

ОБЗОР НОВЫХ ЦИФРОВЫХ МИКРООММЕТРОВ АКТАКОМ АММ-6015 И АММ-6016

REVIEW ON NEW АКТАКОМ АММ-6015 AND АММ-6016 DIGITAL MICROHMMETERS

К многочисленному ряду точных и прецизионных измерителей АКТАКОМ добавились два новых прибора для точных измерений малых и сверхмалых значений сопротивления на постоянном токе. Благодаря примененным современным схемотехническим и технологическим новациям — высокопроизводительному процессору, использованию SMD-технологии при производстве прибора, 4-проводной схемы измерений микроомметры АКТАКОМ АММ-6015 и АММ-6016 обладают высокой точностью измерений — 0,05% с разрешением 1 мкОм.

Следует отметить, что оба прибора идентичны по характеристикам и отличаются только тем, что АММ-6015 имеет дополнительный диапазон измерения сопротивления и температурный канал, описание и функциональные возможности которого приведены ниже.



Рис. 1. Микроомметр АКТАКОМ АММ-6015

Помимо высоких технических характеристик, приборы имеют широкие сервисные возможности, позволяющие использовать микроомметр не только как отдельный измеритель сопротивления, но и в составе автоматизированных комплексов управления производством. Этому способствует наличие встроенного компаратора, 3-ячеечного сортировщика со звуковой сигнализацией, высокая скорость измерений, возможность внутреннего, внешнего и запуска по шине при дистанционном управлении, статистическая обработка результатов измерений.

Использование температурного канала (АММ-6015) позволяет корректировать показания измерений с учетом температуры дальнейшего использования элементов или использовать аналоговый вход для измерения температуры термпарой.

Для уменьшения влияния термо-



эДС и контактной разности потенциалов при измерении температуры и сопротивления в приборе реализована функция компенсации постоянного смещения.

ВНЕШНИЙ ВИД И КОМПЛЕКТАЦИЯ

Прибор выполнен в стандартном для современных лабораторных приборов форм-факторе, ручка для переноски также служит и регулятором высоты (наклона). Для повышения ударостойкости на передней и задней панели приборов установлены пластиковые демпфирующие накладки (хольстеры), которые можно легко снять, что удобно при установке приборов друг на друга на лабораторном столе.

Практически все управление приборами производится через экранное меню сенсорного дисплея, поэтому на передней панели минимум кнопок — вызов функциональных меню, операции сохранения данных, навигационные клавиши и клавиша ручного запуска (рис. 2).

Также, на передней панели расположены гнезда для подключения 4-х проводных щупов (щупы Кельвина) и USB-разъем для подключения внешнего запоминающего устройства. Назначение органов управления на передней панели:

1. интерфейс USB-host;
2. ЖК дисплей;
3. кнопка MEAS для входа в меню измерений;
4. кнопка FILE для входа в меню сохранения файлов, во внутренней или внешней памяти;



Рис. 2. Органы управления АММ-6015 и 6016

5. кнопка SETUP для входа в меню системных параметров;
6. кнопка 0 ADJ для корректировки «0»;
7. терминалы подключения 4-проводных измерительных щупов;
8. кнопка TRIGGER режима ручного запуска тестирования;
9. кнопка ENTER подтверждения введенных команд и значений;
10. навигационные клавиши;
11. модель, название и торговая марка;
12. кнопка POWER включения/выключения питания.

В комплектацию прибора помимо кабеля электропитания входит 4-проводный измерительный щуп (щупы Кельвина), а в приборе АММ-6015 дополнительно включен температурный датчик Pt500.

ДИСПЛЕЙ

Приборы оснащены цветным сенсорным дисплеем и все управление прибором ориентированно на экранное меню. Меню удобно разделено на 2 части, которые могут вызываться клавишами DISP и SETUP на передней панели прибора или переключаться кнопкой MORE 1/2 непосредственно в экранном меню прибора. Клавишей DISP вызывается меню функций — измерение

Таблица 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АММ-6015 И АММ-6016

Параметр	АММ-6015	АММ-6016
Диапазон измерений	20 мОм, 200 мОм, 2 Ом, 20 Ом, 200 Ом, 2 кОм, 20 кОм, 200 кОм, 2 МОм	20 мОм, 200 мОм, 2 Ом, 20 Ом, 200 Ом, 2 кОм, 20 кОм
Разрешение	1 мкОм	1 мкОм
Точность	±0,05%	±0,1%
4-проводная схема	есть	есть
Скорость измерения	10 мс, 25 мс, 115 мс, 455 мс	
Запуск	внешний, ручной, внутренний	
Температурная компенсация	есть	нет
Измерение температуры: температурный датчик Pt500	-10,0 °C ... 99,9 °C	нет
аналоговый вход (0...2 В)	-99,9 °C ... 999,9 °C	нет
Дисплей	4,3" сенсорный ЖК, 4 1/2 разряда (480×272)	
Интерфейсы	RS-232C, USB Host, USB device, Handler	
Размеры, масса	235×104×360 мм, 3,6 кг	

MEAS DISP, сравнение COMP DISP, сортировщика BIN DISP и статистики STSTAT DISP. В каждом меню функции есть дополнительные кнопки, которые позволяют изменять некоторые параметры непосредственно во время проведения работ.

Для предварительной установки параметров функций необходимо нажать клавишу SETUP и в боковом меню откроются кнопки расширенных установок функций и кнопка системного меню.

Использование сенсорного дисплея и экранного меню пришлось к месту, наличие большого количества функций и параметров ввода привело бы к перегрузке передней панели кнопками в случае реализации управления в классическом «кнопочном» стиле. В данном случае управление прибором, выбор функций и установка параметров интуитивно понятно и не вызывает потребности постоянно обращаться к руководству по эксплуатации.

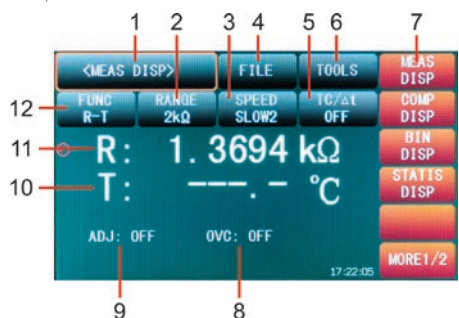


Рис. 3. Назначение основных кнопок экранного меню

По желанию, цветовой оформление элементов меню на экране можно изменить — в системном меню SYSTEM SETUP заложены два варианта цветовой гаммы экрана.

Назначение основных кнопок экранного меню:

1. текущее меню функций;
2. кнопка выбора диапазона измерения;



Рис. 4. Щуп Кельвина

3. кнопка выбора скорости измерения;
4. кнопка вызова меню сохранения данных;
5. кнопка выбора режима температурного канала;
6. кнопка выбора дополнительных опций;
7. кнопки вызова меню функций (или меню установок SETUP);
8. индикация включения режима компенсации смещения;
9. индикация включения режима калибровки «0»;
10. значение измеренной температуры;
11. значение измеренного сопротивления;
12. выбор вида измерений (R, R-T, T, LPR, LPR-T).

ФУНКЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ MEAS DISP

Для точных измерений прибор комплектуется компенсационными щупами, так называемыми щупами Кельвина. Щуп Кельвина в целом похож на зажим типа «крокодил», но есть одно существенное различие. Если две половины зажима «крокодил» электрически связаны друг с другом через пружину и ось, то две половины зажима Кельвина такой

связи не имеют и изолированы друг от друга. По одной паре проводов поступает компенсирующий ток, а по второй происходит измерение падения напряжения на образце. Электрический контакт между ними возникает только в точке присоединения к проводу или выводу тестируемого образца (компонента). Благодаря этому ток не попадает в измерительный провод и не создает ошибок, вызывающих падение напряжения в последнем. Такая компенсация сопротивления измерительных проводов необходима при измерении малых сопротивлений.



Рис. 5. Экран в режиме LPR-T

При выборе режима измерений экранной кнопкой MEAS DISP появляется меню измерений, которое позволяет быстро установить необходимые параметры измерений, при этом выбор параметров и ввод значения осуществляется нажатием необходимых кнопок на экране — выбор режима измерений (FUNC), выбор диапазона измерений (RANGE), скорость измерения (SPEED), включение и выбор режим температурного канала (TC/Δt). Кнопка «Выбор режима измерений» (FNUC) позволяет выбрать вариант измерения:

- R — измерение сопротивления;
- R-T — измерение сопротивления и температуры, возможен выбор режима измерения;



Рис. 6. Установка скорости измерения

- T — измерение температуры, возможен выбор режима — датчик Pt500 или аналоговый вход;
- LPR — измерение сопротивления на малых токах (напряжение <40 мВ);
- LPR-T — измерение сопротивления и температуры на малых токах (напряжение < 40 мВ).

В этом меню RANGE необходимо установить диапазон измерения — AUTO или стрелками в боковом меню выбрать необходимый диапазон от 20 мкОм до 2 МОм (AMM-6015) или

ТЕРМОЭДС — электродвижущая сила U , возникающая в электрической цепи, состоящей из нескольких разнородных проводников, контакты между которыми имеют различные температуры (Эффект Зеебека). Если электрическая цепь состоит из двух различных проводников, она называется термоэлементом или термопарой. Величина T зависит только от температуры горячего T_1 и холодного T_2 контактов и от материалов проводников. В небольшом интервале температур (0-100 °C) $U=a(T_1-T_2)$. Коэффициент a , называемый коэффициентом Зеебека или термоэлектрической способностью пары, удельным температурным коэффициентом, зависит от материала проводников и интервала температур. Если вдоль проводника существует градиент температуры, то электроны на горячем конце приобретают более высокие энергии и скорости. В полупроводниках, кроме того, концентрация электронов растёт с температурой. В результате возникает поток электронов от горячего конца к холодному, на холодном конце накапливается отрицательный заряд, а на горячем остаётся некомпенсированный положительный заряд. Накопление заряда продолжается до тех пор, пока возникшая разность потенциалов не вызовет равный обратный поток электронов. Алгебраическая сумма таких разностей потенциалов в цепи создаёт одну из составляющих термоэдс, которую называют объёмной. Другие составляющие термоэдс связаны с температурной зависимостью контактной разности потенциалов и с конкретными физическими свойствами кристаллических решеток металлов.

20 кОм (АММ-6016) или кнопкой HOLD включить режим удержания текущего диапазона.

Результат измерений выводится на экран в виде пятизначного числа, разделенного плавающей десятичной точкой. В силу чувствительности прибора, 1-2 младших разряда могут «прыгать» — изменять свое значение за короткий промежуток времени. Если требуется точный результат, необходимо нажатием кнопки SPEED изменить скорость измерения, выбрав в боковом меню одно из четырех возможных фиксированных значений — 10 мс, 25 мс, 115 мс, 455 мс, обозначенных в меню как FAST, MED, SLOW1, SLOW2 (рис. 6).



Рис. 7. Подменю FILE, открытое в меню MEAS SETUP

В меню измерений прибора АММ-6015 присутствует кнопка включения температурной коррекции TC/Δt (о ней мы расскажем позже), которая в приборе АММ-6016, ввиду отсутствия температурного канала, заменена кнопкой выбора способа запуска TRIG. Доступны следующие способы запуска:

- INT (Internal) — постоянное измерение и вывод результата на дисплей;
- MAN (Manual) — запуск клавишей TRIGGER на передней панели прибора;
- EXT (External) — запуск через интерфейс HANDLER;
- BUS — запуск измерений через интерфейс связи.

Надо отметить, что во всех экранном меню присутствует кнопки FILE и TOOLS. Соответственно, кнопкой FILE (рис. 6) вызывается

меню сохранения данных во внутренней или внешней памяти. Сохранить можно как текущие установки, так и результаты измерений и отображение на экране (во встроенную память можно сохранить только установки). Кнопка TOOLS более многогранна, и в зависимости от текущей функции имеет разное наполнение. В частности, в режиме измерения кнопкой TOOLS можно только включить/выключить вывод результатов на дисплей (DISP ON) и откалибровать прибор (0 ADJ).

При проведении измерений может возникнуть необходимость установок дополнительных параметров. В этом случае надо обратиться к меню настроек, вызываемой клавишей SETUP. Точно так же как и в меню функций, в правой части экрана открывается вертикальное меню, позволяющее осуществить расширенные настройки параметров функций. Так, для режима измерений, откроется меню MEAS SETUP, в котором помимо кнопок, дублирующих аналогичные кнопки из MEAS DISP, есть дополнительные кнопки, устанавливающие расширенные параметры измерений:

- TRIG — установка параметров запуска, INT — внутренний, MAN — ручной запуск, EXT — внешний запуск и BUS — запуск по шине при использовании дистанционного управления;
- TRIG DELAY — задержка запуска, можно установить режимы AUTO или MANU, при этом прибор позволяет пользователю установить задержку от 1 до 9,99 мс;
- AVERAGE — на экране будет отображен результат измерения, усредненный по заданному количеству замеров; при нажатии на кнопку на экран выводится клавиатура для ввода количества замеров для усреднения, можно ввести любое число в диапазоне от 1 до 255; понятно, чем больше количество замеров, тем точнее будет результат, но продолжительность измерения в этом случае увеличится

пропорционально увеличению количества замеров;

- 0 ADJ — разрешает и запрещает калибровку (сброс на «0») в режиме измерений MEAS DISP;
- OVC — включение и выключение режима компенсации смещения напряжения, т. е. компенсация погрешности измерений, вызванной термоэд измеряемого компонента;

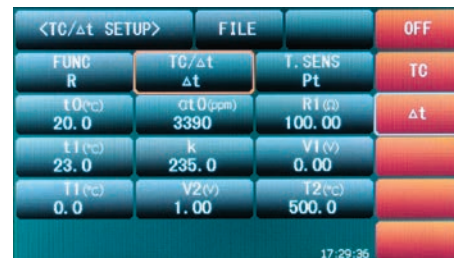


Рис. 8. Меню установки параметров температурного канала

- HDL Output — установка режима выходного сигнала на внешнее оборудование с использованием интерфейса HANDLER; можно установить статус HOLD — в этом случае результат сравнения (в функции сравнения COMP DISP) будет удерживаться в состоянии «низкий уровень», или, нажав кнопку INPUT, ввести на экранной клавиатуре число в диапазоне от 1 до 2000; введенное число означает длительность (в миллисекундах) периода, по окончании которого выходной сигнал вернется в состояние «высокий уровень».

ТЕМПЕРАТУРНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ

Как известно, сопротивление практически всех проводников сильно зависит от температуры. Микрометр АММ-6015 имеет температурный канал, который позволяет проводить измерения и получать результаты, независимые от влияния окружающей температуры. Возможны два режима работы: температурная коррекция (TC) и преобразование температуры (Δt).

При разработке современных радиоэлектронных устройств разработчики зачастую сталкиваются с необходимостью использовать компоненты с высоким классом точности. В аналоговых схемах, где актуальные сигналы измеряются в микроамперах и милливольтах, важно учитывать температурный дрейф резисторов. С этой целью в приборе АММ-6015 применяется температурная коррекция результатов измерений. При проведении измерений в прибор вводится температура среды, в которой будет использоваться образец, и на дисплее будет отображаться сопротивление резистора, откорректированное для предполагаемой температуры использования.

Другое использование темпера-

Температурная коррекция — введение поправочного коэффициента в измерительную систему для компенсации влияния температуры среды. Как известно, многие физические и химические процессы изменяют свои параметры при изменении температуры среды и/или тестируемого образца. В ряде случаев для компенсации влияния температуры применяют термостатирование процессов (автоматическим нагревание или охлаждение до установленного расчетного значения), в других случаях, где применение термостатирования невозможно, используют расчетные поправочные коэффициенты. Коэффициенты могут вноситься как математически, при окончательной обработке данных, так и введением определенных значений физических величин при проведении измерений (уставок). Как правило, поправочные коэффициенты определены опытным путем и сведены в справочные таблицы применительно к конкретным образцам или процессам. Температурная компенсация — как правило, аппаратный или программный метод изменения измеренной величины. В зависимости от физики процесса температурная компенсация может выражаться как постоянным числом, так и физической пропорциональной зависимостью.

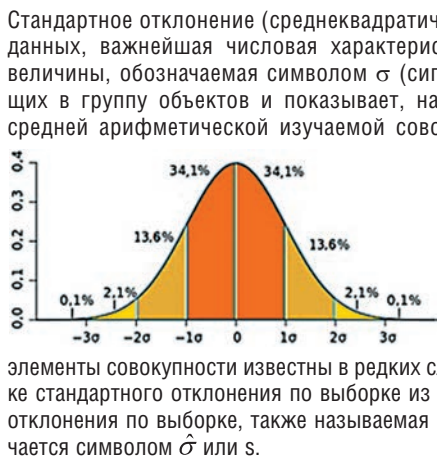
турного канала — преобразование значения сопротивления в температуру. Прибор показывает разницу температуры между температурой резистора и окружающей средой. Для установки параметров режимов работы температурного канала используется меню TC/ Δt SETUP, в котором помимо температурных значений также устанавливаются вид измерений, режим температурного канала (TC или Δt) и тип датчика (рис. 8): FUNC — вид измерений,



Рис. 9. Температурный датчик Pt500

TC/ Δt — режим работы, T.sens — выбор датчика температуры, t0 — начальная температура, α_{10} — температурный коэффициент, R1 — начальное сопротивление датчика, t1 — температура в начале измерения, k — коэффициент диапазона изменения температуры среды, $k=1/\alpha_{10}$, T1 — начальная температура, V1 — напряжение при T1, T2 и V2 — температура в конце измерения, при установившемся значении на экране прибора.

Датчиком температуры может быть использован как штатный дат-



Стандартное отклонение (среднеквадратичное отклонение от среднего) — мера вариации данных, важнейшая числовая характеристика распределения вероятностей случайной величины, обозначаемая символом σ (сигма). Она является мерой разнообразия входящих в группу объектов и показывает, насколько в среднем отклоняются варианты от средней арифметической изучаемой совокупности. Чем сильнее разбросаны варианты вокруг средней, тем чаще встречаются крайние или другие отдаленные классы отклонений от средней вариационного ряда, тем большим оказывается и среднее квадратичное отклонение.

Стандартное отклонение может быть рассчитано точно, только если известны значения всей генеральной совокупности. Ввиду того, что все элементы совокупности известны в редких случаях, то задача исследователя сводится к оценке стандартного отклонения по выборке из генеральной совокупности. Оценка стандартного отклонения по выборке, также называемая выборочным стандартным отклонением, обозначается символом $\hat{\sigma}$ или s.

При рассмотрении нормального закона распределения выделяется важный частный случай, известный как «правило 3 сигм».

Если вероятность того, что отклонение нормально распределенной случайной величины от математического ожидания меньше заданной величины D, то можно сформулировать правило трех сигм (3σ) — практически все значения нормально распределенной случайной величины лежат в интервале $[\bar{x}-3\sigma; \bar{x}+3\sigma]$. Более строго — не менее чем с 99,7% достоверностью, значение нормально распределенной случайной величины лежит в указанном интервале. При условии, что величина \bar{x} истинная, а не полученная в результате обработки выборки. Если же истинная величина неизвестна, то следует пользоваться не σ , а s. Таким образом, правило трех сигм преобразуется в правило трех s.

Не практике считается, что если для какой — либо случайной величины выполняется правило трех сигм, то эта случайная величина имеет нормальное распределение.

<BIN SETUP>				FILE	TOOLS	MEAS SETUP
BIN NO.	STATE	NOM	%	TC/ Δt SETUP	BIN SETUP	SYSTEM SETUP
1	ON	500.00	10.000			
2	ON	490.00	20.000			
3	ON	510.00	15.000			

Рис. 10. Установка параметров сортировщика в меню BIN SETUP

чик PT500 (рис. 9) из комплекта поставки прибора, так и любой аналоговый датчик с амплитудой сигнала от 0 до 2 В.

ФУНКЦИЯ СРАВНЕНИЯ COMP DISP

Функция сравнения предназначена для определения соответствия сопротивления измеряемого заданному диапазону допустимых значений. Прибор позволяет определить допустимый диапазон двумя способами — в натуральном выражении, указав максимальное и минимальное допустимые значения диапазона, либо в процентном отклонении от установленного номинального значения.

<BIN DISP>				FILE	TOOLS	OFF
BIN ON	BIN BEEP OFF	NG COLOR GRAY	GD COLOR GREEN	NG	GD	
R: 1.3698 k Ω						
BIN: ① ② ③						

Рис. 11. Дисплей в режиме сортировщика BIN DISP при включенных трех ячейках

Выбор осуществляется следующими кнопками экранного меню:

- COMP MODE — выбор способа сравнения (ABS — диапазон от минимального до максимального установленных значений; % — допустимый диапазон задается путем задания номинального значения и процента отклонения от него);
- HIGH — установка максимального значения диапазона;
- LOW — установка минимального значения диапазона;
- NOM — установка номинального значения;
- % — установка процента возможного отклонения от номинального значения.

Дополнительные сервисные возможности при использовании функции COMP открываются после нажатия на кнопку TOOLS — возможность включения и выключения звукового сигнала и счетчика событий, представление информации на дисплее — в натуральных числах или проценте погрешности.

ФУНКЦИЯ СОРТИРОВКИ BIN DISP

В качестве сортировщика компонентов прибор использует 3 ячейки установки пределов сортировки. Установка параметров сортировки производится в меню BIN SETUP (рис. 10), в котором можно выбрать метод сортировки, установить значения или отключить ячейку при необходимости. Выбор метода сортировки производится кнопкой BIN MOD в подменю TOOLS, аналогичен выбору меню функции сравнения и предлагает два варианта — ABS, выбор диапазона с установкой

<STATIS DISP>				FILE	TOOLS	CLEAR
Edge Mode	NOM	%	Status			
%	1.0000k	10.000	ON			
X	σ	s	Cp			TRIG
1.3731k	2.4043	2.5112	13.274			
CpK	Hi(num)	Lo(num)	In(num)			
0.000	12	0	0			
Max	MaxIndex	Min	MinIndex			
1.3774k	2	1.3707k	12			
R: 1.3739 k Ω num: 12 valn: 12						
Statia is started. Trig!						

Рис. 12. Экрана в режиме анализа статистики STATIS DISP

верхней и нижней границы или «%» — установку номинального значения и выбор отклонения в процентах. Если ячейки включены, то в меню BIN DISP (рис. 11) на экране будут показаны «индикаторные лампы» с номером каждой ячейки. В зависимости от результата измерения цвет ламп будет изменяться, причем каждому событию — годен, не годен, пусто, можно назначить свой цвет как для отрицательного (NG COLOR), так и для положительного (GD COLOR) результата. Доступно на выбор три цвета, серый, зеленый и красный. Также, можно установить и звуковую сигна-

лизацию (BIN ВЕЕР), сопровождающую измерение.

ФУНКЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА STATIS DISP

В составе сервисных функций приборов необходимо отметить широкие возможности по проведению статистического анализа измерений.

Если функция статистики включена (экранная кнопка Status в положении ON) при проведении измерений будет автоматически высчитываться статистические параметры. Перед запуском измерений необходимо выставить метод сортировки и параметры сортировки (ABS или «%», как было описано выше) и нажать кнопку TRIG, если измерения проводятся в ручном режиме. При каждом запуске будут производиться измерения и, соответственно, значения статистических величин будут пересчитываться и изменяться.

Функция статистики позволяет определить основные статистические коэффициенты:

\bar{x} — среднее измеренное значение

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n};$$

σ — среднеквадратичное значение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n}};$$

s — выборочное стандартное отклонение

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n-1}};$$

C_p — индекс воспроизводимости процесса (дисперсия)

$$C_p = \frac{|Hi - Lo|}{6s};$$

C_{pK} — индекс воспроизводимости процесса (девиация)

$$C_{pK} = \frac{|Hi - Lo| - |Hi + Lo - 2\bar{x}|}{6s};$$

где: x — результат каждого измерения, n — объем выборки, Hi — верхнее предельное значение, используемое для сравнения, соответствует значению верхнего предела, Lo — нижнее предельное значение, используемое для сравнения, соответствует значению нижнего предела.

Индекс воспроизводимости C_p определяется как соотношение ширины поля допуска к ширине $6S$ (99,7%) зоны рассеивания статистически контролируемого процесса: где Lo — нижняя граница поля допуска, Hi — верхняя граница поля допуска. Значение параметра сигма не извест-

но, а имеется только его статистическая оценка — выборочное стандартное отклонение S . Если известно истинное значение отклонения его необходимо использовать вместо S . Для анализа можно использовать следующие ограничения: $C < 1$ — неудовлетворительно, $C > 1,00$ — удовлетворительно, $C > 1,33$ — хорошо.

Индекс воспроизводимости C_{pK} характеризует рассеивание с учетом настроенности процесса на центр поля допуска. Индекс равен отношению разности между средним процессом и ближайшим пределом поля допуска к половине присущей стабильному процессу изменчивости, где положение центра рассеивания принимается равным среднему x . Таким образом, C_p описывает теоретическое состояние процесса (без смещения относительно центра поля допуска), C_{pK} — фактическое, обычно $C_{pK} < C_p$. Когда процесс идеально центрирован, $C_{pK} = C_p$.

СОХРАНЕНИЕ ДАННЫХ

Измеренные данные, конфигурации прибора и установки, а также изображение экрана (Print Screen) можно сохранить для дальнейшего использования. Прибор позволяет сохранять файлы как во внутреннюю, так и внешнюю (USB-носитель) память. Сохраненные файлы позднее можно загрузить, скопировать или удалить. Для сохранения необходимо нажать кнопку FILE в любом

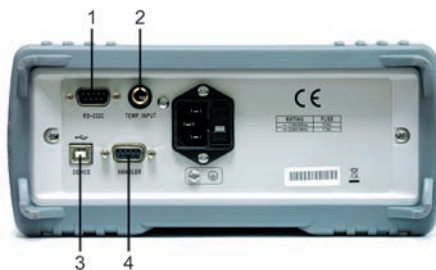


Рис. 13. Задняя панель прибора

меню и далее FILE MANAGE. В открывшемся боковом меню выбрать место сохранения — внутреннюю (Internal) или внешнюю (External) память. Если в памяти уже есть файлы, то в правом меню появятся кнопки действий — Load (Загрузить), Save (Сохранить), Delete (Удалить), Copy (Копировать, «I» копировать во внутреннюю память, «E» — копировать во внешнюю память), Select (Выбрать), Return (Возвращение к предыдущему меню).

Не все файлы можно сохранить во внутренней памяти (см. таблицу 2).

Таблица 2

Сохраняемый файл	Формат файла	Место сохранения	Загрузка	Описание
конфигурация	*.sta	внутренняя память	возможна	сохранение текущих установок
конфигурация	*.sta	внешняя память	возможна	сохранение текущих установок
данные	*.csv	внешняя память	невозможна	сохранение результатов измерений
изображение экрана	*.gif	внешняя память	невозможна	сохранение текущего изображения экрана

При подключении USB-носителя система автоматически создаст в корневом каталоге папки CSV, STA, PIC и далее файлы будут сохраняться в этих папках.

СВЯЗЬ С КОМПЬЮТЕРОМ И ИНТЕРФЕЙСЫ

Для управления прибором, сохранения данных и мониторинга, микрометр можно подключить к компьютеру. На задней панели прибора (рис. 13) находятся следующие разъемы:

1. разъем стандарта RS-232C;
2. разъем TEMP. INPUT датчика температуры Pt500;
3. интерфейс HANDLER;
4. интерфейс USB для связи с ПК.

Для подключения можно использовать разъем RS-232 или USB на задней панели прибора. Прибор поддерживает систему команд протокола SCPI и полностью доступен для удаленного управления.

При использовании в составе автоматизированных комплексов для подключения манипулятора используется разъем HANDLER.

Микрометры АММ-6015 и АММ-6016 — современные функциональные приборы для точных измерений в научных исследованиях и промышленности. Использование дополнительных функций — температурного канала и компенсации постоянной составляющей сигнала при проведении измерений позволяет получать точные данные с заранее компенсированным влиянием температуры окружающей среды, а хороший набор средств для внешней коммуникации позволяет использовать приборы, как для удаленных исследований, так и в составе промышленных и производственных линий. ☑

Large family of precision AKTAKOM meters has been replenished with two new devices for accurate measurements of small and ultra-small DC resistance values. Due to the use of modern circuit technology and technological innovations like high-performance processor, SMD technology use in the device manufacturing, 4-wire measurement circuit new AKTAKOM AMM-6015 and AMM-6016 microhmeters have high measurement accuracy 0.05% with 1 μOhm resolution. Read the present review on new microhmeters for more details.