Московский Государственный Институт

### Электронной Техники (ТУ)

##### **РЕФЕРАТ**

**ДИСЦИПЛИНА: ИНТЕРФЕЙСЫ**

**ТЕМА: ИНТЕРФЕЙС IEEE-488**

Выполнила:

Студентка группы МП-42

Шамукова А. С.

Преподаватель:

Шишкевич А. А.

#### Москва

2010 г.

Оглавление

Московский Институт

[Электронной Техники (ТУ) 1](#_Toc259143296)

[1. Общие сведения 2](#_Toc259143297)

[1.1 История 2](#_Toc259143298)

[2. Характеристики 2](#_Toc259143299)

[2.1 Команды 2](#_Toc259143300)

[2.2 Управляющеие последовательности IEEE-488 2](#_Toc259143301)

[2.3 Протоколы контроллера 488.2 2](#_Toc259143302)

[3. Разъёмы 2](#_Toc259143303)

[4. Стандарты и ГОСТ 2](#_Toc259143304)

[4.1 IEC-625 2](#_Toc259143305)

[4.2 ГОСТ 26.003-80 2](#_Toc259143306)

[4.3 Стандарты 2](#_Toc259143307)

[4.4 IEC 2](#_Toc259143308)

[4.5 ГОСТ 2](#_Toc259143309)

[4.6 HS-488 от National Instruments 2](#_Toc259143310)

[4.7 Стандарт GRIB 2](#_Toc259143311)

[5. Использование 2](#_Toc259143312)

[6. В качестве интерфейса в компьютере 2](#_Toc259143313)

[7. Шина КОП 2](#_Toc259143314)

[7.1 Линии синхронизации шины КОП 2](#_Toc259143315)

[7.2 Процедура обмена данными по шине: 2](#_Toc259143316)

[8 Дополнительные сведения 2](#_Toc259143317)

[8.1 Достоинства 2](#_Toc259143318)

[8.2 Недостатки 2](#_Toc259143319)

[9 Список использованной литературы: 2](#_Toc259143320)

[9.1 Преснухин Л.Н., Воробьев Н.В., Шишкевич А.А. Расчет элементов цифровых устройств. Учебное пособие под ред. Преснухина Л.Н. – М.: Высшая школа, 1991 – 526 с. 2](#_Toc259143321)

[9.2 М. Гук. Интерфейсы ПК: Справочник , СПб, ЗАО изд. «Питер» 1999 146с. 2](#_Toc259143322)

[9.3 Интернет ресурс Википедия 2](#_Toc259143323)

[9.4 Интернет ресурс http://www.itt-ltd.com/reference/ref\_ieee488.html 2](#_Toc259143324)

# Общие сведения

IEEE-488 — спецификация международного стандарта, описывающая интерфейс подключения к шине цифровых измерительных приборов.

### 1.1 История

IEEE 488 был разработан компанией Hewlett-Packard в 1968 году. Создана HP в конце 1960-х для использования в оборудовании для автоматических измерений (англ. automated test equipment, ATE) под названием интерфейсная шина Hewlett-Packard (англ. Hewlett-Packard Interface Bus, HP-IB), в 1975 стандартизирована американским Институтом инженеров электротехнической и электронной промышленности (IEEE) IEEE-488 (по номеру стандарта).

Использовался необычный кабель с проводом, выведенным набок. Кабели можно было подключать в стековом режиме (буквально цеплять друг на друга), что позволяло нескольким компьютерам одновременно использовать хранилище или принтер. Иными словами, компания Commodore еще тридцать лет назад реализовала принципы сетевых накопителей, которые обрели популярность сравнительно недавно.

IEEE-488 также известна под названием Интерфейсная шина общего назначения (англ. General Purpose Interface Bus, GPIB), стандарт IEC-625 (МЭК625.1), а также другими названиями. В аналогичном советском (российском) стандарте, ГОСТ 26.003-80 Система интерфейса для измерительных устройств с байт-последовательным, бит-параллельным обменом информацией. Требования к совместимости, называется [многопроводным]магистральным каналом общего пользования (КОП).

В конце 1960х, Hewlett-Packard (HP) выпускала различные измерительные инструменты и тестирующее оборудование, такие как цифровые мультиметры и логические анализаторы сигналов. Для установления связи между собой и компьютером они использовали HP Interface Bus (HP-IB).

Шина была относительно простой, основывалась на существующие в то время технологиях используя простые параллельные электрические шины и несколько индивидуальные линий для управления. Например HP 59501 Power Supply Programmer и HP 59306A Relay Actuator были относительно простыми периферийными устройствами использующими HP-IB, реализовывались только на ТТЛ-логике и не использовали микропроцессоров.

Другие производители фактически скопировали HP-IB, назвав свои разработки General Purpose Interface Bus (GPIB), de facto создав индустриальный стандарт для управления автоматизированными измерениями. С ростом популярности GPIB происходила и его стандартизация международными организациями по стандартизации.

По мере проникновения принятого стандарта протокола в промышленность выяснилось, что конкретный порядок передачи команд по шине был недостаточно хорошо определен.

Стандарт был пересмотрен и дополнен в 1987 году (добавлено описание протокола передачи). Новый стандарт содержит две части: IEEE-488.1, описывающую аппаратную часть и низкоуровненое взаимодействие с шиной, и IEEE-488.2, определяющую порядок передачи команд по шине. Стандарт IEEE-488.2 был еще раз пересмотрен в 1992 году.

# Характеристики

Каждое устройство на шине имеет уникальный пятибитный первичный адрес в диапазоне от 0 до 30 (таким образом, возможное количество устройств — 31). Адреса устройств не обязаны быть непрерывными, но во избежание конфликтов обязаны быть различными. Стандарт позволяет подключить до 15 устройств к одной двадцатиметровой физической шине используя для наращивания соединители цепочечного типа.

Активные расширители позволяют использовать удлинить шину, вплоть до 31 теоретически возможных на логической шине устройства.

Определено три различных типа устройств, которые могут быть подключены к шине: «listener», «talker» и/или контроллер (точнее, устройства могут находиться в состоянии «listener» либо «talker» либо быть типа «контроллер»). Устройство в состоянии «listener» считывает сообщения с шины; устройство в состоянии «talker» посылает сообщения на шину. В каждый конкретный момент времени в состоянии «talker» может быть одно и только одно устройство, в то время как в состоянии «listener» может быть произвольное количество устройств. Контроллер выполняет функции арбитра и определяет, какие из устройств в данный момент находятся в состоянии «talker» и «listener». К шине может быть одновременно подключено несколько контроллеров. В этом случае один из контроллеров (как правило, расположенный на интерфейсной карте GPIB) является ответственным контроллером (Controller-in-Charge, CIC) и делегирует по мере надобности свои функции другим контроллерам.

Элемент управления и функции передачи данных логически отдельные; диспетчер может обратиться к одному устройству как «болтуну» (англ. talker) и один или больше устройствам как «слушатели» (англ. listeners) без необходимости участвовать в передаче данных. Это даёт возможность совместно использовать одну и ту же шину для множества контроллеров. В любое данное время, только одно шинное устройство может быть активно как контроллер.

Данные передаются по шине во время трёхфазной процедуры установления соединения готовность / доступность / приём, логике в которой самое медленное участвующее устройство определяет скорость транзакции. Максимальная скорость передачи данных составляла 1 МБ/сек в оригинальном издании стандарта и была увеличена до 8 МБ/сек в расширениях стандарта.

Электрически IEEE-488 восьмибитная параллельная шина, содержащая шестнадцать сигнальных линий (восемь двусторонних используются для передачи данных, три — для установки соединения, пять — для управления шиной) плюс восемь — обратные провода для земли.

Все сигнальные линии используют отрицательную логику: наибольшее положительное напряжение интерпретируется как логический «0», а наибольшее отрицательное — как логическая «1». Линии данных (DIO) пронумерованы от 1 до 8, а линии данных (ЛД) в ГОСТ от 0 до 7.

Пять линий управления интерфейсом сообщают устройствам, присоединенным к шине, какие действия предпринимать, в каком режиме находиться и как реагировать на команды GPIB.

### 2.1 Команды

Команды GPIB всегда передаются с использованием классического протокола IEEE-488.1. Стандарт задает формат команд, посылаемых инструментам, и формат и кодировку откликов. Команды, как правило, являются аббревиатурами соответствующих слов английского языка. Команды-запросы снабжаются на конце вопросительным знаком. Все обязательные команды префиксируются астериском. Стандарт определяет минимальный набор возможностей, которыми должен обладать каждый инструмент, а именно: принимать и передавать данные, посылать запрос на обслуживание и реагировать на сигнал «Очистить Интерфейс». Все команды и большинство данных используют 7-битный набор ASCII, в котором 8 бит не используется или используется для четности.

Для получения информации от устройств, подключенных к шине, и переконфигурации шины контроллер посылает команды пяти классов: Uniline" («однобитная»), «Universal Multiline» («многобитная общего назначения»), «Address Multiline» («многобитная адресная»), «Talk Address Group Multiline» («многобитная групповая адресная передающая») и «Listen Address Group Multiline» («многобитная групповая адресная приемная»).

### 2.2 Управляющеие последовательности IEEE-488



Вторым компонентом системы команд является Стандарт Команд Программируемого Инструмента (англ. Standard Commands for Programming Instruments, SCPI), принятый в 1990 году. SCPI определяет стандартные правила сокращения ключевых слов, используемых в качестве команд. Ключевые слова могут быть использованы либо в длинной (например, MEASure — измерить), либо в короткой прописной форме (MEAS). Команды в формате SCPI префиксируются двоеточием. Аргументы команд разделяются запятой. Стандарт SCPI оперирует с моделью программируемого инструмента. Функциональные компоненты модели включают систему измерений (подсистемы «вход», «датчик» и «калькулятор»), систему генерации сигналов (подсистемы «калькулятор», «источник» и «выход») и подсистемы «формат», «показ», «память» и «триггер». Естественно, что у некоторых инструментов отсутствуют некоторые системы либо подсистемы. Например, осциллограф не имеет системы генерации сигналов, а программируемый генератор цифровых последовательностей — системы измерений. Команды для работы с компонентами систем и подсистем имеют иерархический вид и состоят из подкоманд, разделенных двоеточиями.

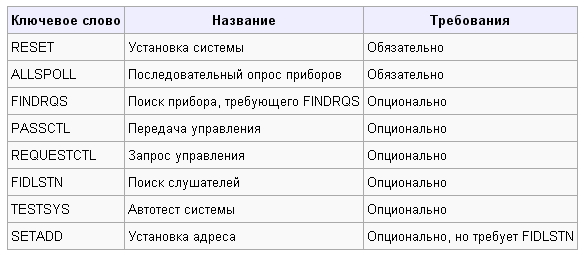
Пример команды, конфигурирующей цифровой мультиметр для измерения переменного напряжения величиной до 20 В с точностью 1 мВ:

:MEASure:VOLTage:AC?20,0.001

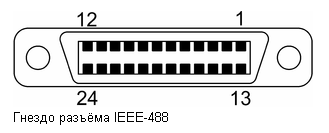
* Двоеточие обозначает начало новой команды.
* Ключевые слова MEASure:VOLTage:AC сообщают мультиметру, что требуется произвести измерение переменного напряжения.
* Вопросительный знак сообщает мультиметру, что результат измерения должен быть возвращен компьютеру либо контроллеру.
* Числа 20 и 0.001, разделенные запятой, задают диапазон и точность измерения.

### 2.3 Протоколы контроллера 488.2

Протоколы объединяют наборы управляющих последовательностей, с тем, чтобы выполнить полную измерительную операцию. Определено 2 обязательных и 6 опциональных протоколов. Протокол RESET обеспечивает инициализацию всех приборов. Протокол ALLSPOLL опрашивает каждый прибор последовательно и возвращает байт статуса каждого прибора. Протоколы PASSCTL и REQUESTCTL обеспечивают передачу управления шиной разным приборам. Протокол TESTSYS реализует функцию самотестирования каждого прибора. Протоколы FINDLSTN и FINDRQS поддерживают управление системой GPIB. При этом используются возможности, заложенные в стандарте 488.1. Контроллер выполняет протокол FINDLSTN, генерируя адрес Слушателя и проверяя наличие прибора на шине по состоянию линии NDAC. Протокол FINDLSTN возвращает список «Слушателей», и выполнение этого протокола до начала работы прикладной программы гарантирует правильность текущей конфигурации системы. Для работы протокола FINDRQS используется возможность проверки линии SRQ. Входной список устройств можно ранжировать по приоритетам. Тем самым обеспечивается обслуживание наиболее ответственных приборов в первую очередь.



# Разъёмы



|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № кон-такта | Наименование по IEEE | | Наименование по ГОСТ | | Назначение |
| 1 | Data input/ output bit. | DIO1 | Линия данных 0 | ЛД0 | Провод в КОП системы интерфейса, применяемый для передачи информации между соединенными устройствами. |
| 2 | Data input/ output bit. | DIO2 | Линия данных 1 | ЛД1 | Провод в КОП системы интерфейса, применяемый для передачи информации между соединенными устройствами. |
| 3 | Data input/ output bit. | DIO3 | Линия данных 2 | ЛД2 | Провод в КОП системы интерфейса, применяемый для передачи информации между соединенными устройствами. |
| 4 | Data input/ output bit. | DIO4 | Линия данных 3 | ЛД3 | Провод в КОП системы интерфейса, применяемый для передачи информации между соединенными устройствами. |
| 5 | End-or-identify. | EOI | Линия «конец передачи» | КП | Используется «talker» для идентификации конца сообщения. Контроллер выставляет этот сигнал для инициации параллельного опроса подключенных к шине устройств. |
| 6 | Data valid. | DAV | Линия «сопровождение данных» | СД | Используется устройством типа «talker» для оповещения устройств типа «listener» о том, что информация, подготовленная «talker», выставлена на линиях данных и достоверна. |
| 7 | Not ready for data. | NRFD | Линия «готов к приему» | ГП | Используется устройствами типа «listener» для того, чтобы сообщить устройству типа «talker» о том, что они не готовы к приему данных. В этом случае устройство типа «talker» прекращает обмен информацией до того момента, когда все устройства типа «listener» будут готовы к продолжению диалога. Шина реализована по принципу «монтажное ИЛИ», что позволяет каждому взятому в отдельности устройству типа «listener» приостановить всю шину. |
| 8 | Not data accepted. | NDAC | Линия «данные приняты» | ДП | Используется устройствами типа «listener» и сообщает устройству типа «talker», что данные приняты всеми адресатами. Когда этот сигнал не активен, «talker» может быть уверен, что все клиенты успешно прочли данные с шины и можно приступать к передаче следующего байта данных. |
| 9 | Interface clear. | IFC | Линия «очистить интерфейс» | ОИ | Сигнал используется для инициализации или реинициализации шины и приведение интерфейса в исходное состояние. |
| 10 | Service request. | SRQ | Линия «запрос на обслуживания» | ЗО | Сигнал доступен любому клиенту шины. Вырабатывается прибором при необходимости передать контроллеру информацию об изменениях в работе (состоянии) прибора и необходимости передать эти данные контроллеру для принятия решения об изменениях в функционировании системы в целом. По этому сигналу контроллер переводит, по возможности, подавшее его устройство в состояние «talker» и передает ему функции передачи данных. |
| 11 | Attention. | ATN | Линия «управление» | УП | Контроллер шины использует линию для сообщения клиентам о том, что по шине идут команды, а не данные. |
| 12 | Shield | SHIELD | Экран | СП СД | Провод от контакта 12 скручивается с проводом от контакта 11 |
| 13 | Data input/ output bit. | DIO5 | Линия данных 4 | ЛД4 | Провод в КОП системы интерфейса, применяемый для передачи информации между соединенными устройствами. |
| 14 | Data input/ output bit. | DIO6 | Линия данных 5 | ЛД5 | Провод в КОП системы интерфейса, применяемый для передачи информации между соединенными устройствами. |
| 15 | Data input/ output bit. | DIO7 | Линия данных 6 | ЛД6 | Провод в КОП системы интерфейса, применяемый для передачи информации между соединенными устройствами. |
| 16 | Data input/ output bit. | DIO8 | Линия данных 7 | ЛД7 | Провод в КОП системы интерфейса, применяемый для передачи информации между соединенными устройствами. |
| 17 | Remote enable. | REN | Линия «дистанционное управление» | ДУ | Переводит устройство, подключенное к шине, в режим исполнения команд с шины (а не с контрольной панели) и обратно. Вырабатывается контроллером для активизации работы подключенных к шине приборов по командам, поступающим от контроллера. |
| 18 | (wire twisted with DAV) | GND | Скрученная пара провода сигнальной линии СД | СП СД | Один из проводов «логической земли», скрученный с сигнальной линией, для минимизации взаимных помех между сигнальными линиями, восприимчивости сигнальных линий к к внешним шумам и передачи интерфейсных сигналов во внешнюю среду. |
| 19 | (wire twisted with NRFD) | GND | Скрученная пара провода сигнальной линии ГП | СП ГП | Аналогично |
| 20 | (wire twisted with NDAC) | GND | Скрученная пара провода сигнальной линии ДП | СП ДП | Аналогично |
| 21 | (wire twisted with IFC) | GND | Скрученная пара провода сигнальной линии ОИ | СП ОИ | Аналогично |
| 22 | (wire twisted with SRQ) | GND | Скрученная пара провода сигнальной линии ЗО | СП ЗО | Аналогично |
| 23 | (wire twisted with ATN) | GND | Скрученная пара провода сигнальной линии УП | СП УП | Аналогично |
| 24 | Logic ground |  |  |  | «Логическая земля» |

# Стандарты и ГОСТ

**IEEE-488** определяет для подключения двадцатичетырёхконтактный микроразъем ленточного типа Amphenol. Микроразъем ленточного типа имеет a D-образный металлический кожух, который крупнее, чем D-subminiature разъём. Иногда разъём ошибочно называются «разъём Centronics», поскольку тридцатишестиконтактный разъём такого же типа применялся производителями принтеров для соответствующих подключений принтеров.

Необычная особенность разъёма IEEE-488 состоит в том, что обычно используют «двуглавый» дизайн, с вилкой на одной стороне и гнездом на другой стороне разъёма (на обоих концах кабеля). Это позволяет осуществить подключение соединителей для простого цепочечного подключения. Механические особенности разъёма ограничивают число расположенных в стеке соединителей четырьмя или меньшим количеством.

Они держатся на месте винтами с резьбой UTS (англ. Unified Thread Standard) (сейчас в значительной степени устаревший) либо метрическими винтами M3.5×0.6. По договоренности, метрические винты окрашены в черный цвет, так что два соединителя разного типа не пересекаются.

### 4.1 IEC-625

Стандарт IEC-625 предписывает использовать двадцатипятиконтактные D-subminiature разъёмы, такие же, как использует IBM PC-совместимый компьютер для параллельного порта. Этот соединитель, по сравнению с двадцатичетырёхконтактным типом разъёма, не приобрел существенного признания на рынке.

### 4.2 ГОСТ 26.003-80

Требования к разъёму

В качестве разъема должна использоваться розетка или вилка типа РПМ7-24 с ленточными контактами.

Монтаж разъема на устройстве

Каждое устройство должно иметь приборную розетку типа РПМ7—24Г—ПБ. Для кабеля должна быть предусмотрена возможность установления крепежных винтов. Приборная розетка должна устанавливаться на задней стенке устройства с соблюдением размера, приведенного на чертеже. Крепление осуществляется болтом, размеры которого приведены на чертеже. Головка болта может быть шестигранной или с накаткой. Прорезь дли отвертки не обязательна.

### 4.3 Стандарты

В 1975 IEEE стандартизировал шину как Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation, IEEE-488 (сейчас IEEE-488.1). Это формализовало механические, электрические и основные параметры протокола универсальной интерфейсной GPIB, но ничего не говорило о формате команд или данных.

В 1987 IEEE представил Standard Codes, Formats, Protocols, and Common Commands, IEEE-488.2, переопределяющий предыдущую спецификацию как IEEE-488.1. IEEE-488.2 обеспечил основной синтаксис и формат соглашений, такие как не зависящий от устройства команды, структуры данных, ошибочные протоколы, и подобные. IEEE-488.2 построенный на IEEE-488.1 без его замены; оборудование может соответствовать −488.1 не соответствуя −488.2. Новый стандарт содержит две части: IEEE-488.1, описывающую аппаратную часть и низкоуровневое взаимодействие с шиной, и IEEE-488.2, определяющую порядок передачи команд по шине. Стандарт IEEE-488.2 был еще раз пересмотрен в 1992 году. На этапе принятия первой версии стандарта еще не было никакого стандарта для команд, специфических для инструмента. Команды управления тем же классом инструмента (например, мультиметр) сильно разнились между изготовителями и даже моделями.

В 1990 был представлен Стандарт Команд Программируемого Инструмента (англ. Standard Commands for Programming Instruments, SCPI). SCPI добавил универсальные команды стандарта, и серии инструментальных классов с передачей специфических для класса команд. Несмотря на то, что SCPI был разработан на основе стандарта IEEE-488.2, он может быть легко адаптирован для любой другой (не-IEEE-488.1) аппаратной базы.

### 4.4 IEC

IEC параллельно с IEEE разработала свой собственный стандарт — IEC-60625-1 и IEC-60625-2.

Соответствующий стандарт ANSI был известен, как «ANSI Standard MC 1.1»..

В 2004, IEEE и IEC скомбинировали свои соответствующие стандарты в «Двойной протокол» IEEE/IEC — стандарт IEC-60488-1, в котором Standard for Higher Performance Protocol for the Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation — Part 1: General заменил IEEE-488.1/IEC-60625-1, а IEEE-488.2/IEC-60625-2. IEC-60488-2 соответственно заменён на Part 2: Codes, Formats, Protocols and Common Commands.

### 4.5 ГОСТ

ГОСТ 26.003-80 Система интерфейса для измерительных устройств с байт-последовательным, бит-параллельным обменом информацией. Требования к совместимости. Дата принятия: 01.04.1985. Дата последнего изменения: 23.06.2009

Общее число адресов приёмников и источников информации в системе не должно превышать 961 при двухбайтной организации.

Приложение № 8 фактически декларирует отсутствие в стандарте средств обнаружение ошибок:

Необходимость в средствах обнаружения ошибок в устройствах широко варьируется в зависимости от шумной среды, важности данных, проходящих через интерфейс, типа функций устройства, активных в источнике и приемнике данных, и от общего применения системы, в которой используется устройство. Специализированные и конкретные средства для обнаружения ошибок не включены в данный стандарт. Соответствующий метод обнаружения ошибок зависит от конкретного применен ни устройств или системы и поэтому в настоящем стандарте не устанавливается. Некоторые общие положения, приведенные ниже, служат для иллюстрации преимуществ обычных средств обнаружения ошибок. Контрольный разряд четности на ЛД7 для обнаружения ошибок, содержащихся на ЛД0—ЛД6 7-битного кода, обеспечивает минимальные средства для обнаружения ошибок и требует минимальной аппаратной части. Проверка на четность позволяет обнаружить одиночную ошибку в пределах группировки битов любого байта. Несколько битов с ошибкой в пределах одного байта могут быть не обнаружены. Продольный контрольный разряд четности на каждой линии ЛД в конце строки или блока данных может быть использован таким же образом, что и контрольный разряд четности (для той же цели и тех же результатов). Циклический контроль c помощью избыточных кодов является более сложный и значительно повышает стоимость контроля по сравнению с вышеуказанными способами. Различные коды циклического контроля могут применяться для обнаружения ошибок различного типа. Специальные ходы циклического контроля настоящим стандартом не рассматриваются.

### 4.6 HS-488 от National Instruments

National Instruments представил обратносовместимое расширение для IEEE-488.1, изначально называемое высокоскоростной протокол GPIB (HS-488). Используя стандартные кабели и аппаратную базу, HS-488 улучшает производительность шины путем устранения задержек, связанных с необходимостью дожидаться подтверждения в трехсигнальной схеме IEEE-488.1 (DAV/NRFD/NDAC), где максимальная пропускная способность не превышает 1,5 МБайт/сек. Таким образом удалось увеличить скорость передачи данных до 8 МБ/сек, хотя скорость уменьшилась, когда к шине подключалось большее количество устройств. Это отобразилось в стандарте в 2003 (IEEE-488.1-2003).

Интерфейс для подключения устройств GPIB к компьютеру через шину PCI.

### 4.7 Стандарт GRIB

Поскольку шина IEEE-488 хорошо стандартизована и протестирована, большинство производителей автоматизированных измерительных систем и инструментов встраивают в свои изделия интерфейсы GPIB в качестве основного канала передачи данных.

Стандарт GPIB определяет три различных типа устройств, которые могут быть подключены к шине: "слушатель", "говорящий" и/или контроллер (точнее, устройства могут находиться в состоянии "слушатель" либо "говорящий" либо быть типа "контроллер").Устройство в состоянии "слушатель" считывает сообщения с шины; устройство в состоянии "говорящий" посылает сообщения на шину. В каждый конретный момент времени в состоянии "говорящий" может быть одно и только одно устройство, в то время как в состоянии "слушатель" может быть произвольное количество устройств. Контроллер выполняет функции арбитра и определяет, какие из устройств в данный момент находятся в состоянии "говорящий" и "слушатель".

# Использование

В оборудовании для автоматических измерений

Продукты выпускаемые National Instruments ориентированы на автоматизацию лабораторных рабочих мест. Это такие классы измерительных приборов, как анализаторы-тестеры, системы калибровки, осциллографы и источники питания, базирующиеся на шине GPIB. Модульные решения (VXI) превалируют для многоцелевых систем, и самыми популярными приборами здесь являются всевозможные типы переключателей-мультиплексоров. Мультиметры в равной мере представлены в обоих случаях.

Сложные измерительные системы выпускаются фирмами HP, WaveTek, BK, Kinetic Systems. В 1993 году более половины интерфейсов GPIB приходилось на рабочие станции Sun, SGI, IBM RISC System/6000 и HP. В них используется программные средств уровня специальных языков типа ATLAS (Automated test language systems) и языков общего назначения типа АДА.

# В качестве интерфейса в компьютере

Внимание разработчиков HP фокусировалось на оснащении интерфейсом цифровой измерительной аппаратуры, проектировщики особо не планировали делать IEEE-488 интерфейсом периферийных устройств для универсальных компьютеров. Но когда первым микрокомпьютерам HP потребовался интерфейс для перефирии (жёстким дискам, НКМЛ, принтерам, плоттерам, и т. д.), HP-IB был с готовностью доступен и легко приспособлен для достижения этой цели.

Компьютеры производимые HP использовали HP-IB, например HP 9800 , серии HP 2100, и серии HP 3000[15]. Некоторые из инженерных калькуляторов, выпускаемых HP в 1980х, такие как серии HP-41 и HP-71B, также имели возможность использования IEEE-488, через необязательный интерфейсный модуль HP-IL/HP-IB.

Другие изготовители также приняли универсальную интерфейсную шину для своих компьютеров, как например линейка Tektronix 405x.

Commodore PET расширивший в 1977 список персональных компьютеров, использовавший шину IEEE-488 но с нестандартным соединителем платы для подключения своих внешних устройств. Commodore наследовал восьмибитные компьютеры такие как VIC-20, C-64 и C-128, в которых применялся последовательный интерфейс, использующий круглый соединитель DIN, для которого они сохранили программирование интерфейса и терминологии IEEE-488.

Пока скорость шины IEEE-488 была увеличена для некоторых приложений до 10 МБ/сек, отсутствие стандартов командного протокола ограничило сторонние предложения и функциональную совместимость. В конечном итоге, более быстрые, более полные стандарты, такие как например SCSI заменили IEEE-488 в периферийных устройствах.

# Шина КОП

Шина IEEE-488 и соответствующий протокол широко используются в программно-аппаратных комплексах для соединения персональных компьютеров и рабочих станций с измерительными инструментами (в частности, в системах сбора данных). Разработанный в 60-х годах в Hewlett-Packard, протокол изначально назывался HPIB (Hewlett-Packard Interace Bus, интерфейсная шина Hewlett-Packard). Впоследствии другие компании подхватили инициативу и начали использовать протокол для своих внутренних целей. Протокол был стандартизован американским Институтом инженеров электротехнической и электронной промышленности (IEEE) и переименован в IEEE-488 (по номеру стандарта) или GPIB (General Purpose Interface Bus, интерфейсная шина общего назначения) в середине 70-х годов. Аналогичный российский стандарт называется Канал Общего Пользования (КОП).

Шина IEEE-488 - это надежный и эффективный канал передачи данных. Простота использования, непрекращающееся развитие аппартной поддержки GPIB, разработка новых интерфейсных карточек и GPIB-совместимых инструментов ведут к неуклонному росту числа пользователей шины, несмотря на мощную конкуренцию со стороны архитектур VMEbus и FiberChannel. В последние несколько лет индустрия GPIB эволюционирует в направлении минимизации затрат на изготовление при сохранении базисной функциональности шины. Это достигается путем использования недорогих микроконтроллеров для реализации устройств типа "говорящий" и "слушатель".

Шина КОП состоит из 24 проводов, назначение которых в стандартном разъеме.

Все сигнальные линии используют отрицательную логику: наибольшее положительное напряжение интерпретируется как логический "0", а наибольшее отрицательное -- как логическая "1". Конкретные значения напряжения определены стандартом IEEE-488.

Сигнальные линии шины относятся к одному из трех классов:

- линии данных,

- линии "рукопожатия" (синхронизации) и

- линии управления интерфейсом.

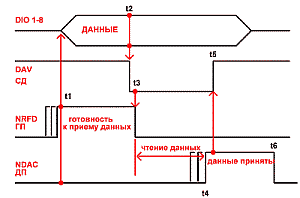
Для пересылки команд по шине используются восемь линий данных, причем старший бит (DIO8) в большинстве случаев игнорируется.

Три линии синхронизации обеспечивают передачу данных и команд и обеспечивают гарантированный прием данных всеми устройствами типа "слушатель" в надлежащее время.

### Линии синхронизации шины КОП

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| IEEE / GPIB name | ГОСТ наименование | Назначение |
| DAV (Data Valid) | СД (Синхронизация Данных) | Используется устройством типа "говорящий" для оповещения устройств типа "слушатель" о том, что информация, подготовленная "говорящим", выставлена на линиях данных и достоверна. |
| NRFD (Not Ready For Data) | ГП (Готовность к приему) | Используется устройствами типа "слушатель" для того, чтобы сообщить устройству типа "говорящий" о том, что они не готовы к приему данных. В этом случае устройство типа "говорящий" прекращает обмен информацией до того момента, когда все устройства типа "слушатель" будут готовы к продолжению диалога. Шина реализована по принципу "монтажное ИЛИ", что позволяет каждому взятому в отдельности устройству типа "слушатель" приостановить всю шину. |
| NDAC (Not Data Aсcepted) | ДП (Данные приняты) | Используется устройствами типа "слушатель" и сообщает устройству типа "говорящий", что данные приняты всеми адресатами. Когда этот сигнал не активен, "говорящий" может быть уверен, что все клиенты успешно прочли данные с шины и можно приступать к передаче следущего байта данных. Шина также организована по принципу "монтажное ИЛИ". |

### Процедура обмена данными по шине:



* В исходном состоянии "говорящий" ожидает готовности "слушателей" к приему следующего байта сообщения. "Говорящий" при этом поддерживает высокий уровень на шине СД (DAV).
* "Слушатели" при готовности к приему поднимают уровень сигнала ГП (NRFD) при низком уровне сигнала ДП (NDAC). За счет включения по схеме "монтажное ИЛИ" высокий уровень сигнала ГП (NRFD) определяется самым медленным из "слушателей". (момент t1 на рисунке)
* "Говорящий" фиксирует высокий уровень шины ГП (NRFD) при низком уровне шины ДП (NDAC) как готовность "слушателей" к обмену и выставляет на шину данных следующий байт данных.
* "Говорящий" фиксирует корректность информации на шине данных и опускает уровень сигнала на шине СД (DAV). (момент t2 на рисунке).
* "Слушатель" фиксирует низкий уровень шины СД (DAV) и начинает прием информации с шины данных опуская уросень сигнала на шине ГП (NRFD). (момент t3 на рисунке).
* "Слушатель" фиксирует информацию на шине данных (и шине управления) для правильной идентификации полученных данных. После этого идентифицирует фиксацию принятых данных поднимая уровень сигнала на шине ДП (NDAC). За счет включения по схеме "монтажное ИЛИ" высокий уровень сигнала ДП (NDAC) определяется самым медленным из "слушателей". (момент t4 на рисунке).
* "Говорящий" в ответ на высокий уровень шины ДП (NDAC) поднимает уровень сигнала на шине СД (DAV) (момент времени t5). Высокий уровень сигнала на шине СД (DAV) разрешает "говорящему" снять информационный байт с шины данных (перевести шину данных в пассивное сосотояние).
* "Слушатель" в ответ на высокий уровень шины СД (DAV) опускает уровень сигнала на шине ДП (NDAC) и переходит к дешифровке полученных данных и выполнению полученных команд.
* После завершения интерпретации полученных данных, по мере готовности "слушателей" к возобновлению обмена по шине КОП, "слушатели" поднимают уровень сигнала на шине ГП (NRFD), сигнализируя о готовности к приему следующего информационного байта

# Дополнительные сведения

### 8.1 Достоинства

* Простой аппаратный интерфейс
* Позволяет подключать вперемешку высокоскоростные устройства с низкоскоростными
* Популярный, хорошо поддержан на рынке

### 8.2 Недостатки

* Разъёмы и кабели механически громоздкие
* Ограничения на скорость и расширения спецификации
* Отсутствие стандартов командного протокола (перед SCPI)
* Реализации опций (например конец обработки передачи) могут усложнить функциональную совместимость
* Нет обязательной гальванической изоляции между шиной и устройствами

# Список использованной литературы:

### Преснухин Л.Н., Воробьев Н.В., Шишкевич А.А. Расчет элементов цифровых устройств. Учебное пособие под ред. Преснухина Л.Н. – М.: Высшая школа, 1991 – 526 с.

### М. Гук. Интерфейсы ПК: Справочник , СПб, ЗАО изд. «Питер» 1999 146с.

### Интернет ресурс Википедия

### Интернет ресурс <http://www.itt-ltd.com/reference/ref_ieee488.html>