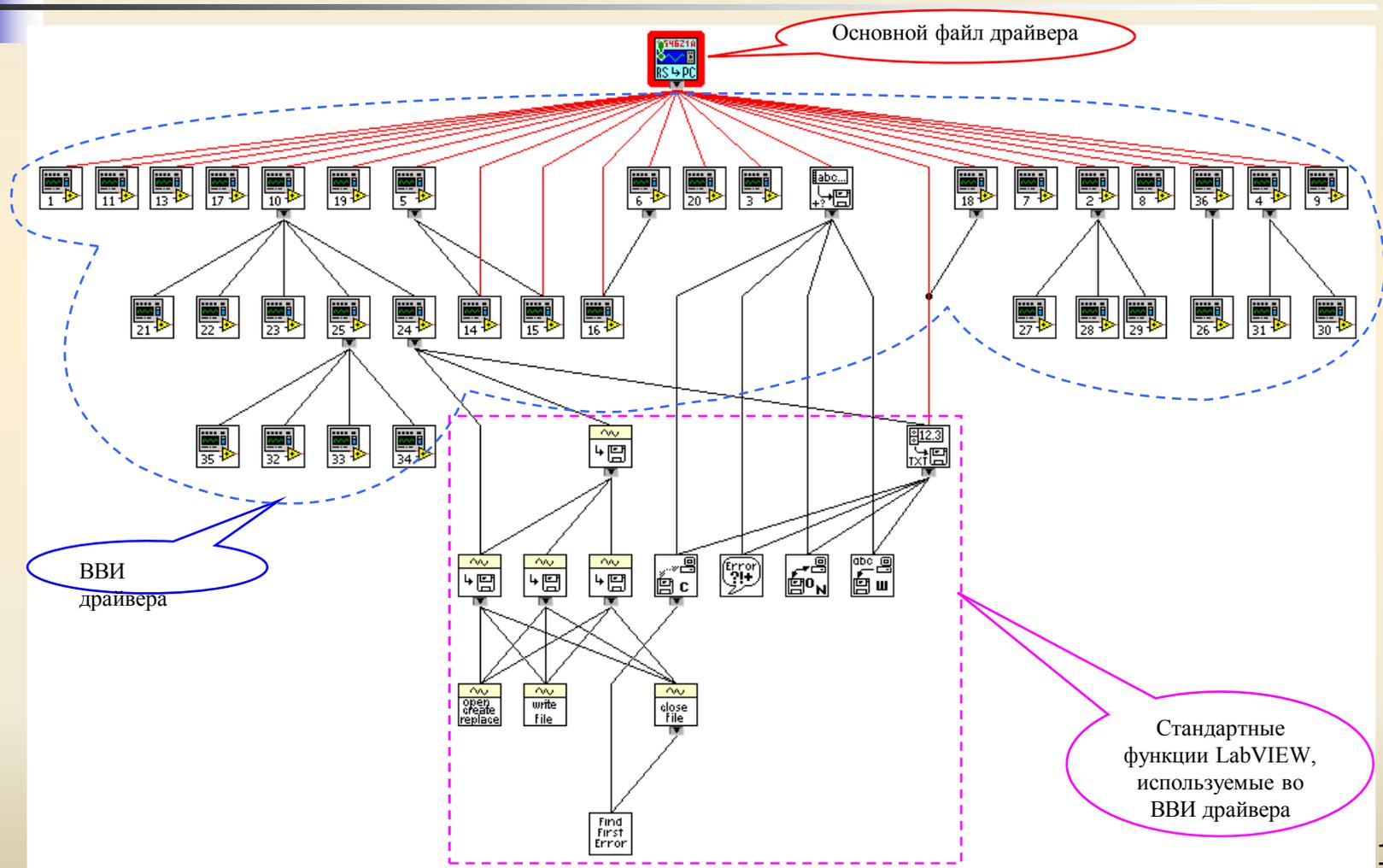
отображения протокола работы драйвера

рабочая область (для отображения органов управления и индикации)

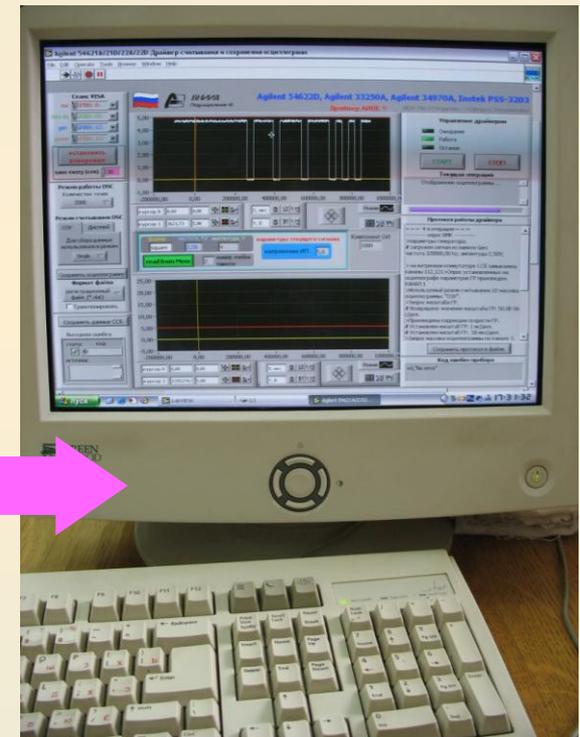
индикатор выходной ошибки



# Иерархия ВВИ и стандартных функций LabVIEW в драйвере АС СХОР



# Аппаратное обеспечение АС СХОР для проведения исследований ОИ в условиях длительного воздействия внешних дестабилизирующих факторов

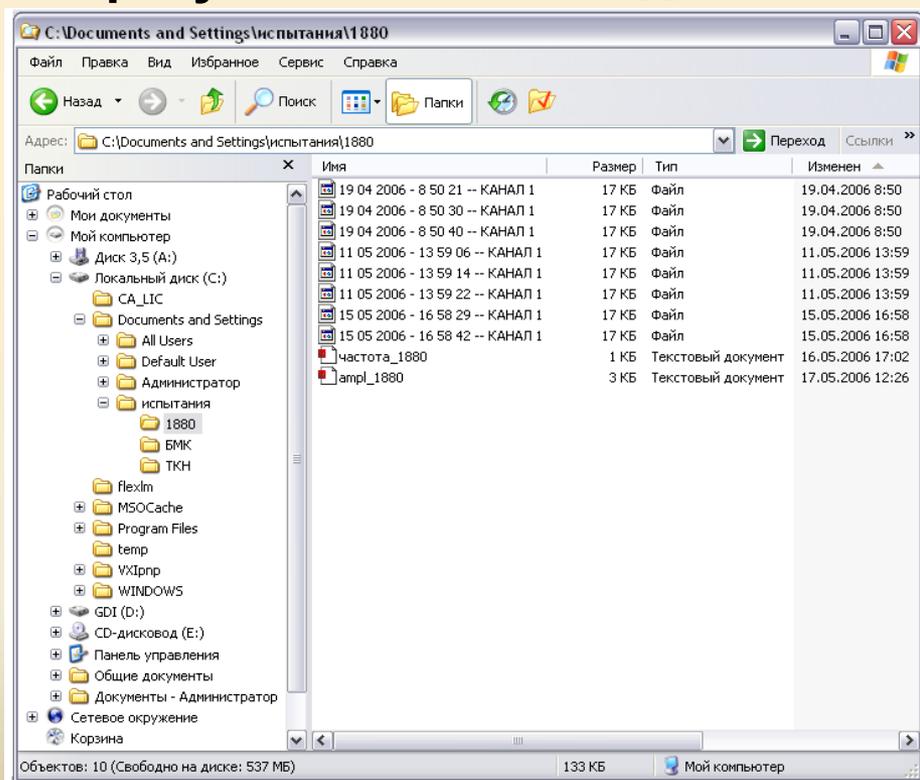


## Состав объектов исследований:

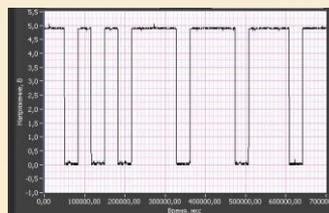
- микроконтроллер 1880BE51У-004;
- твердотельные контроллеры нагрузки;
- базовый матричный кристалл серии 5511;
- логически управляемые КМОП-вентили.

# Результаты проведения исследований ОИ в условиях длительного воздействия внешних дестабилизирующих факторов

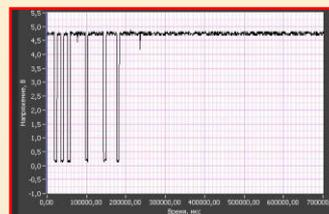
## Расположение файлов с результатами исследований



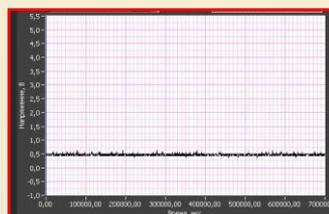
Для контроллера 1880:



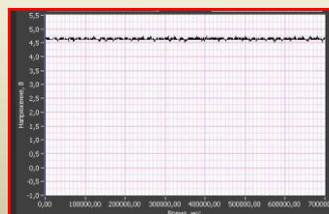
- нет сбоев



- сбой 1 рода

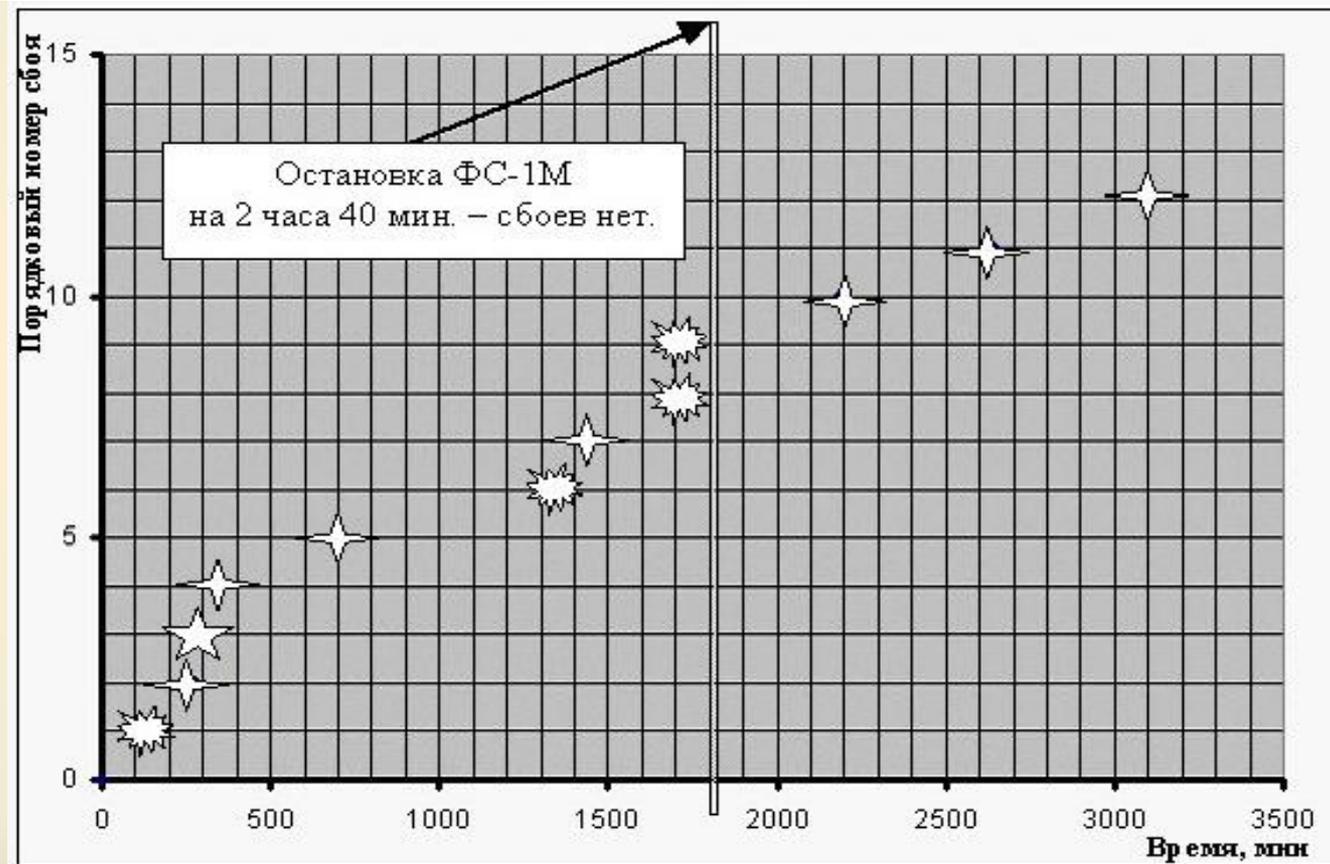


- сбой 2 рода



- сбой 3 рода

# Временная диаграмма количества сбоев микроконтроллера 1880BE51У-004



★-сбой первого рода, ☆-сбой второго рода, ☆-сбой третьего рода

# Результаты работы и выводы.

## ■ Результаты работы:

- разработана структура автоматизированного испытательного стенда для проведения дистанционных измерений параметров ПА;
- разработано программное обеспечение для автоматизации процесса проведения испытаний;
- внедрение АС СХОП - при проведении экспериментальных исследований на установках ГУ-200 (ФГУП НИИП) и ФС-1М (ГНЦ РФ ФЭИ).

## ■ Выводы:

- проведено исследование области автоматизации проведения испытаний;
- обоснован выбор аппаратного обеспечения АС СХОП;
- разработана структурная схема и программное обеспечение АС;
- разработана методика проведения испытаний при помощи АС СХОП;
- проведен расчет экономической эффективности внедрения АС;
- проведен анализ вредных и опасных факторов на рабочих местах, оборудованных разработанным программно-техническим комплексом.