

3. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ

Согласно общепринятым представлениям большинство электрофизических параметров сегнетоэлектрических материалов определяется путем обработки семейств зависимостей того или иного отклика сегнетоэлектрика на внешнее воздействие. Соответствующее измерительное оборудование должно позволить оперативно получать необходимые зависимости и проводить их эффективную обработку. Для измерений электрофизических характеристик сегнетоэлектрических пленок был использован многоцелевой комплекс измерительного оборудования, обеспечивающий проведение измерений в диапазоне температур от 10 до 200°С.

Соответствующее автоматизированное измерительное оборудование было создано на основе стандартного интерфейса IEEE-488, впервые примененного фирмой Hewlett Packard в 1965 году (другие наименования этого интерфейса: Канал Общего Пользования (КОП), ГОСТ 26.003-80, IEC 625 BuS, General Purpose Interface Bus, HP-IP, СТ СЭВ 2740-80).

Использование принципов информационной, электрической и конструктивной совместимости совокупности унифицированных, аппаратурных, программных и конструктивных средств, необходимых для реализации взаимодействия различных функциональных элементов в автоматических системах сбора и обработки информации, упрощает задачу создания любого автоматизированного измерительного средства. При этом определяющую роль играют следующие факторы:

- применение широко распространенных в настоящее время компьютеров в качестве центрального сервера автоматизированного измерительного комплекса;

- наличие большого выбора контрольно-измерительных приборов и периферийных устройств, совместимых с этим интерфейсом (в настоящее время десятки фирм в различных странах выпускают около тысячи наименований устройств, соответствующих стандарту IEEE-488);

- тщательная апробация и проработка принципов стыковки разнообразных устройств, большая номенклатура базового программного обеспечения применительно к этому интерфейсу.

Структурная схема универсального автоматизированного измерительного комплекса, предназначенного для контроля электрофизических свойств сегнетоэлектрических и диэлектрических материалов, представлена на рис. 3.1.

В его состав входит персональный компьютер с периферийными устройствами и платами интерфейса, АЦП и ЦАП, стандартные и нестандартные измерительные средства. Набор внешних стандартных измерительных средств может быть изменен при минимальных корректировках в программном обеспечении. Нестандартные средства служат в основном для задания режимов измерения и их контроля, и также

Универсальный измерительный комплекс для контроля электрофизических свойств диэлектрических пленок

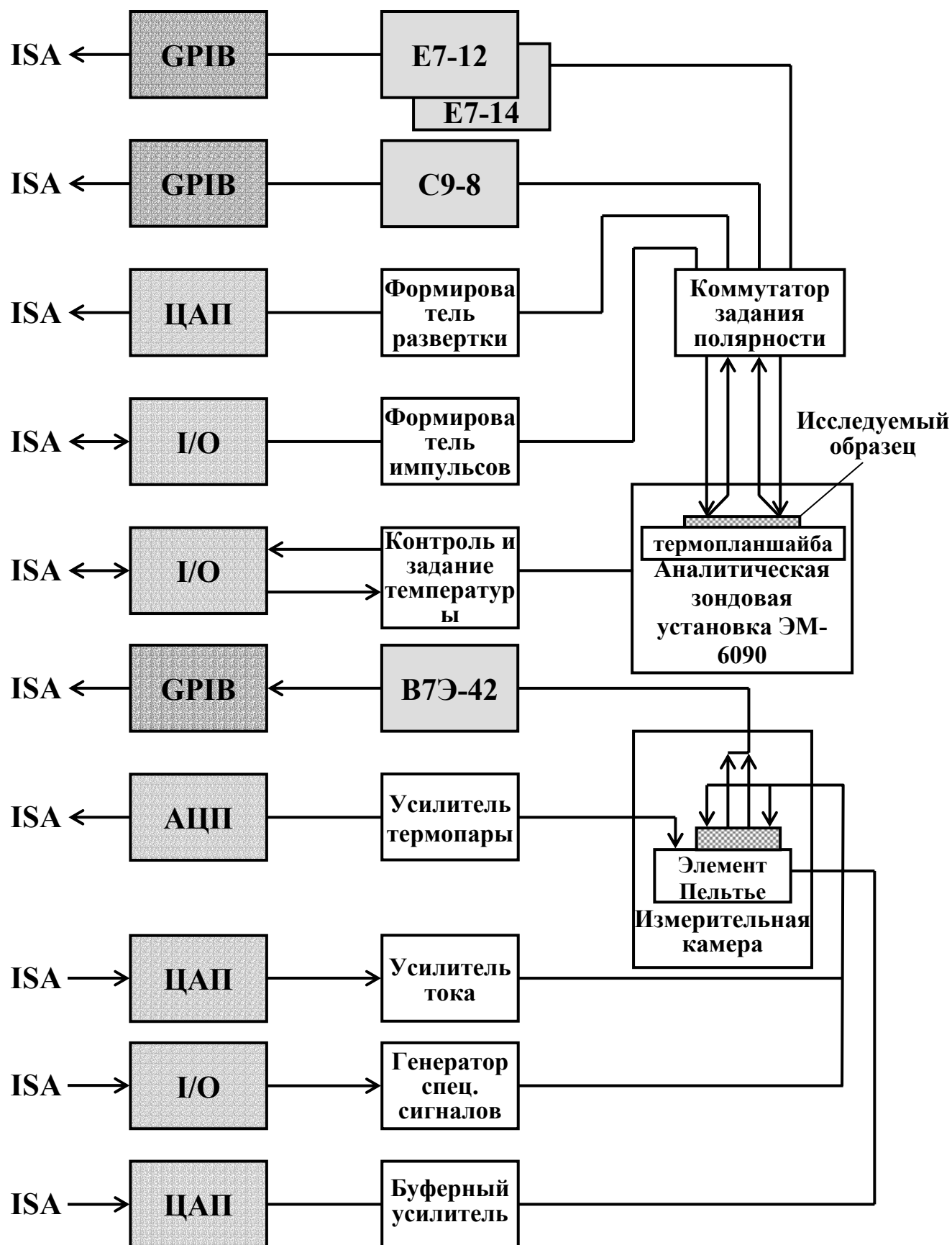


Рис. 3.1

могут быть модифицированы в зависимости от конкретного применения комплекса.

В данной работе использовались следующие стандартные измерительные приборы: измеритель иммитансов E7-14, измеритель L, R, C E7-12, вольтметр электрометрический универсальный В7Э-42, осциллограф цифровой запоминающий С9-8, генератор сигналов специальной формы Г6-33, блоки питания программируемые универсальные Б5-45А и Б5-44А. В состав комплекса также вошли электрометрический усилитель для измерения на компенсирующем мосте Сойера-Тауэра, платы интерфейса, АЦП и ЦАП, блок задания уровней напряжений импульсных последовательностей и блок задания и поддержания температурных режимов. Исследуемый образец размещается на термопланшайбе предметного стола аналитической зондовой установки ЭМ-6090 или в экранированной измерительной камере. В зависимости от характера проводимого измерения образец подключается к соответствующему комплекту измерительных приборов и блоков.

Автоматизированный измерительный комплекс позволяет:

- проводить наблюдения петель сегнетоэлектрического гистерезиса на компенсирующем мосте емкостей и проводимостей при значениях емкости измеряемого образца от 20пФ до 10нФ на частотах от 0,01Гц до 10кГц и амплитуде приложенного напряжения до 50В (погрешность измерений поляризации не более 10%);
- определять значение пирозлектрического коэффициента методом низкочастотной температурной волны (период модуляции температуры задается в пределах от 0,1 до 50 С, амплитуда 1°...5°С, предел чувствительности по току 10^{-12} А, относительная погрешность измерений пирозлектрического коэффициента не более 20%);
- определять значение остаточной поляризации по токам переключения, при воздействии на образец, образцу последовательности из двух пар разнополярных импульсов электрического напряжения (диапазон напряжений переключения 15...+15В, время нарастания импульса не более 0,1мкс, максимальная частота 500кГц, погрешность измерения поляризации не более 30%);
- измерять диэлектрические характеристики пленок при произвольно программируемой форме развертки приложенного к образцу напряжения (диапазон напряжения развертки до 200В, тестовый сигнал с амплитудой 0,05...1В на частотах 0.1...1000 кГц, погрешность измерения не более 0,1%);
- измерять в том же диапазоне напряжений статические токи утечки (чувствительность по току 10-14 А, погрешность измерения не более 20%);
- измерять вольт-амперные характеристики диэлектрических материалов и слоев в диапазоне прикладываемых напряжений от -50В до +50В, изменяющихся с дискретностью 0,01В (измеряемые значения тока при этом находятся в пределах от 10^{-11} А до 10^{-2} А и определяются с погрешностью, не превышающей 5%);

- измерять температурные зависимости для исследуемых образцов в диапазоне от 10 до 200°C с погрешностью поддержания температуры в заданной точке не более $\pm 2^\circ\text{C}$.

Нормированные метрологические характеристики комплекса обеспечиваются в результате применения стандартных измерительных средств, соединенных с компьютером с помощью известного приборного бит-параллельного и байт-последовательного интерфейса обмена данными (GPIB), а также плат расширения шины ISA, содержащих схемы АЦП и ЦАП.

Для сохранения данных предусмотрена возможность их передачи из одной машины в другую. Также не составляет сложностей применение интегрированных систем обработки данных например, таких как "Quatro Pro", "Microsoft Excel", "LabWindows" и других.

Комплекс обладает открытой архитектурой, что позволяет его легко модернизировать в зависимости от конкретного применения.

Одна из задач, которая была решена в ходе дипломной работы, это экспериментальная проверка возможности модификации разработанного ранее измерительного комплекса на основе современных информационных технологий. Для этого с помощью нового лицензионного программного обеспечения компании National Instrument в среде графического программирования LabVIEW решена задача обеспечения измерений пироэлектрического коэффициента квазистатическим методом. Фирма National Instrument более 10 лет назад представила графическую среду программирования LabVIEW как средство разработки для быстрого проектирования и модификации инструментальных систем. Цель LabVIEW всегда состояла в упрощении задачи программирования, чтобы можно было использовать все возможности ПК и в то же самое время выполнять свою работу быстро и легко. LabVIEW это программа созданная для воссоздания эксперимента с помощью компьютера, она несет мощь новейших технологий программного обеспечения вместе с простотой графической среды разработки. Её использует множество ученых и инженеров во всем мире. LabVIEW стала ведущей промышленной средой разработки для систем сбора данных, контроля и измерения, и для исследовательских приложений. Она предоставляет возможность работать с численными, двоичными, строковыми данными, а также с группами и массивами. Кроме того, существует возможность вывода результата в виде графика, то есть построения графиков различных функций.

Разработанный интерфейс пользователя с виртуальным измерительным прибором и программный модуль для проведения измерений представлены на рис. 3.2 и 3.3. Схема созданного виртуального прибора включает: программируемый генератор низкочастотного синусоидального сигнала, задающий вместе с усилителем мощности амплитуду колебаний температуры исследуемого образца, схему измерения температуры образца и электрометрический вольтметр для измерений пироэлектрического тока короткого замыкания.

Интерфейс пользователя виртуальным измерительным прибором при пирозлектрических измерениях

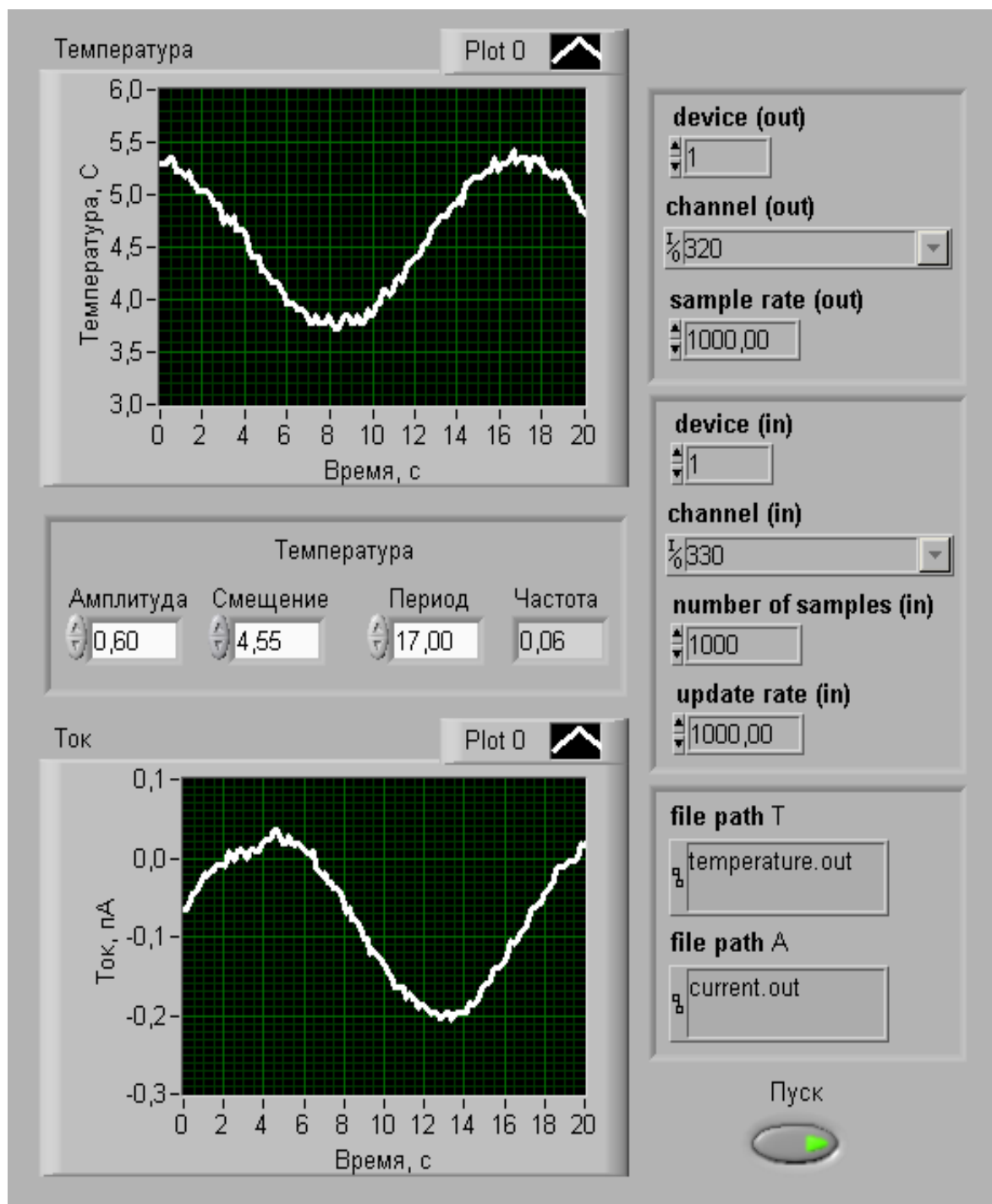


Рис. 3.2

Программный модуль для создания виртуального прибора

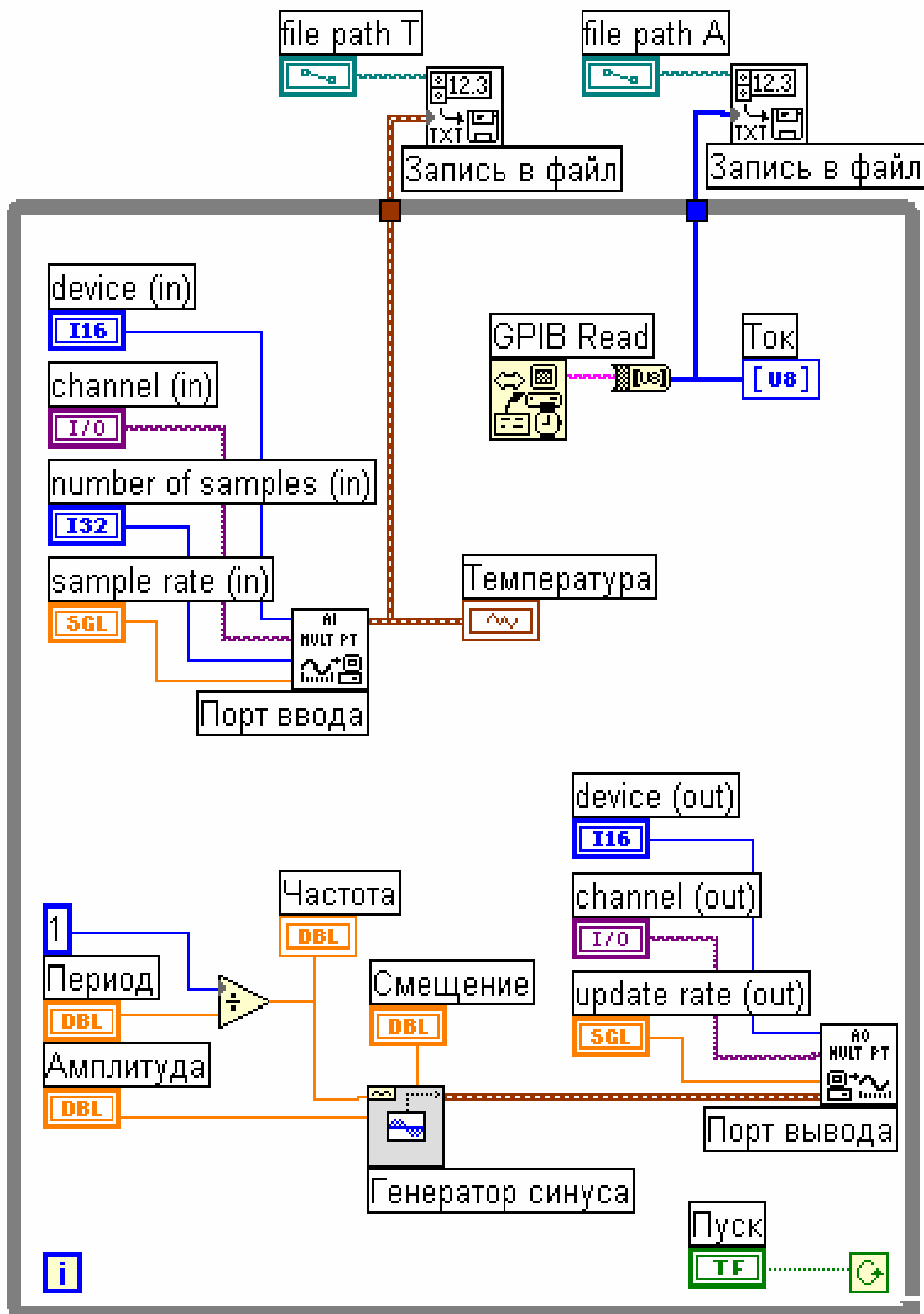


Рис. 3.3

В нашей работе в качестве аппаратного обеспечения для подключения измерительных и других приборов к компьютеру использовалась плата GPIB фирмы National Instruments (КОП), для которой в LabVIEW есть встроенная библиотека. Реализовано подключение генератора сигналов - генератора сигналов специальной формы Г6-33. Графический рисунок в окне полностью копирует внешний вид генератора. Кнопки на экране выполняют точно те же операции, что и кнопки на панели прибора. Связь между ними осуществляется через функции интерфейса КОП. Более подробно взаимодействие происходит так:

- 1) при нажатии кнопки на экране происходит обращение к встроенной функции LabVIEW, которой передаются некоторые параметры, в зависимости от нажатой кнопки;
- 2) функция взаимодействует с платой КОП(GPIB);
- 3) плата передает информацию о нажатой кнопке в подключенный прибор;
- 4) прибор, получив эту информацию, выполняет те или иные действия, в соответствии с собственным протоколом обмена;

Таким образом, к LabVIEW можно подключить любой прибор, имеющий интерфейс КОП.

Итак, мы показали, что возможность применения современных информационных технологий позволяет легко перепрограммировать аппаратно-программный комплекс для работы в различных режимах, а также для контроля различных параметров

Сравнение параметров измерительного комплекса с аналогичными комплектами аппаратуры, применяющимся для контроля сегнетоэлектриков показывает, что его функциональные возможности и технические параметры не уступают зарубежным аналогам.