



ВОЛЬТМЕТРЫ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ

Серии АКІП-2105

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



Москва

Оглавление

1	ВВЕДЕНИЕ	4
2	НАЗНАЧЕНИЕ.....	5
3	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	6
3.1	Метрологические характеристики в режиме измерений напряжения постоянного тока	6
3.2	Метрологические характеристики в режиме измерений силы постоянного тока	7
3.3	Метрологические характеристики в режиме измерений напряжения переменного тока 2105/1, 2105/2	8
3.4	Метрологические характеристики в режиме измерений напряжения переменного тока для модификации АКИП-2105/3	8
3.5	Метрологические характеристики в режиме измерений силы переменного тока	9
3.6	Метрологические характеристики в режиме измерений сопротивления постоянному току	10
3.7	Метрологические характеристики в режиме измерений электрической емкости.....	11
3.8	Метрологические характеристики в режиме измерений температуры	12
3.9	Основные технические характеристики.....	12
4	СОСТАВ ПРИБОРА	13
5	МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ	14
6	ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	15
7	УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	16
8	ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ.....	17
8.1	Передняя панель	17
8.2	Задняя панель.....	18
9	ДИСПЛЕЙ.....	19
9.1	Основной дисплей	19
9.2	Аналоговая шкала	19
9.3	Дисплей в графическом режиме	19
9.4	Отображение гистограмм	20
10	Общие сведения из теории измерений	21
11	ОСНОВНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ	31
11.1	Измерение постоянного напряжения.....	31
11.2	Измерение отношений напряжений.....	32
11.3	Измерение переменного напряжения	32
11.4	Измерение постоянного тока	34
11.5	Измерение переменного тока	35
11.6	Измерение сопротивления.....	36
11.6.1	Двухпроводное измерение сопротивления.....	36
11.6.2	Четырехпроводное измерение сопротивления	38
11.7	Измерение емкости.....	39
11.8	Измерение частоты.....	39
11.9	Проверка целостности цепи	41
11.10	Тестирование р – n переходов.....	42
11.11	Измерение температуры.....	42
12	МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ	44
12.1	Относительный измерения	44
12.2	Статистика	44
12.3	Пределы	44
12.4	Измерения в dB	45
12.5	Измерение мощности dBm	45
12.6	Математическая функция МХ+В	46
12.7	Математическая функция %	46
13	МЕНЮ ПРИБОРА.....	48

13.1	Меню Acquire (Запуск)	48
13.2	Меню Utility	49
13.2.1	Save/Recall (Запись / вызов)	49
13.2.2	Manage Files (Управление файлами).....	49
13.2.3	System (Система)	50
14	ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ.....	51
14.1	Интерфейс USB	51
14.2	Интерфейс RS-232	51
14.3	Интерфейс LAN.....	51
15	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	52
15.1	Номинальные характеристики и тип предохранителя	52
15.2	Замена предохранителя	52
15.3	Чистка и уход за поверхностью	52
16	ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ	53
16.1	Условия хранения прибора:	53
16.2	Длительное хранение	53
17	ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.....	54
17.1	Тара, упаковка и маркировка упаковки.....	54
17.2	Условия транспортирования	54
18	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....	55

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для лиц, работающих с прибором, а также для обслуживающего персонала.

Руководство включает в себя все данные о приборе, указания по работе.

В связи с постоянной работой по совершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, не отраженные в настоящем издании.

При эксплуатации прибора в условиях тропического климата необходимо эксплуатировать его в помещении с кондиционированием воздуха. При эксплуатации прибора в помещении без кондиционирования воздуха необходимо дополнительное предварительное включение прибора на время не менее двух часов с целью его прогрева.

Порядок технического обслуживания прибора, ремонта и проведения закрытой калибровки прибора описан в руководстве по обслуживанию (РО)

2 НАЗНАЧЕНИЕ

Вольтметр универсальные серии **АКИП-2105** предназначены для измерения постоянных напряжений и силы тока, среднеквадратичных значений переменных напряжений и силы тока, электрического сопротивления. В состав линейки входят модификации: **АКИП-2105/1, АКИП-2105/2, АКИП-2105/3**

Вольтметры обеспечивают возможность измерения частоты переменного напряжения.

Вольтметры обеспечивают математическую и логическую обработку результатов измерения по встроенным программам.

Вольтметры обеспечивают возможность работы в составе автоматизированной системы измерения по стыкам GPIB (опция) и USB.

2.1 Вольтметры по условиям применения (эксплуатации) предназначены для работы в условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 35°C;
- относительная влажность воздуха до 80% при температуре до 25°C.

Вольтметры питаются переменным напряжением ($220 \pm 10\%$) В, частотой 45-440 Гц.

2.2 Вольтметры могут применяться для контроля и измерения электрических параметров при производстве радиоэлектронной аппаратуры и электро-, радиоэлементов, при научных и экспериментальных исследованиях в лабораторных и цеховых условиях.

Содержание данного Руководства по эксплуатации **не может быть воспроизведено в какой-либо форме (копирование, воспроизведение, тиражирование и др.) или способом (в печатных или электронных СМИ) - в любом случае без предшествующего разрешения компании изготовителя или официального дилера.**

Внимание:



1. Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию (внести не принципиальные изменения, не влияющие на его технические характеристики). При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных документов не проводится.

2. В соответствии с **ГК РФ** (ч.IV, статья 1227, п. 2): «**Переход права собственности на вещь не влечет переход или предоставление интеллектуальных прав на результат интеллектуальной деятельности**», соответственно приобретение данного средства измерения не означает приобретение прав на его конструкцию, отдельные части, программное обеспечение, руководство по эксплуатации и т.д. Полное или частичное копирование, опубликование и тиражирование руководства по эксплуатации запрещено.

Информация о сертификации

Вольтметры универсальные серии **АКИП-2105**, прошли испытания для целей утверждения типа и включены в Государственный реестр средств измерений РФ

Внимание: Изготовитель оставляет за собой право вносить в схему и конструкцию прибора не принципиальные изменения, не влияющие на его технические данные. При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных документов не проводится.

3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1 Метрологические характеристики в режиме измерений напряжения постоянного тока

Модификация	Верхний предел диапазона измерений, В	Значение единицы младшего разряда k, В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, В ¹⁾	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, В/°С ²⁾
АКИП-2105/1	0,1	1·10 ⁻⁷	±(5·10 ⁻⁵ ·U _х +3,5·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	±(0,5·10 ⁻⁵ ·U _х +0,5·10 ⁻⁵ ·U _{нр})
	1	1·10 ⁻⁶	±(4·10 ⁻⁵ ·U _х +0,7·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	±(0,5·10 ⁻⁵ ·U _х +0,1·10 ⁻⁵ ·U _{нр})
	10	1·10 ⁻⁵	±(3,5·10 ⁻⁵ ·U _х +0,5·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	
	100	1·10 ⁻⁴	±(4,5·10 ⁻⁵ ·U _х +0,6·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	
	1000	1·10 ⁻³	±(4,5·10 ⁻⁵ ·U _х +1·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	
АКИП-2105/2	0,1	1·10 ⁻⁷	±(9·10 ⁻⁵ ·U _х +6,5·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	±(0,5·10 ⁻⁵ ·U _х +0,5·10 ⁻⁵ ·U _{нр})
	1	1·10 ⁻⁶	±(8·10 ⁻⁵ ·U _х +1·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	±(0,5·10 ⁻⁵ ·U _х +0,1·10 ⁻⁵ ·U _{нр})
	10	1·10 ⁻⁵	±(7,5·10 ⁻⁵ ·U _х +0,5·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	
	100	1·10 ⁻⁴	±(8,5·10 ⁻⁵ ·U _х +0,6·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	
	1000	1·10 ⁻³	±(8,5·10 ⁻⁵ ·U _х +1·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	
АКИП-2105/3	0,1	1·10 ⁻⁷	±(1,2·10 ⁻⁴ ·U _х +8·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	-
	1	1·10 ⁻⁶	±(1·10 ⁻⁴ ·U _х +5·10 ⁻⁵ ·U _{нр})	
	10	1·10 ⁻⁵		
	100	1·10 ⁻⁴		
	1000	1·10 ⁻³		
Примечания				
1) – нормируется при температуре окружающего воздуха св. 18 °С до +28 °С;				
2) – нормируется при температуре окружающего воздуха от 0 °С до +18 °С, св. +28 °С до +40 °С;				
U _х – измеренное значение напряжения постоянного тока, В				
U _{нр} – значение верхнего предела диапазона измерений, В				

3.2 Метрологические характеристики в режиме измерений силы постоянного тока

Модификация	Верхний предел диапазона измерений, А	Значение единицы младшего разряда k, А	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, А ¹⁾	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, А/°C ²⁾
АКИП-2105/1	1·10 ⁻⁴	1·10 ⁻¹⁰	±(5·10 ⁻⁴ ·I _x +6·10 ⁻⁵ ·I _{np})	±(2·10 ⁻⁵ ·I _x +0,5·10 ⁻⁵ ·I _{np})
	1·10 ⁻³	1·10 ⁻⁹		
	1·10 ⁻²	1·10 ⁻⁸		
	1·10 ⁻¹	1·10 ⁻⁷	±(5·10 ⁻⁴ ·I _x +5·10 ⁻⁵ ·I _{np})	
	1	1·10 ⁻⁶	±(1·10 ⁻³ ·I _x +1·10 ⁻⁴ ·I _{np})	±(5·10 ⁻⁵ ·I _x +1·10 ⁻⁵ ·I _{np})
	3	1·10 ⁻⁵	±(2·10 ⁻³ ·I _x +2·10 ⁻⁴ ·I _{np})	±(5·10 ⁻⁵ ·I _x +2·10 ⁻⁵ ·I _{np})
	10	1·10 ⁻⁵	±(1,2·10 ⁻³ ·I _x +1·10 ⁻⁴ ·I _{np})	±(5·10 ⁻⁵ ·I _x +1·10 ⁻⁵ ·I _{np})
АКИП-2105/2	1·10 ⁻⁴	1·10 ⁻¹⁰	±(5·10 ⁻⁴ ·I _x +6·10 ⁻⁵ ·I _{np})	±(2·10 ⁻⁵ ·I _x +0,5·10 ⁻⁵ ·I _{np})
	1·10 ⁻³	1·10 ⁻⁹		
	1·10 ⁻²	1·10 ⁻⁸		
	1·10 ⁻¹	1·10 ⁻⁷	±(5·10 ⁻⁴ ·I _x +5·10 ⁻⁵ ·I _{np})	
	1	1·10 ⁻⁶	±(1·10 ⁻³ ·I _x +1·10 ⁻⁴ ·I _{np})	±(5·10 ⁻⁵ ·I _x +1·10 ⁻⁵ ·I _{np})
	3	1·10 ⁻⁵	±(2·10 ⁻³ ·I _x +2·10 ⁻⁴ ·I _{np})	±(5·10 ⁻⁵ ·I _x +2·10 ⁻⁵ ·I _{np})
	10	1·10 ⁻⁵	±(1,2·10 ⁻³ ·I _x +1·10 ⁻⁴ ·I _{np})	±(5·10 ⁻⁵ ·I _x +1·10 ⁻⁵ ·I _{np})
АКИП-2105/3	1·10 ⁻⁴	1·10 ⁻⁹	±(5·10 ⁻⁴ ·I _x +8·10 ⁻⁵ ·I _{np})	-
	1·10 ⁻³	1·10 ⁻⁸	±(5·10 ⁻⁴ ·I _x +5·10 ⁻⁵ ·I _{np})	
	1·10 ⁻²	1·10 ⁻⁷	±(5·10 ⁻⁴ ·I _x +8·10 ⁻⁵ ·I _{np})	
	1·10 ⁻¹	1·10 ⁻⁶	±(5·10 ⁻⁴ ·I _x +5·10 ⁻⁵ ·I _{np})	
	1	1·10 ⁻⁵	±(1·10 ⁻³ ·I _x +1·10 ⁻⁴ ·I _{np})	
	3	1·10 ⁻⁵	±(1,5·10 ⁻³ ·I _x +2·10 ⁻⁴ ·I _{np})	
	10	1·10 ⁻⁴	±(2·10 ⁻³ ·I _x +1·10 ⁻⁴ ·I _{np})	
Примечания				
1) – нормируется при температуре окружающего воздуха св. 18 °С до +28 °С;				
2) – нормируется при температуре окружающего воздуха от 0 °С до +18 °С, св. +28 °С до +40 °С;				
I _x – измеренное значение силы постоянного тока, А;				
I _{np} - значение верхнего предела диапазона измерений, А.				

3.3 Метрологические характеристики в режиме измерений напряжения переменного тока 2105/1, 2105/2

Верхний предел диапазона измерений, В	Значение единицы младшего разряда k, В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, В в диапазонах частот, Гц			
		св. 10 до 2·10 ⁴ включ.	св. 2·10 ⁴ до 5·10 ⁴ включ.	св. 5·10 ⁴ до 1·10 ⁵ включ.	св. 1·10 ⁵ до 3·10 ⁵ включ.
модификация АКИП-2105/1					
0,1	1·10 ⁻⁷	±(6·10 ⁻⁴ ·U _х +3·10 ⁻⁴ ·U _{пр})	±(1,2·10 ⁻³ ·U _х +5·10 ⁻⁴ ·U _{пр})	±(6·10 ⁻³ ·U _х +8·10 ⁻⁴ ·U _{пр})	±(4·10 ⁻² ·U _х +5·10 ⁻³ ·U _{пр})
1	1·10 ⁻⁶				
10	1·10 ⁻⁵				
100	1·10 ⁻⁴				
750	1·10 ⁻³				
модификация АКИП-2105/2					
0,1	1·10 ⁻⁷	±(8·10 ⁻⁴ ·U _х +3·10 ⁻⁴ ·U _{пр})	±(1,5·10 ⁻³ ·U _х +5·10 ⁻⁴ ·U _{пр})	±(6,3·10 ⁻³ ·U _х +8·10 ⁻⁴ ·U _{пр})	±(4·10 ⁻² ·U _х +5·10 ⁻³ ·U _{пр})
1	1·10 ⁻⁶				
10	1·10 ⁻⁵				
100	1·10 ⁻⁴				
750	1·10 ⁻³				
Примечания					
U _х – измеренное значение напряжения переменного тока, В					
U _{пр} – значение верхнего предела диапазона измерений, В					

3.4 Метрологические характеристики в режиме измерений напряжения переменного тока для модификации АКИП-2105/3

Верхний предел диапазона измерений, В	Значение единицы младшего разряда k, В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, В				
		Диапазоны частот, Гц				
		от 10 до 20 включ.	св. 20 до 2·10 ⁴ включ.	св. 2·10 ⁴ до 5·10 ⁴ включ.	св. 5·10 ⁴ до 1·10 ⁵ включ.	св. 1·10 ⁵ до 3·10 ⁵ включ.
0,1	1·10 ⁻⁷	$\pm(3,8 \cdot 10^{-3} \cdot U_x + 3 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\text{пр}})$	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_x + 3 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\text{пр}})$	$\pm(1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_x + 5 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\text{пр}})$	$\pm(6,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_x + 8 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\text{пр}})$	$\pm(4 \cdot 10^{-2} \cdot U_x + 5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{\text{пр}})$
1	1·10 ⁻⁶					
10	1·10 ⁻⁵					
100	1·10 ⁻⁴					
750	1·10 ⁻³					
Примечания						
U _x – измеренное значение напряжения переменного тока, В						
U _{пр} – значение верхнего предела диапазона измерений, В						

3.5 Метрологические характеристики в режиме измерений силы переменного тока

Верхний предел измерений, А	Значение единицы младшего разряда k, А	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, А в диапазонах частот, Гц	
		от 10 до 5·10 ³ включ.	св. до 5·10 ³ до 1·10 ⁴ включ.
для модификаций АКИП-2105/1, АКИП-2105/2			
1·10 ⁻⁴	1·10 ⁻¹⁰	±(1·10 ⁻³ ·I _х +4·10 ⁻⁴ ·I _{пр})	
1·10 ⁻³	1·10 ⁻⁹		
1·10 ⁻²	1·10 ⁻⁸		
1·10 ⁻¹	1·10 ⁻⁷		
1	1·10 ⁻⁶		
3	1·10 ⁻⁵	±(2,3·10 ⁻³ ·I _х +4·10 ⁻⁴ ·I _{пр})	
10	1·10 ⁻⁵	±(1,5·10 ⁻³ ·I _х +4·10 ⁻⁴ ·I _{пр})	
для модификации АКИП-2105/3			
Верхний предел измерений, А	Значение единицы младшего разряда k, А	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, А в диапазонах частот, Гц	
		от 10 до 20 включ.	св. 20 до 1·10 ⁴ включ.
1·10 ⁻⁴	1·10 ⁻⁹	±(5·10 ⁻³ ·I _х +3·10 ⁻⁴ ·I _{пр})	±(2·10 ⁻³ ·I _х +4·10 ⁻⁴ ·I _{пр})
1·10 ⁻³	1·10 ⁻⁸		
1·10 ⁻²	1·10 ⁻⁷		
1·10 ⁻¹	1·10 ⁻⁶		
1	1·10 ⁻⁵		±(2,5·10 ⁻³ ·I _х +4·10 ⁻⁴ ·I _{пр})
3	1·10 ⁻⁵		
10	1·10 ⁻⁴	±(3·10 ⁻³ ·I _х +4·10 ⁻⁴ ·I _{пр})	
Примечания			
I _х – измеренное значение силы переменного тока, А;			
I _{пр} - значение верхнего предела диапазона измерений, А.			

3.6 Метрологические характеристики в режиме измерений сопротивления постоянному току

Модификация	Верхний предел измерений, Ом	Значение единицы младшего разряда k, Ом	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, Ом	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, Ом
АКИП-2105/1	10	$1 \cdot 10^{-5}$	$\pm(1,2 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 8 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	$\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot R_x + 5 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^{-4}$	$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 4 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	$\pm(6 \cdot 10^{-6} \cdot R_x + 5 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^{-3}$	$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 1 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	$\pm(6 \cdot 10^{-6} \cdot R_x + 1 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^{-2}$		$\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot R_x + 2 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^{-1}$		
	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^0$		
	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^1$	$\pm(4 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 1 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	$\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot R_x + 4 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
	$1 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^2$	$\pm(8 \cdot 10^{-3} \cdot R_x + 1 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	$\pm(1,5 \cdot 10^{-3} \cdot R_x + 2 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
АКИП-2105/2	10	$1 \cdot 10^{-5}$	$\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 1 \cdot 10^{-4} \cdot R_{np})$	$\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot R_x + 5 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^{-4}$	$\pm(1,4 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 7 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	$\pm(6 \cdot 10^{-6} \cdot R_x + 5 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^{-3}$	$\pm(1,4 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 1 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	$\pm(6 \cdot 10^{-6} \cdot R_x + 1 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^{-2}$		$\pm(1 \cdot 10^{-5} \cdot R_x + 2 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^{-1}$		
	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^0$		
	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^1$	$\pm(4 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 1 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	$\pm(3 \cdot 10^{-5} \cdot R_x + 4 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
	$1 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^2$	$\pm(8 \cdot 10^{-3} \cdot R_x + 1 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	$\pm(1,5 \cdot 10^{-3} \cdot R_x + 2 \cdot 10^{-6} \cdot R_{np})$
АКИП-2105/3	10	$1 \cdot 10^{-4}$	$\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 8 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	-
	$1 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^{-3}$	$\pm(4 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 5 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	
	$1 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^{-2}$	$\pm(3 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 4 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	
	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^{-1}$		
	$1 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^0$		
	$1 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^1$		
	$1 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^2$	$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot R_x + 4 \cdot 10^{-5} \cdot R_{np})$	
	$1 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^3$	$\pm(1 \cdot 10^{-2} \cdot R_x + 1 \cdot 10^{-4} \cdot R_{np})$	
Примечание				
R_x – измеренное значение сопротивления, Ом				
R_{np} – значение верхнего предела диапазона измерений, Ом				

3.7 Метрологические характеристики в режиме измерений электрической емкости

Верхний предел поддиапазона измерений	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности
1 нФ	$\pm(1\cdot10^{-2}\cdot C_x+5\cdot10^{-3}\cdot C_{пр})$	$\pm(2\cdot10^{-4}\cdot C_x)$
10 нФ	$\pm(0,5\cdot10^{-2}\cdot C_x+1\cdot10^{-3}\cdot C_{пр})$	
100 нФ		
1 мкФ		
10 мкФ		
100 мкФ		
1 мФ		
10 мФ	$\pm(1\cdot10^{-2}\cdot C_x+5\cdot10^{-3}\cdot C_{пр})$	

Примечание

C_x – измеренное значение емкости, мкФ;

$C_{пр}$ – значение верхнего предела диапазона измерений, мкФ.

Таблица 9 – Метрологические характеристики в режиме измерений частоты

Диапазоны измерений, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, Гц
для модификации АКИП-2105/1	
от 3 до 10 включ.	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot F_x)$
св. 10 до 100 включ.	$\pm(3 \cdot 10^{-4} \cdot F_x)$
св. 100 до $1 \cdot 10^3$ включ.	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot F_x)$
св. $1 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^5$ включ.	
для модификации АКИП-2105/2	
от 3 до 10 включ.	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot F_x)$
св. 10 до 100 включ.	$\pm(3 \cdot 10^{-4} \cdot F_x)$
св. 100 до $1 \cdot 10^3$ включ.	$\pm(1,2 \cdot 10^{-3} \cdot F_x)$
св. $1 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^5$ включ.	
для модификации АКИП-2105/3	
от 3 до 10 включ.	$\pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot F_x + 5 \cdot 10^{-1} \cdot F_{\text{пр}})$
св. 10 до 100 включ.	$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot F_x + 1 \cdot 10^{-1} \cdot F_{\text{пр}})$
св. 100 до $1 \cdot 10^3$ включ.	$\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot F_x + 2 \cdot 10^{-2} \cdot F_{\text{пр}})$
св. $1 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^4$ включ.	
св. $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^5$ включ.	
св. $1 \cdot 10^5$ до $3 \cdot 10^5$ включ.	
св. $3 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^6$ включ.	

Примечание

F_x – измеренное значение частоты, Гц;

$F_{пр}$ – значение верхнего предела диапазона измерений, Гц.

3.8 Метрологические характеристики в режиме измерений температуры

Тип	Пределы допускаемой абсолютной погрешности ¹⁾ , °C
Pt100	±0,05
Примечание: 1) – не включает в себя погрешность термосопротивления.	

3.9 Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Масса, кг, не более	2,5
Габаритные размеры (ширина×высота×глубина), мм	225×100×325
Напряжение сети питания, В - при частоте 50/60 Гц	от 100 до 240
Потребляемая мощность, Вт, не более	20
Нормальные условия измерений: - температура окружающего воздуха, °C - относительная влажность воздуха, %, не более - атмосферное давление, кПа	от +18 до +28 75 от 84 до 106,7
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °C - относительная влажность воздуха %, не более	от 0 до +40 90

4 СОСТАВ ПРИБОРА

таблица 4.1

Наименование	Кол-во	Примечание
Вольтметр	1	
Сетевой шнур	1	
Измерительные провода	2	(красн., черн)
Кабель USB	1	
Руководство по эксплуатации	1	

5 МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

Наименование и условное обозначение прибора, товарный знак предприятия нанесены в верхней части лицевой панели.

Заводской порядковый номер прибора расположен на задней панели.

Прибор пломбируется самоклеющимися (саморазрушающимися при вскрытии) прибора пломбами, которые расположены на задней панели.

6 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

После длительного хранения следует произвести внешний осмотр, а затем поверку согласно методике поверки.

При внешнем осмотре необходимо проверить:

1. сохранность пломб;
2. комплектность согласно табл. 4.1;
3. отсутствие внешних механических повреждений, влияющих на точность показаний прибора;
4. прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положений;
5. наличие предохранителей;
6. чистоту разъемов и гнезд;
7. состояние лакокрасочных покрытий, гальванических покрытий и четкость гравировки;
8. состояние соединительных кабелей и переходов.

При работе прибора категорически запрещается ставить его на переднюю и заднюю панели, что может привести к поломке органов управления и ввода сетевого шнура.

7 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

По требованиям электробезопасности Вольтметры удовлетворяют нормам ОСТ 4.275.003-77 класса защиты 1.

Вольтметры включается в сеть трехжильным кабелем (два фазных провода и заземляющая жила).

Соблюдение следующих правил безопасности значительно уменьшит возможность поражения электрическим током:

7.1 Старайтесь не подвергать себя воздействию высокого напряжения - это опасно для жизни. Снимайте защитный кожух и экраны только по мере необходимости.

7.2 Постарайтесь использовать только одну руку (правую), при регулировке цепей, находящихся под напряжением. Избегайте небрежного контакта с любыми частями оборудования, потому что эти касания могут привести к поражению высоким напряжением.

7.3 Работайте по возможности в сухих помещениях с изолирующим покрытием пола или используйте изолирующий материал под вашим стулом и ногами. Если оборудование переносное, поместите его при обслуживании на изолированную поверхность.

7.4 Постарайтесь изучить цепи, с которыми Вы работаете, для того, чтобы избегать участков с высокими напряжениями. Помните, что электрические цепи могут находиться под напряжением даже после выключения оборудования.

7.5 Металлические части оборудования с двухпроводными шнурами питания не имеют заземления. Это не только представляет опасность поражения электрическим током, но также может вызвать повреждение оборудования.

7.6 Никогда не работайте один. Необходимо, чтобы в пределах досягаемости находился персонал, который сможет оказать вам первую помощь в случае поражения электрическим током.

Термины и условные обозначения по технике безопасности

В данном руководстве и на панелях прибора используются следующие предупредительные символы и надписи:



ВНИМАНИЕ! Указание на состояние прибора, при котором возможно поражение электрическим током.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Указание на состояние прибора, следствием которого может стать его неисправность.



ОПАСНО – высокое напряжение



ВНИМАНИЕ – смотри Инструкцию



Корпус прибора



Зажим защитного заземления



Зажим рабочего заземления

8 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

8.1 Передняя панель



Рис. 8.1 передняя панель

	Кнопка управления запуском вольтметра (однократный / непрерывный)
	Кнопка входа в меню прибора
	Кнопка запуска измерений на вольтметре (первое нажатие переводит прибор в режим однократного запуска, для выхода из режима нажать на кнопку)
	USB порт для подключения флешки
	Кнопка включения прибора
	Кнопки перемещения по меню прибора
	Кнопка подтверждения выбора настройки / доступа в следующее меню
	Кнопка двойного назначения DC V / DC I DC V – измерения постоянного напряжения
	Кнопка двойного назначения AC V AC V – измерения переменного напряжения AC I - измерения переменного тока, при нажатии кнопки Shift и AC V
	Кнопка измерения сопротивления двойного назначения 2W Ω – измерения сопротивления постоянному току по 2-х проводной схеме, выбор режима высвечивается на индикаторе надписью ОНМ с соответствующей размерностью; 4W Ω – измерения сопротивления постоянному току по 4-х проводной схеме, при нажатии кнопки Shift и 2W Ω

Temp Freq	Кнопка двойного назначения FREQ – Частота (измерение частоты), при измерении на индикаторе присутствует надпись «Hz» с соответствующей размерностью. Измерение температуры при нажатии Shift и TEMP
Cont	Кнопка двойного назначения CONT – выбор режима звуковой прозвонки цепи (целостности), на индикаторе появится символ «OHM »» ▶ – При нажатии кнопки Shift и CONT , прибор устанавливает режим тестирования диодов
Math - +	Кнопка двойного назначения Измерение емкости Включение математических операций при нажатии Shift и 
PrtScn Null	Кнопка двойного назначения Установка нуля Создание снимка экрана и запись его на флешку Shift и 
Local Shift	Кнопка двойного назначения Префиксная кнопка выбора режимов, обозначенных над основными кнопками. Нажатие на кнопку высвечивает на индикаторе надпись «Shift» Отключение режима дистанционного управления Shift и Local
Rear	Кнопка выбора измерительных клемм (на передней панели (FRONT) / на задней панели (REAR)) только АКП-2105/1

8.2 Задняя панель



Рис. 2 Задняя панель

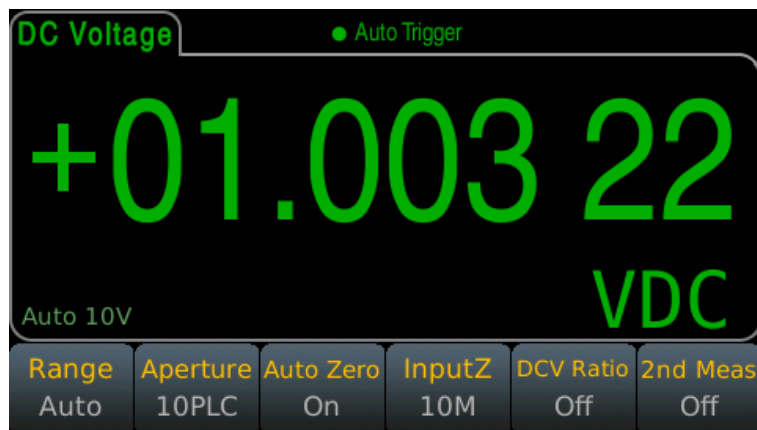
HI, LO	Клеммы для всех измерений, исключая измерения тока и температуры (2105/1)
LO, I	Клеммы для токовых измерений (AC/DC) (2105/1)
3 A rms	Токовый вход для измерений сигналов малой мощности (до 3 А) (2105/1)
	Крышка отсека с предохранителями (2105/1)
GPIB / HANDLER	Слот для установки опционального интерфейса GPIB/КОП или сортировщика
EX TRIG	Вход внешней синхронизации
LAN	Разъем интерфейса LAN
USB	Интерфейс USB
	Сетевой разъем для подключения кабеля питания
	Клемма подключения заземления

9 ДИСПЛЕЙ

На экране могут отображаться измерения, графики, гистограммы, меню настройки прибора, режимы работы.

9.1 Основной дисплей

Измерение постоянного напряжения является заводской настройкой по умолчанию при первом включении питания прибора. Может быть изменено на пользовательскую настройку.



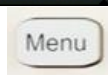
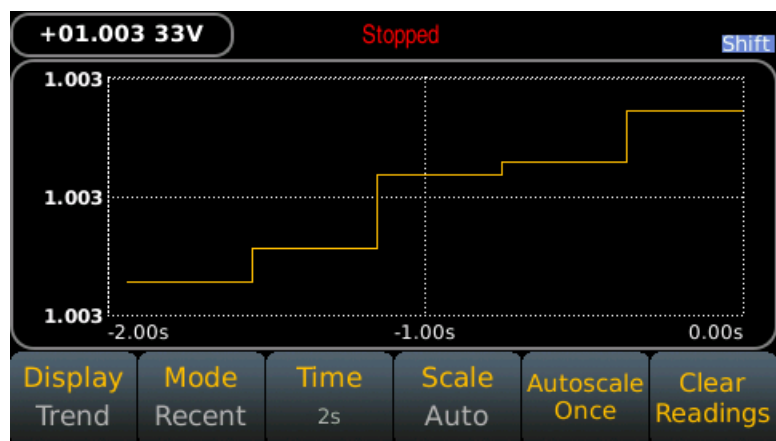
9.2 Аналоговая шкала

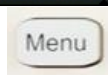


Для включения режима нажать на кнопку  для входа в меню прибора, далее нажать **【Display】**, затем **【Display】**, далее **【Bar】**

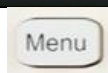
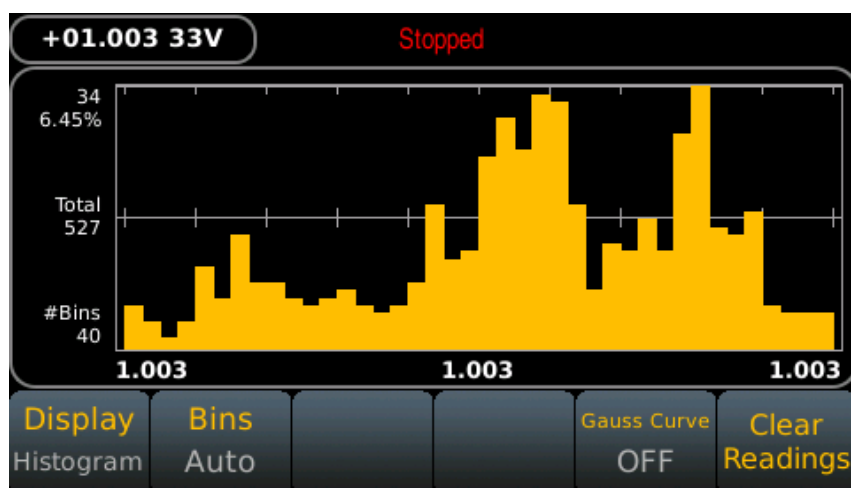
9.3 Дисплей в графическом режиме

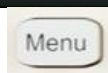
На графике отображаются автоматически масштабируемые результаты измерения.



Для включения режима нажать на кнопку  для входа в меню прибора, далее нажать **【Display】** , затем **【Display】** , далее **【Trend】**

9.4 Отображение гистограмм



Для включения режима нажать на кнопку  для входа в меню прибора, далее нажать **【Display】** , затем **【Display】** , далее **【Histogram】**

10 Общие сведения из теории измерений

Вольтметры серии **АКИП-2105** выполняют измерения с прецизионной точностью. Пользователь должен предпринимать необходимые меры с целью устранения потенциальных источников дополнительных погрешностей измерений. В данном разделе описаны общеизвестные источники погрешностей при выполнении измерений и приведены рекомендации, позволяющие устранять эти погрешности.

Погрешности, обусловленные термо-ЭДС

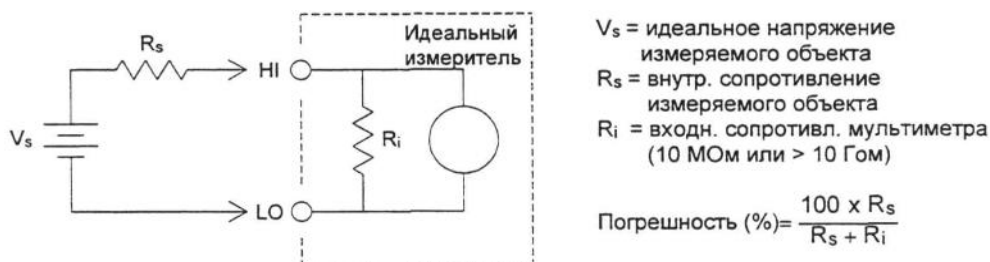
Наиболее известным источником погрешностей являются термо-ЭДС, возникающие при измерениях постоянных напряжений низкого уровня. Входные гнезда АКИП-2105 изготовлены из медного сплава. Приведенная ниже таблица показывает средние значения термо-ЭДС для соединений между различными материалами.

Медь-	Приблизительное значение в мкВ/°С
Медь	<0.3
Золото	0.5
Серебро	0.5
Латунь	3
Бериллиевая медь	5
Алюминий	5
Ковар или сплав	40
42 Кремний	500
Оксид меди	1000
Кадмиево-оловянный припой	0.2
Оловянно-свинцовый припой	5

Напряжения термо-ЭДС создаются при подключении прибора к объекту измерения с использованием проводников из разных металлов, имеющих разные температуры. Переход (спай) металл-металл образует термопару, которая вырабатывает напряжение, пропорциональное температуре перехода. Пользователь должен предпринять необходимые меры предосторожности, чтобы свести к минимуму уровень напряжений на термопарах и разницу температур при измерениях постоянных напряжений низкого уровня. Самые лучшие соединения получаются при тугом скручивании медных проводников.

Погрешности, обусловленные нагрузкой (измерение постоянного напряжения)

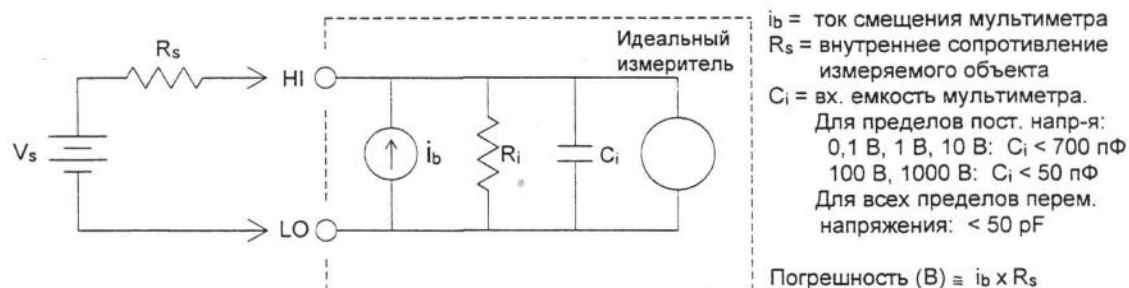
Погрешности измерения, обусловленные нагрузкой, возникают, когда сопротивление измеряемого объекта составляет достаточно большой процент от собственного входного сопротивления вольтметра (см. рис. ниже).



Для уменьшения погрешностей, обусловленных нагрузкой, и снижения уровня шумовых помех учитывайте значение входного сопротивления вольтметра.

Погрешности, обусловленные токами утечки

Входная емкость вольтметра подзаряжается за счет входных токов смещения, когда входные гнезда разомкнуты. В диапазоне температур от 0°C до 30°C измерительная схема вольтметра создает входной ток смещения около 30 пА. При температуре выше 30°C каждое ее повышение на 8°C удваивает величину тока смещения. Этот ток создает небольшие напряжения смещения, величина которых зависит от внутреннего сопротивления измеряемого объекта. Эффект становится ощутимым при внутреннем сопротивлении более 100 кОм или при рабочей температуре, значительно превышающей 30°C.



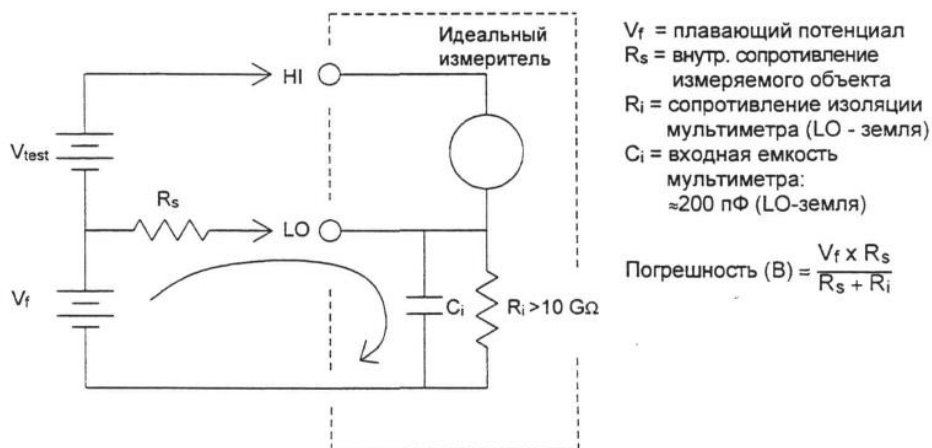
Подавление помех сети электропитания

Способность подавления паразитных сигналов необходима для интегрирующих АЦП. Методы интегрирования предусматривают подавление сетевых помех, наложенных на постоянное напряжение на входе. Иными словами, это называется подавлением помех нормального вида. Подавление помех нормального вида достигается, если вольтметр измеряет среднее значение входного сигнала, интегрируя его в течение какого-то фиксированного интервала времени. Если установить время интегрирования равным целому числу циклов колебания сетевого напряжения, в течение которых помеха присутствует на входе, то погрешности (и их гармонические составляющие), связанные с этой помехой, будут усреднены приблизительно до нуля.

Для подавления сетевых частотных помех и их гармоник вольтметр АКИП-2105 обеспечивает три значения времени интегрирования АЦП. При подключении сети питания он измеряет частоту сети (50 или 60 Гц), а затем устанавливает надлежащее время интегрирования. Ниже в таблице приведены конкретные данные по подавлению помех, достигаемые в зависимости от различных конфигураций. Для достижения большей разрешающей способности и улучшения подавления помех рекомендуется устанавливать более длительное время интегрирования.

Подавление помех общего вида

В идеальном случае вольтметр полностью изолирован от заземленных схем. Однако, между низкопотенциальной входной клеммой LO вольтметр и заземлением существует конечное сопротивление. Оно может быть причиной возникновения погрешностей при измерении малых напряжений, уровень которых плавно меняется относительно потенциала точки заземления.



Помехи, обусловленные возникновением контуров в магнитном поле

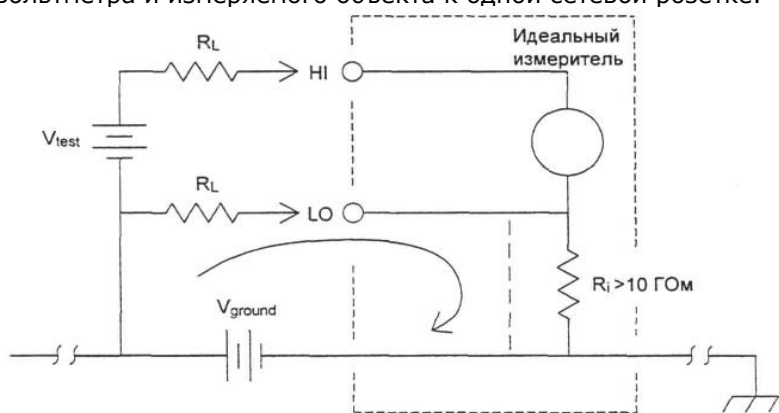
При выполнении измерений вблизи магнитных полей рекомендуется предпринять необходимые меры предосторожности, чтобы избежать наводки напряжений в измерительных кабелях. Особенно следует проявлять осторожность при работе рядом с проводниками, несущими большие токи. Чтобы уменьшить площадь контуров наводки помех, следует подключать вольтметр к измеряемому объекту измерительными кабелями в виде витых пар или поместить в оболочку, чтобы они как можно плотнее прилегали друг к другу. Наводки помех могут возникать также в свободно провисающих или вибрирующих измерительных кабелях. При работе вблизи магнитных полей обязательно следует прочно их закрепить. Для уменьшения влияния источников магнитных полей по возможности рекомендуется использовать экранирующие материалы или удалять измеряемый объект с вольтметром на безопасное расстояние.

Помехи, обусловленные возникновением паразитных контуров с замыканием через землю

При измерении напряжений в схемах, где вольтметр и измеряемый объект имеют две разные точки заземления, образуется паразитный контур через землю. Как показано ниже, любая разность потенциалов между двумя точками заземления (V_{ground}) вызывает протекание тока по измерительным

кабелям. Это приводит к возникновению погрешностей в виде паразитного шума и напряжения смещения (обычно связанных с работой сети питания), которые накладываются на измеряемое напряжение.

Наилучшим способом устранения паразитных контуров через землю является изоляция измерительных схем вольтметра от земли: соединять входные гнезда с землей не рекомендуется. Если же вольтметр необходимо заземлить, то следует подсоединить его и измеряемый объект к одной общей точке заземления. Это уменьшит или устранил вообще какую-либо разность потенциалов между точками заземления обоих устройств. При возможности следует также обеспечить подключение вольтметра и измеряемого объекта к одной сетевой розетке.



R_L = сопротивление измерительного кабеля

R_I = сопротивление изоляции вольтметра

V_{ground} = падение напряжения на шине заземления

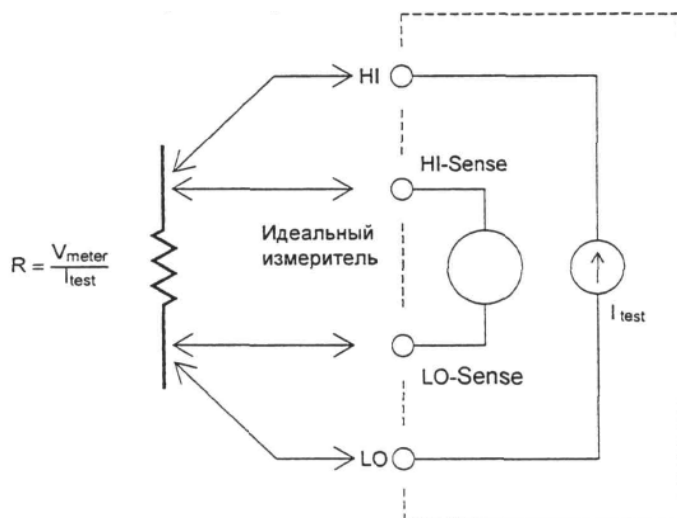
Измерение сопротивления

Вольтметр АКИП-2105 обеспечивает два метода измерения сопротивления: 2-проводное и 4-проводное. В обоих случаях испытательный ток протекает от высокопотенциального гнезда HI и далее через измеряемый резистор. При 2-проводном измерении падение напряжения на измеряемом резисторе считывается внутри вольтметра. По этой причине измеряется также сопротивление измерительных кабелей. При 4-проводном измерении требуются дополнительно два отдельных «считывающих» проводника. Поскольку в проводниках считывания ток отсутствует, их сопротивление не вносит дополнительной погрешности в измеряемую величину сопротивления.

Примечание: источники погрешностей, рассмотренные выше для измерения постоянных напряжений, имеют место также и при измерении сопротивления. Ниже рассматриваются те источники погрешностей, которые возникают исключительно при измерении сопротивления.

4-проводное измерение сопротивления

При измерении малых сопротивлений наиболее точным методом является 4-проводное измерение. В этом случае автоматически уменьшаются сопротивление измерительных кабелей и контактные сопротивления. 4-проводное измерение сопротивлений используется при автоматических испытаниях, где между вольтметром и измеряемым объектом существуют кабели большой длины, многочисленные межсоединения или коммутаторы. Рекомендуемые соединения при 4-проводном измерении показаны ниже.



Устранение погрешностей, обусловленных сопротивлением измерительных кабелей

Для устранения погрешностей смещения, обусловленных сопротивлением измерительных кабелей при 2-проводных измерениях, рекомендуется:

1. Закоротить свободные концы измерительных кабелей. Вольтметр выведет на индикатор значение сопротивления этих кабелей.

2. Нажать кнопку НОЛЬ на под экраном прибора. При замкнутых концах кабелей вольтметр выведет на индикатор значение «0» Ом.

Эффекты, обусловленные рассеянием мощности

При измерении резисторов, предназначенных для температурных измерений (или резистивных устройств с большими температурными коэффициентами) вольтметр будет рассеивать какую-то мощность в объекте измерения. Если рассеяние мощности стало проблемой, следует установить более высокий предел измерения для снижения погрешности до приемлемого уровня. В нижеследующей таблице приведено несколько примеров.

Предел	Ток тестирования	Мощность, рассеиваемая в объекте измерения на верхней точке шкалы
100 Ом	1 мА	100 мкВт
1 кОм	1 мА	1 мВт
10 Ом	100 мкА	100 мкВт
100 кОм	10 мкА	10 мкВт
1 МОм	5 мкА	30 мкВт
10 МОм	500 нА	3 мкВт

Эффекты, обусловленные временем установления

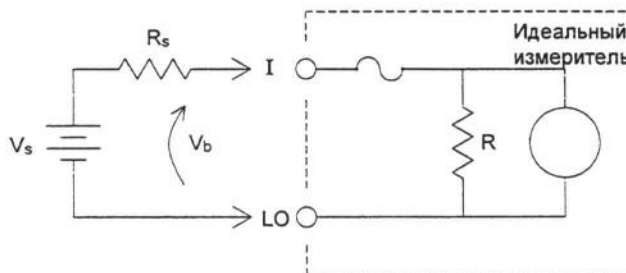
Вольтметры серии АКП-2105 способны устанавливать автоматические задержки времени установления, которые достаточны для измерения сопротивлений с суммарной емкостью кабеля и устройства менее 100 пФ. Это важно при измерении сопротивлений выше 100 кОм. Установление в этих случаях может быть длительным из-за больших постоянных времени RC-цепи. Некоторые прецизионные резисторы и многофункциональные калибраторы используют параллельные конденсаторы большой емкости (от 1000 пФ до 0,1 мкФ) с большими значениями сопротивления для фильтрации токов помехи, инжектируемых внутренними схемами. Неидеальные емкости кабелей и других устройств могут иметь значительно большее время установления по сравнению с ожидаемым почти на величину постоянной времени RC-цепи из-за эффектов поглощения в диэлектрике. Погрешности измеряются в процессе установления с момента начального подключения объекта измерения и после переключения предела измерения.

Погрешности при измерениях высокого сопротивления

При измерении больших сопротивлений могут возникнуть значительные погрешности из-за величины сопротивления изоляции и чистоты поверхности. Необходимо принять меры предосторожности для поддержания «чистоты» системы измерения высокого сопротивления. В измерительных кабелях и присоединительных устройствах могут возникать токи утечки из-за поглощения влаги изоляционными материалами и «грязных» поверхностных пленок. Нейлон и поливинилхлорид (ПВХ) относятся к разряду не очень качественных изоляторов (10^9 Ом) по сравнению с изоляторами из политетрафторэтилена (10^{13} Ом) (Teflon® Teflon - зарегистрированный товарный знак фирмы E.I. duPont de Nemours and Co.). При измерении сопротивления 1 МОм во влажных условиях утечка из нейлоновых или поливинилхлоридных изоляторов может вполне быть источником погрешности величиной 0,1 %.

Погрешности измерения постоянного тока

При последовательном подключении вольтметра к тестируемой схеме для измерения тока всегда возникает какая-то погрешность измерения. Эта погрешность возникает из-за последовательного напряжения нагрузки. Напряжение возникает на сопротивлении проводников и сопротивлении токового шунта вольтметра, как это показано ниже.



V_s = напряжение источника

R_s = сопротивление источника измеряемого объекта

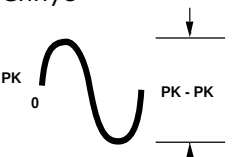
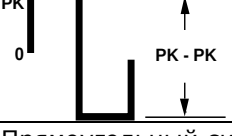
V_b = напряжение нагрузки вольтметра

R = токовый шунт вольтметра

$$\text{Погрешность}(\%) = \frac{100\% \cdot V_b}{V_s}$$

Измерение истинного среднеквадратического значения переменных величин

Вольтметры, показывающие истинные среднеквадратические значения (подобные серии АК ИП-2105), измеряют теплотворную способность подаваемого напряжения. В отличие от вольтметров, измеряющих среднее значение, при измерении истинного среднеквадратического значения определяется мощность, рассеиваемая на резисторе. Эта мощность пропорциональна квадрату измеряемого истинного среднеквадратического значения напряжения независимо от формы сигнала. Вольтметр, показывающий среднее значение переменного напряжения, также калибруется на измерение истинного среднеквадратического значения, но только для синусоидальных сигналов. Для сигналов другой формы измеритель средних значений выполняет измерения с существенными погрешностями, как показано ниже.

Форма сигнала	Пересчетные коэффициенты для показаний прибора			
	От пика до пика	От нуля до пика	RMS	AVG
Синус 	2.828	1.414	1.000	0.900
Двухполупериодный выпрямленный синус 	1.414	1.414	1.000	0.900
Однополупериодный выпрямленный синус 	2.828	2.828	1.414	0.900
Прямоугольный сигнал 	1.800	0.900	0.900	0.900
Прямоугольный сигнал 	1.800	1.800	1.272	0.900

При выполнении измерений переменного напряжения и переменного тока вольтметра измеряет истинные среднеквадратические значения со связью по переменному току. Это отличается от указанного выше измерения истинного среднеквадратического значения переменного напряжения с постоянной составляющей. Измеряется только теплотворная способность переменных составляющих входного сигнала (постоянная составляющая отбрасывается). Для синусоидальных, треугольных и прямоугольных сигналов переменные значения и переменные значения с постоянными составляющими равны, поскольку эти сигналы не содержат смещения по постоянному току. Несимметричные сигналы, такие как последовательности импульсов, содержат постоянные напряжения, которые отбрасываются при измерениях истинных среднеквадратических значений со связью по переменному току.

Измерение истинных среднеквадратических значений со связью по переменному току рекомендуется для малых переменных сигналов в присутствии больших смещений по постоянному току. Такая ситуация вполне обычна, например, при измерениях пульсаций на выходе источников питания постоянного тока. Однако, в некоторых случаях пользователю может понадобиться истинное среднеквадратическое значение суммы переменной и постоянной составляющих. Его можно определить, сделав отдельно измерения переменной и постоянной составляющих и скомбинировав результаты показаний указанным ниже способом. При этом для наиболее эффективного подавления помех постоянную составляющую следует измерять, интегрируя входной сигнал в течение 10 полных циклов сети питания (с разрешением 6 разрядов).

$$ac + dc = \sqrt{ac^2 + dc^2}$$

Погрешности, обусловленные пик-фактором (для несинусоидальных входных сигналов)

Всеобщим заблуждением является, когда считают, что поскольку вольтметр измеряет истинные среднеквадратические значения переменного напряжения, то все метрологические характеристики по погрешности измерения синусоидальных сигналов распространяются и на любые другие формы сигналов. Фактически форма входного сигнала может очень сильно влиять на погрешность измерения. Стандартным способом описания форм сигналов является задание пик-фактора.

Пик-фактор - это отношение пикового значения к среднеквадратическому значению рассматриваемого сигнала.

Например, для последовательности импульсов пик-фактор приблизительно равен корню квадратному из обратной величины коэффициента заполнения, как указано в таблице предыдущей страницы. В общем случае, чем больше пик-фактор, тем больше энергия, содержащаяся в более высокочастотных гармонических составляющих сигнала. Во всех вольтметрах погрешность измерения зависит от пик-фактора измеряемого сигнала. Погрешности, обусловленные пик-фактором, для АКИП-2105 указаны в технических характеристиках в разделе 3. Следует отметить, что погрешности, обусловленные пик-фактором, не распространяются на входные сигналы частотой менее 100 Гц, когда используется частотный фильтр медленного действия.

Погрешности, обусловленные пик-фактором, можно оценить следующим образом:

Суммарная погрешность = Погрешность (синусоида) + Погрешность (пик-фактор) + Погрешность (ширина полосы)

Погрешность (синусоида): погрешность синусоидального сигнала, указанная в разделе 3.

Погрешность (пик-фактор): дополнительная погрешность из-за пик-фактора, указанная в разделе 3.

Погрешность (ширина полосы): расчетная погрешность, обусловленная шириной полосы (BW), как указано ниже.

$$\text{Погрешность из-за ширины полосы} = \frac{C.F.^2 \cdot F}{4\pi \cdot BW}, \text{ где}$$

C.F. = пик-фактор сигнала

F = частота основной гармоники входного сигнала

BW = полоса частот вольтметра на уровне -3 дБ (для АКИП-2105 - 300 кГц)

Пример: Рассчитать приблизительную погрешность измерения для последовательности импульсов 1В на входе прибора при пик-факторе, равном 3, и основной частоте 20 кГц. Для данного случая принимаются в расчет характеристики погрешности вольтметра, гарантированные на срок межповерочного интервала: $\pm (0,26\% + 100 \text{ ед. мл разряда})$.

Суммарная погрешность = $0,26\% + 1,27\% + 1,7\% = 3,34\%$

Погрешности, обусловленные нагрузкой (измерение переменного напряжения)

При измерении переменного напряжения характеристики входа АКИП-2105 выглядят следующим образом: сопротивление 1 МОм при параллельной емкости 100 пФ. Понятно, что кабели, подводящие на вход вольтметра измеряемый сигнал, добавляют дополнительную емкость и нагрузку. Ниже в таблице указаны приблизительные входные сопротивления вольтметра для различных частот.

Частота входного сигнала	Входное сопротивление
100 Гц	1 МОм
1 кГц	850 кОм
10 кГц	160 кОм
100 кГц	16 кОм

Для низких частот

$$\text{Погрешность (\%)} = \frac{100 \cdot R_s}{R_s + 1 \text{ МОм}}$$

Дополнительная погрешность для высоких частот

$$\text{Погрешность (\%)} = 100 \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi \cdot F \cdot R_s \cdot C_{IN})^2}} - 1 \right], \text{ где}$$

R_s = внутреннее сопротивление измеряемого объекта

F = частота входного сигнала

C_{in} = входная емкость (100 пФ) плюс емкость кабелей

Измерения ниже полной шкалы установленного предела

Самые точные измерения переменных величин можно выполнять, когда измеряемая вольтметром величина находится на полной шкале установленного предела. Автоматическое переключение предела происходит при 10% и 120% от полной шкалы установленного предела. Эти особенности вольтметра позволяют измерять некоторые входные сигналы на полной шкале одного предела и на 10% от полной шкалы от следующего более высокого предела. Естественно, что погрешность измерения на одном и другом пределах будут существенно отличаться. С целью получения наименьшей погрешности измерения следует вручную устанавливать самый низкий возможный предел измерения.

Погрешности, обусловленные самопрогревом при измерении высокого напряжения

Если на вход вольтметра подать среднеквадратическое значение напряжения более 300 В, произойдет самопрогрев внутренних элементов схемы нормализации входного сигнала. Погрешности, обусловленные этим самопрогревом, учтены в технических характеристиках вольтметра. Однако температурные изменения внутри вольтметра из-за самопрогрева могут вызвать дополнительную погрешность на других пределах измерения переменного напряжения. Эта дополнительная погрешность составит менее 0,02%, но она исчезает через несколько минут.

Погрешности, обусловленные температурным коэффициентом и перегрузкой

Вольтметр использует метод измерения переменных величин, при котором измеряются и устраняются внутренние напряжения смещения при установке других родов работы или пределов измерения. Если оставить вольтметр на одном и том же пределе на длительное время, в течение которого окружающая температура существенно изменится (или в случае недостаточного времени прогрева вольтметра), внутренние смещения могут измениться. В этом случае температурный коэффициент обычно имеет величину 0,002% от предела на 1°C, но он автоматически устраняется при установке другого рода работы или другого предела.

Если ручное переключение предела приводит к состоянию перегрузки, то точность измерения внутренних смещений на установленном пределе может ухудшиться. Обычно в этом случае может быть внесена дополнительная погрешность 0,01% от этого предела, но она автоматически устраняется при устранении состояния перегрузки и последующем изменении рода работы или предела.

Погрешности измерения сигналов низкого уровня

При измерении переменных напряжений менее 100 мВ следует учитывать, что эти измерения особенно подвержены возникновению погрешностей, обусловленных посторонними источниками помех. Например, оголенный измерительный кабель будет действовать в качестве антенны, и нормально функционирующий вольтметр будет измерять принимаемые сигналы (ВЧ наводки). Весь измерительный тракт, включая электросеть, будет функционировать как антенный контур. Токи, циркулирующие в этом контуре, создадут напряжения помех на всех импедансах, включенных последовательно с входом вольтметра. По этой причине подводить на вход вольтметра переменные напряжения низкого уровня следует только с использованием экранированных кабелей. При этом экран следует подсоединять к низкопотенциальной клемме LO.

По возможности настоятельно рекомендуется вольтметр и источник переменного напряжения подключать к одной сетевой розетке. Также следует свести к минимуму площадь неизбежно возникающих контуров через землю. Особенно подвержены восприятию помех высокоимпедансные источники, низкоимпедансные источники подвержены помехам в меньшей степени. Уменьшить импеданс источника на высоких частотах можно путем установки конденсатора параллельно с входными гнездами вольтметра. В каждом конкретном случае следует провести небольшое исследование по подбору конденсатора с подходящим номиналом.

Большинство посторонних помех никак не связано с входным сигналом. Погрешность измерения при этом можно определить следующим соотношением:

$$\text{Измеренное напряжение} = \sqrt{V_{IN}^2 + N_{noise}^2}$$

Помехи, связанные с входными сигналами, хотя и редки, но особенно вредны. Эти помехи всегда непосредственно влияют на входной сигнал. Измерение сигнала низкого уровня, имеющего частоту равную частоте сети питания, является распространенным случаем, когда возникают помехи такого рода.

Погрешности, обусловленные помехами общего вида

Помехи такого рода возникают, когда на низкопотенциальное гнездо LO вольтметра подается переменное напряжение относительно земли. Самый распространенный случай возникновения помех общего вида встречается при подключении с обратной полярностью выхода калибратора переменного напряжения к входу вольтметра. В идеальном случае вольтметр считывает независимо от способа подключения одни и те же величины. Однако взаимные влияния источника и вольтметра могут испортить такую идеальную ситуацию.

Из-за наличия емкости между низкопотенциальным входным гнездом LO и землей (для вольтметра приблизительно равной 100 пФ) источник в зависимости от способа подключения к входу будет иметь различные нагрузки. Величина погрешности зависит от реакции источника на эту

нагрузку. Измерительная схема вольтметра, хотя и очень хорошо экранирована, реагирует на подключение с обратной полярностью совершенно по-другому из-за очень небольших расхождений в величине паразитной емкости относительно земли. Наибольшие погрешности у вольтметра возникают при высокочастотных входных напряжениях высокого уровня. Как правило, дополнительная погрешность вольтметра составляет 0,06% для напряжения 100 В с частотой 100 кГц, поданного на вход с обратной полярностью. Для сведения к минимуму переменных напряжений общего вида можно воспользоваться методами заземления, описанными для решения проблем подавления помех общего вида при измерении постоянных напряжений.

Погрешности при измерении переменного тока

Погрешности напряжения нагрузки, возникающие при измерении постоянного тока, имеют место и при измерении переменного тока. Однако напряжение нагрузки для переменного тока больше из-за последовательной индуктивности и присоединенных проводников. Напряжение нагрузки увеличивается при увеличении входной частоты. Из-за наличия упомянутых последовательно включенных индуктивности и присоединительных проводников некоторые схемы при измерении в них переменного тока могут войти в режим генерации.

Погрешности измерения частоты и периода

Для измерения частоты и периода в вольтметре используется метод вычисления обратной величины. При таком методе для любой входной частоты разрешающая способность измерения сохраняется постоянной. Нормализацию входных сигналов выполняет схема вольтметра, предназначенная для измерения переменных напряжений. Все частотомеры подвержены возникновению погрешностей при измерении сигналов низкого уровня и низкой частоты. Особенно существенными являются воздействия как внутренних, так и внешних помех при измерениях «медленно» меняющихся сигналов. Погрешность обратно пропорциональна частоте измеряемого сигнала. Погрешности возникают также при попытке измерения частоты (или периода) входного сигнала после изменения на входе постоянного напряжения смещения. Поэтому перед выполнением частотных измерений необходимо, чтобы полностью установился блокирующий конденсатор постоянного тока на входе вольтметра.

Выполнение высокоскоростных измерений постоянных величин и сопротивления

Для устранения погрешностей, обусловленных образованием внутренних термо-ЭДС и токов смещения, вольтметр выполняет процедуру автоматической установки нуля. Фактически измерение состоит из измерения на входных гнездах, а затем измерения внутреннего напряжения смещения. Для повышения точности измерения погрешность, обусловленная внутренним напряжением смещения, вычитается из результата измерения на входе. Такая операция компенсирует воздействия изменений напряжения смещения, возникающих из-за температурных колебаний. Для выполнения измерений на максимально высокой скорости автоматическая установка нуля выключается. Это более чем в два раза повысит скорость снятия показаний при измерениях постоянного напряжения, сопротивления и постоянного тока. На другие роды работ автоматическая установка нуля никакого влияния не оказывает.

Выполнение высокоскоростных измерений переменных величин

Роды работ по измерению переменного напряжения и переменного тока реализуют три различных низкочастотных фильтра. Эти фильтры позволяют найти компромисс между высокоточными измерениями на низких частотах и повышенной скоростью снятия показаний. Время установления фильтра быстрого действия составляет 0,1 мс, и его использование полезно для частот выше 200 Гц. Время установления среднескоростного фильтра составляет 1 с, и он рекомендуется для измерений на частотах выше 20 Гц. Соблюдая некоторые меры предосторожности, измерения переменных величин можно выполнять со скоростями до 50 показаний в секунду. Для устранения неизбежных задержек при автоматическом переключении пределов рекомендуется переключать пределы вручную. Каждый фильтр позволяет снимать до 50 показаний в секунду, если установить на нуль предварительно программируемые задержки установления запуска. Однако из-за неполного установления фильтра результаты измерения могут оказаться не очень точными. В прикладных задачах, где уровни между соседними замерами изменяются в широких пределах, среднескоростной фильтр будет полностью устанавливаться при скорости измерения 1 показание в секунду, а фильтр быстрого действия - при скорости 10 показаний в секунду.

Если уровни между соседними замерами изменяются незначительно, для каждого нового показания требуется небольшое время установления. В этом особом случае среднескоростной фильтр обеспечивает скорость измерений до 5 показаний в секунду, а фильтр быстрого действия - до 50 показаний в секунду, но с повышенной погрешностью. В том случае, когда между соседними замерами меняется постоянный уровень, может потребоваться дополнительное время установления. Схема блокировки постоянной составляющей вольтметра имеет постоянное время установления, равное 0,2 секунды. Это время установления влияет на погрешность измерения только в случаях, когда между соседними замерами меняется уровень постоянного смещения. При необходимости реализации максимальной скорости измерений в системах с коммутацией сигналов может потребоваться установка внешней схемы блокировки постоянной составляющей на каналах, где постоянные напряжения значительны. Эта схема может быть достаточно простой и состоять всего из резистора и конденсатора.

11 ОСНОВНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ

11.1 Измерение постоянного напряжения



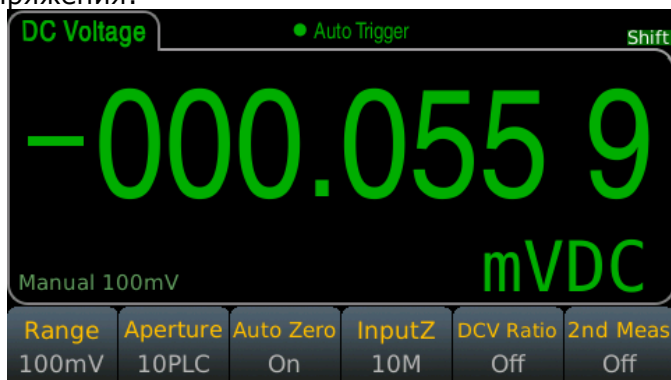
Внимание:

Не используйте вольтметр для измерения напряжения более чем 1000 Впик, это может привести к повреждению вольтметра или к поражению электрическим током.

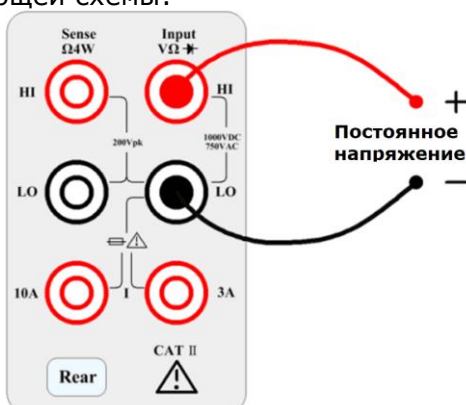
Примечание: для устранения возможных термо ЭДС из-за соприкосновения различных металлов используйте медные провода и разъемы при подключении к вольтметру.



1. Нажать кнопку на передней панели для входа в меню измерения постоянного напряжения:



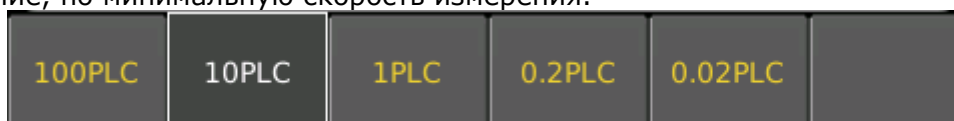
1. Подключить красный провод ко входной клемме HI и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:



2. Выбрать необходимый диапазон измерения напряжения в зависимости от измеряемой цепи: Авто / 100 мВ / 1 В / 10 В / 100 В / 1000 В



3. Функция установки времени интеграции. Нажать **Aperture** для выбора времени интеграции. Время интегрирования выражается в циклах линии питания (PLC). Значение в 100 PLC обеспечивает максимальное подавление шума, лучшее разрешение, но минимальную скорость измерения.



4. Функция автоматической установки нуля. Нажать **Auto Zero** для включения или отключения функции. При включении функции автоматической установки нуля, вольтметр внутри своей измерительной схемы отключает входной сигнал после каждого измерения и снимает так называемое нулевое показание. Затем это нулевое

показание вычитается из предыдущего показания. Таким образом, устраняется погрешность, обусловленная наличием напряжений смещения на входных схемах вольтметра.

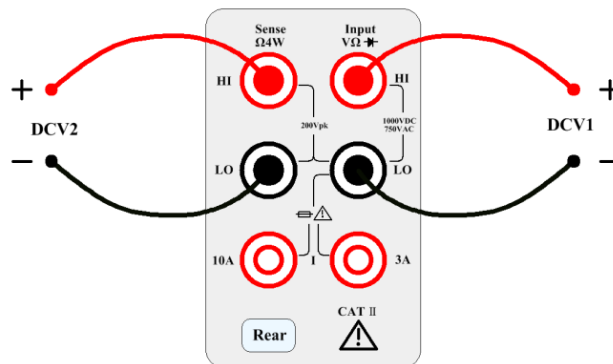
5. Установить входное сопротивление для измерения постоянного напряжения. Нажать [Input Z], чтобы установить сопротивление постоянному току: 10 МОм (значение по умолчанию) или 10 ГОм на диапазонах 100 мВ, 1 и 10 В и 10 Мом на диапазонах 100 и 1000 В.

11.2 Измерение отношений напряжений

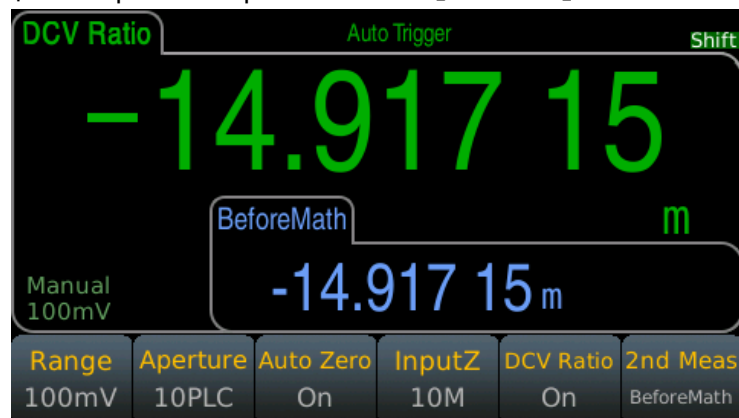
Для вычисления отношения вольтметр измеряет постоянное опорное напряжение, подаваемое на гнезда «Sense» (гнезда СЧИТЫВАНИЯ), и напряжение, подаваемое на гнезда «Input».

$$\text{Отношение} = \left(\frac{\text{входное_постоянное_напряжение}}{\text{опорное_постоянное_напряжение}} \right)$$

1. Подключите измерительные кабели к прибору как показано на рисунке ниже



2. Включите функцию вторых измерений нажав [2nd Meas]



11.3 Измерение переменного напряжения

Этот цифровой мультиметр выбирает задержку по умолчанию, чтобы получить правильные первые показания для большинства измерений. Чтобы получить наиболее точные измерения, соответствующая постоянная времени RC должна быть стабильной на уровне 1/50 уровня входного сигнала переменного тока.

Сигналы с напряжением более 300 В (СКЗ) или 1 А (СКЗ) могут вызвать самонагрев компонентов формирования сигнала. Эти ошибки включены в технические характеристики прибора. Изменения внутренней температуры, вызванные самонагревом, могут вызвать дополнительные ошибки в других функциях или диапазонах. Дополнительные ошибки обычно исчезают в течение нескольких минут. В качестве примера возьмем сигнал 100 мВ переменного тока с напряжением смещения 10 В постоянного тока. Напряжение смещения 10 В постоянного тока должно быть стабильным на уровне 1/50 от 100 мВ переменного тока или 1/50 от 2 мВ постоянного тока. Функцию ACV следует выбирать после того, как сигнал

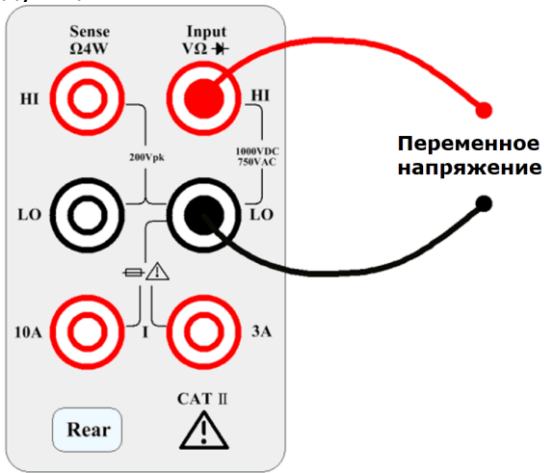
подключен к входу ACV цифрового мультиметра или когда сигнал подключен, необходимо обеспечить достаточную дополнительную задержку для стабилизации сигнала. Если смещение постоянного тока остается прежним, можно выполнить абсолютно точное последующее измерение без дополнительной задержки стабилизации.

Примечание: для устранения возможных термо ЭДС из-за соприкосновения различных металлов используйте медные провода и разъемы при подключении к вольтметру.

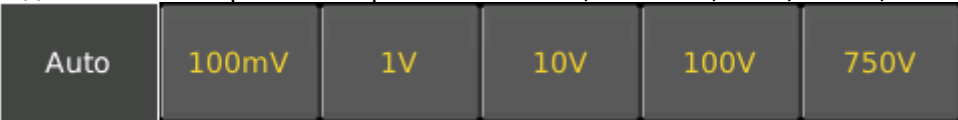
1. Нажать кнопку  на передней панели для входа в меню измерения переменного напряжения:



2. Подключить красный провод ко входной клемме HI и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:



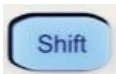
3. Установить диапазон измерения напряжения: Авто / 100 мВ / 1 В / 10 В / 100 В / 750 В

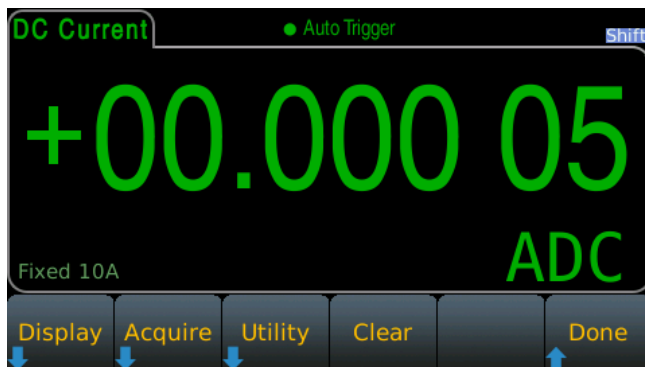


4. Установить полосу пропускания. Нажать **AC Filter** для выбора полосы: >3 Гц, >20 Гц, >200 Гц. Используемый АС фильтр определяется частотой входного сигнала. Рекомендуется выбирать фильтр с наивысшей частотой, частота которого меньше, чем у измеряемого сигнала, потому что более высокие частоты фильтры приводят к более быстрым измерениям. Например, при измерении сигнала между 20 и 200 Гц необходимо использовать фильтр 20 Гц.
5. Установите скорость измерения нажав **Speed**. Необходимо иметь в виду, что скорость измерения связана с полосой пропускания как показано в таблице ниже.

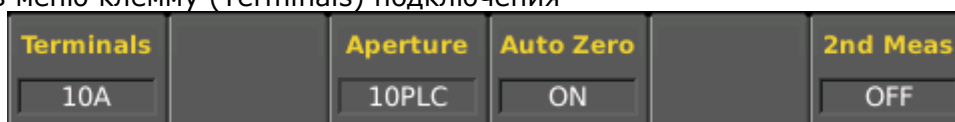
Полоса пропускания	Slow (медленно)	Medium (средняя)	Fast (быстро)
3 Гц	✓	-	-
20 Гц	✓	✓	-
200 Гц	✓	✓	✓

11.4 Измерение постоянного тока

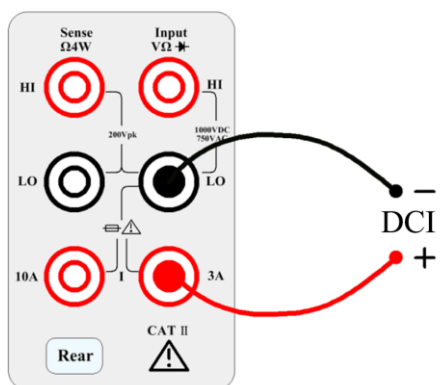
1. Нажать кнопку  и затем  на передней панели для входа в меню измерения постоянного тока:



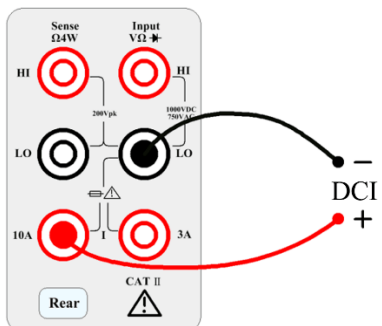
2. Выбрать в меню клемму (Terminals) подключения



- 2.1 При измерении тока до 3 А / 250 В подключить красный провод ко входной токовой клемме I и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:



- 2.2 При измерении тока до 11 А / 1000 В подключить красный провод ко входной токовой клемме I и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:

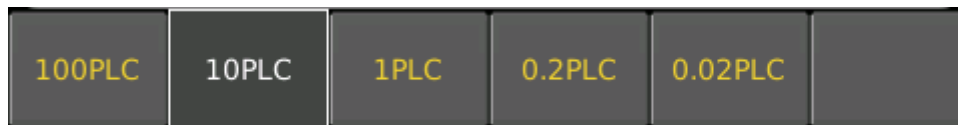


3. Выбрать необходимый диапазон измерения тока в зависимости от измеряемой цепи: Авто / 100 мкА / 1 мА / 10 мА / 100 мА / 1 А / 3 А.

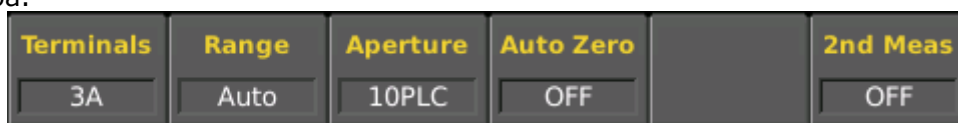




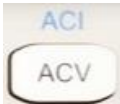
4. В меню **Aperture** установить время интеграции. Время интегрирования выражается в циклах линии питания (PLC). Значение в 100 PLC обеспечивает максимальное подавление шума, лучшее разрешение, но минимальную скорость измерения.



5. Функция автоматической установки нуля. Нажать **Авто Zero** для включения или отключения функции. При включении функции автоматической установки нуля, вольтметр внутри своей измерительной схемы отключает входной сигнал после каждого измерения и снимает так называемое нулевое показание. Затем это нулевое показание вычитается из предыдущего показания. Таким образом, устраняется погрешность, обусловленная наличием напряжений смещения на входных схемах вольтметра.

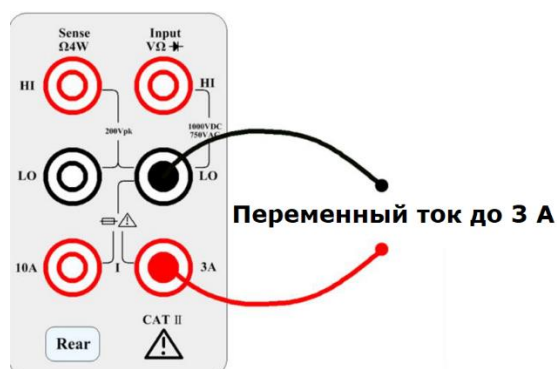


11.5 Измерение переменного тока

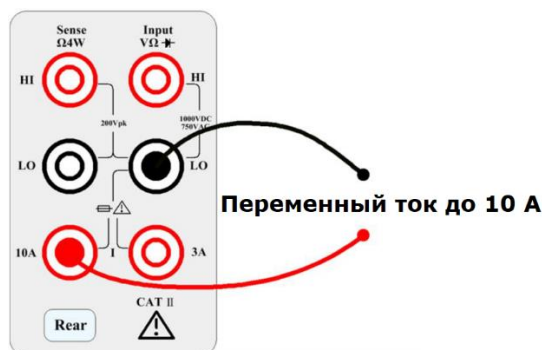
1. Нажать кнопку  и затем  на передней панели для входа в меню измерения постоянного тока:



2. В меню **Terminals** выбрать разъем подключения (3 А или 10 А)
- 2.1 При измерении тока до 3 А / 250 В подключить красный провод ко входной токовой клемме I и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:



- 2.2 При измерении тока до 11 A / 1000 В подключить красный провод ко входной токовой клемме I и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:



3. Выбрать необходимый диапазон измерения тока в зависимости от измеряемой цепи: Авто / 100 мкА / 1 мА / 10 мА / 100 мА / 1 А / 3 А / **10 А**.

Auto	100μA	1mA	10mA	100mA	more 1/2
1A	3A				more 2/2

4. Установить полосу пропускания. Нажать **[Range]** для выбора полосы: >3 Гц, >20 Гц, >200 Гц. Используемый АС фильтр определяется частотой входного сигнала. Рекомендуется выбирать фильтр с наивысшей частотой, частота которого меньше, чем у измеряемого сигнала, потому что более высокие частоты фильтры приводят к более быстрым измерениям. Например, при измерении сигнала между 20 и 200 Гц необходимо использовать фильтр 20 Гц.
5. Установите скорость измерения нажав **[Speed]**. Необходимо иметь в виду, что скорость измерения связана с полосой пропускания как показано в таблице ниже.

Полоса пропускания	Slow (медленно)	Medium (средняя)	Fast (быстро)
3 Гц	√	-	-
20 Гц	√	√	-
200 Гц	√	√	√

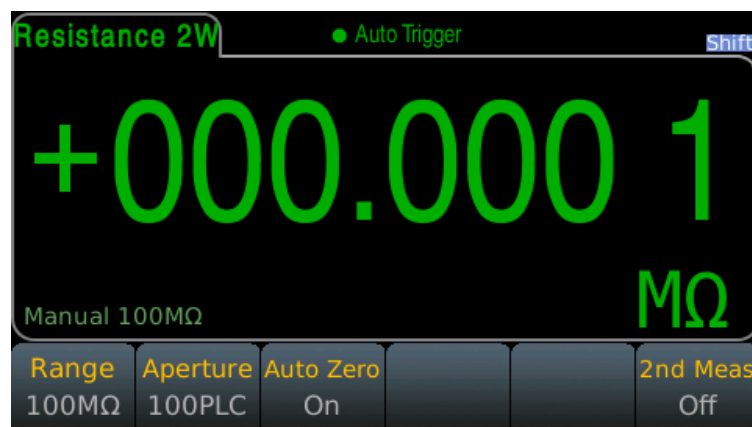
6. Функция установки фильтра переменного тока. Нажать **[Фильтр]**, чтобы включить или выключить фильтр.
7. Функция автоматической установки нуля. Нажать **[Авто «0»]** для включения или отключения функции. При включении функции автоматической установки нуля, вольтметр внутри своей измерительной схемы отключает входной сигнал после каждого измерения и снимает так называемое нулевое показание. Затем это нулевое показание вычитается из предыдущего показания. Таким образом, устраняется погрешность, обусловленная наличием напряжений смещения на входных схемах вольтметра.

11.6 Измерение сопротивления

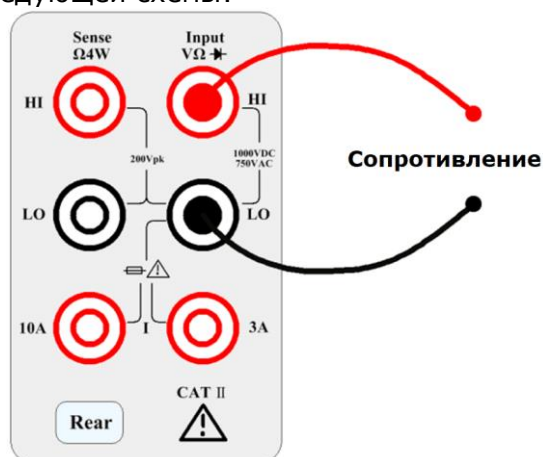
11.6.1 Двухпроводное измерение сопротивления



1. Нажать кнопку **Ω2W** на передней панели для входа в меню измерения сопротивления двухпроводным методом:



- Подключить красный провод ко входной клемме HI и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:



- Выбрать необходимый диапазон измерения сопротивления: Авто 10 Ом/ 100 Ом / 1 кОм / 10 кОм / 100 кОм / 10 Мом / 100 Мом

Auto	10Ω	100Ω	1kΩ	10kΩ	more 1/2
100kΩ	1MΩ	10MΩ	100MΩ		more 2/2

- Функция установки времени интеграции. Нажать **【Aperture】** для выбора времени интеграции. Время интегрирования выражается в циклах линии питания (PLC). Значение в 100 PLC обеспечивает максимальное подавление шума, лучшее разрешение, но минимальную скорость измерения.

100PLC	10PLC	1PLC	0.2PLC	0.02PLC	
--------	-------	------	--------	---------	--

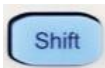
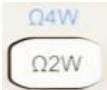
- Функция автоматической установки нуля. Нажать **【Авто Zero】** для включения или отключения функции. При включении функции автоматической установки нуля, вольтметр внутри своей измерительной схемы отключает входной сигнал после каждого измерения и снимает так называемое нулевое показание. Затем это нулевое показание вычитается из предыдущего показания. Таким образом, устраняется погрешность, обусловленная наличием напряжений смещения на входных схемах вольтметра.

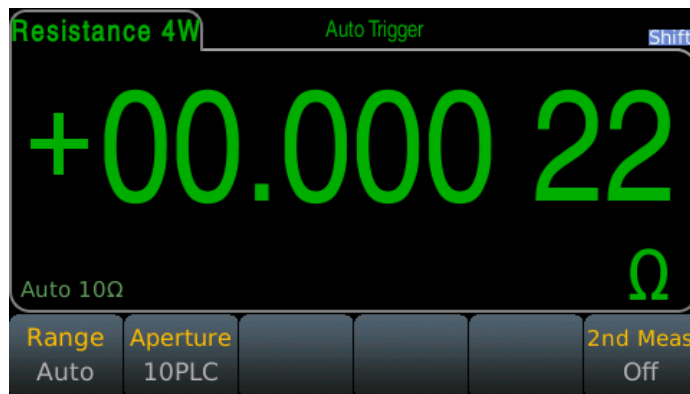
Range	Aperture	Auto Zero			2nd Meas
Auto	10PLC	ON			OFF

- Функция установки фильтра переменного тока. Нажать **【Фильтр】**, чтобы включить или выключить фильтр.

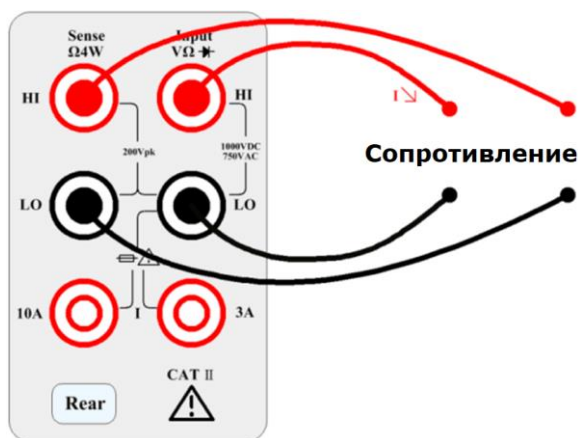
11.6.2 Четырехпроводное измерение сопротивления

Проведение измерений:

1. Нажать кнопку  и затем  на передней панели для входа в меню измерения сопротивления четырехпроводным методом:



2. Подключить красные провода ко входной клемме HI и HI_{sense}, черные провода ко входной клемме LO и LO_{sense} в виде следующей схемы:



3. Выбрать необходимый диапазон измерения сопротивления: Авто / 10 Ом / 100 Ом / 1 кОм / 10 кОм / 100 кОм / 10 Мом / 100 Мом

Auto	10Ω	100Ω	1kΩ	10kΩ	more 1/2
100kΩ	1MΩ	10MΩ	100MΩ		more 2/2

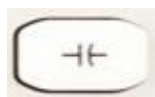
4. Функция установки времени интеграции. Нажать **【Интеграция】** для выбора времени интеграции. Время интегрирования выражается в циклах линии питания (PLC). Значение в 100 PLC обеспечивает максимальное подавление шума, лучшее разрешение, но минимальную скорость измерения.

100PLC	10PLC	1PLC	0.2PLC	0.02PLC	
--------	-------	------	--------	---------	--

5. Функция установки фильтра переменного тока. Нажать **【Фильтр】**, чтобы включить или выключить фильтр.



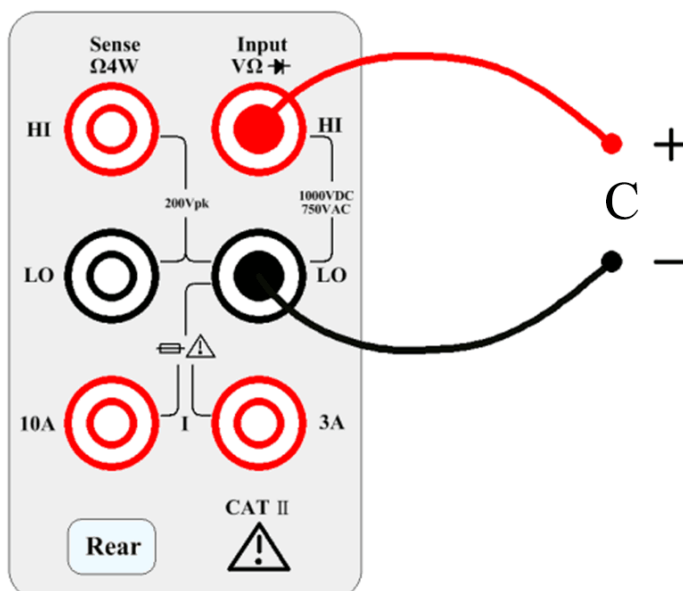
11.7 Измерение емкости



1. Нажать кнопку на передней панели для входа в меню измерения емкости:



2. Подключить красный провод ко входной клемме HI и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:



3. Выбрать необходимый диапазон измерения емкости: Авто / 1 нФ / 10 нФ / 100 нФ / 1 мкФ / 10 мкФ / 100 мкФ / 1 мФ / 10 мФ.

Auto	1nF	10nF	100nF	1μF	more 1/2
10μF	100μF	1mF	10mF		more 2/2

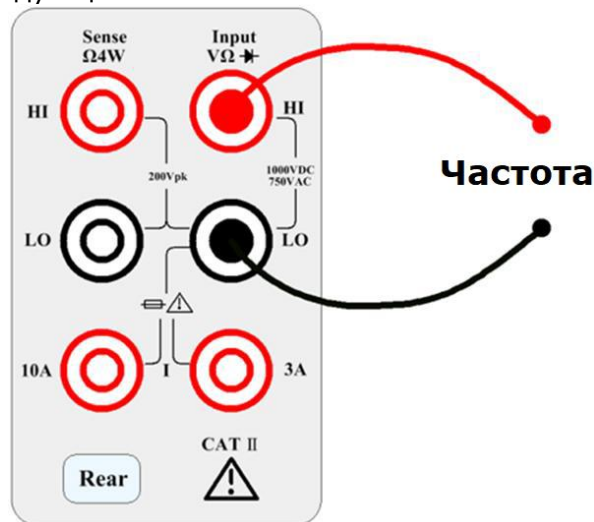
11.8 Измерение частоты



1. Нажать кнопку на передней панели для входа в меню измерения частоты:



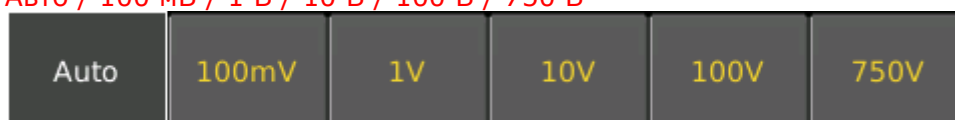
2. Подключить красный провод ко входной клемме HI и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:



3. Выберите что тип измерения (Частота / Период) нажав на **【Type】**



4. Выберите необходимый диапазон напряжения при измерении частоты измеряемого сигнала: Авто / 100 мВ / 1 В / 10 В / 100 В / 750 В

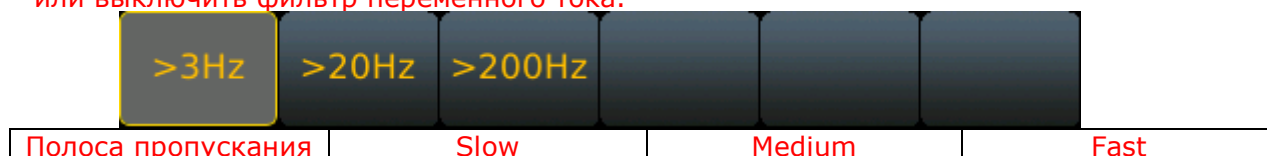


5. Установить полосу пропускания. Нажать **【AC Filter】** для выбора полосы: >3 Гц, >20 Гц, >200 Гц. Используемый АС фильтр определяется частотой входного сигнала. Рекомендуется выбирать фильтр с наивысшей частотой, частота которого меньше, чем у измеряемого сигнала, потому что более высокие частоты фильтры приводят к более быстрым измерениям. Например, при измерении сигнала между 20 и 200 Гц необходимо использовать фильтр 20 Гц.

6. Установите время измерения нажав **【Gate Time】**



7. Функция установки фильтра переменного тока. Нажать **【Фильтр】**, чтобы включить или выключить фильтр переменного тока.



	(медленно)	(средняя)	(быстро)
3 Гц	✓	-	-
20 Гц	✓	✓	-
200 Гц	✓	✓	✓

8. Второй дисплей



На дополнительном дисплее может отображаться

BeforeMath – результат до математической обработки

AC Voltage – результат измерения переменного напряжения

Period – результат измерения периода

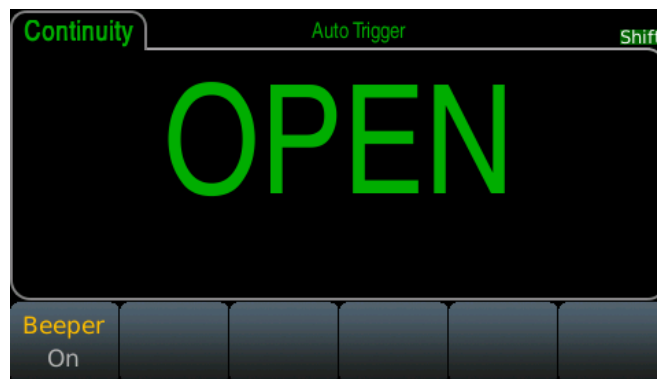
Frequency – результат измерения частоты

11.9 Проверка целостности цепи

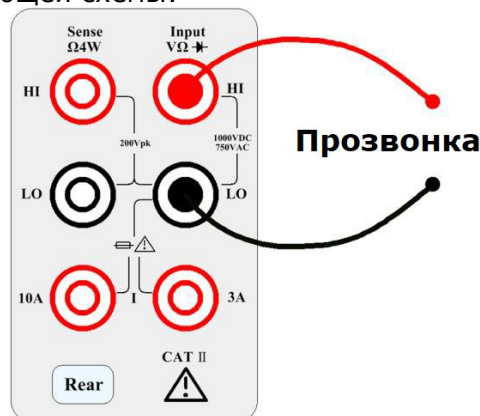
Для прозвонки цепи используется метод измерения сопротивления по двухпроводной схеме измеряемой цепи с тестовым током 1 мА.



- Нажать кнопку **Cont** на передней панели для входа в меню проверки целостности цепи:



- Подключить красный провод ко входной клемме HI и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:

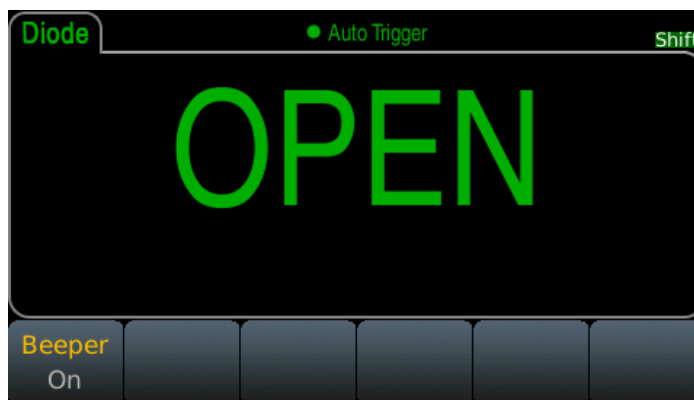


- Если сопротивление ≤ 10 Ом, на дисплее отобразиться сопротивление и раздастся звуковой сигнал
- Если сопротивление 10 Ом ... 1,2 кОм на дисплее отобразится сопротивление, без звукового сигнала
- Если сопротивление > 10 Ом на дисплее отобразиться «OPEN» без звукового сигнала

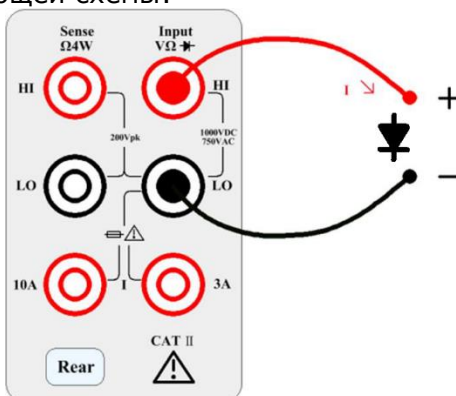
11.10 Тестирование р – n переходов

Если напряжение на входе ниже + 0,7 В (около 1,4 кОм), то звуковой сигнал будет издаваться только один раз. Если входное напряжение составляет до 50 мВ (около 100 Ом), то звуковой сигнал звуковой сигнал будет издаваться непрерывно.

1. Нажать кнопку  и  на передней панели для входа в меню тестирования диодов:



2. Подключить красный провод ко входной клемме HI и черный провод ко входной клемме LO в виде следующей схемы:

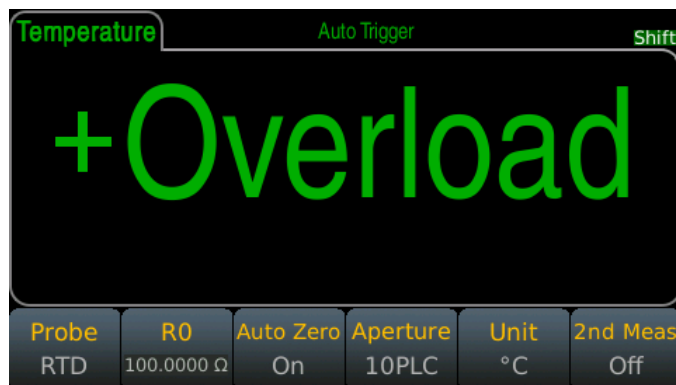


Кнопка Beeper — это меню включения / выключения зуммера. При **преобразовании** в пороговое значение от 0,3 В до 0,8 В прибор подает звуковой сигнал (если звуковой сигнал включен). На передней панели отображается напряжение от 0 до 5 В. Когда измеренное напряжение отключения превышает 5 В, на передней панели отображается надпись ОТКРЫТО.

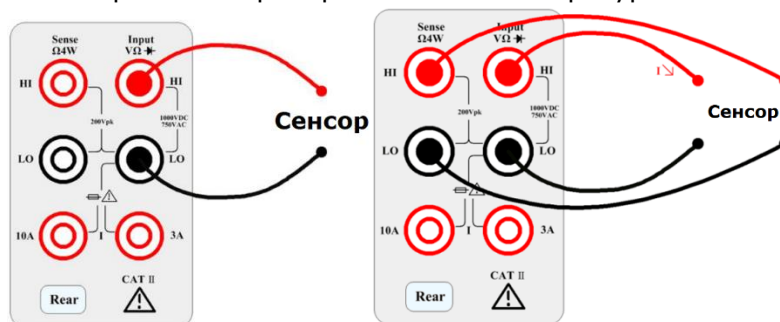
Примечание: Перед тестированием диода, пожалуйста, отключите питание и разрядите все конденсаторы высокого напряжения, чтобы избежать повреждения вольтметра.

11.11 Измерение температуры

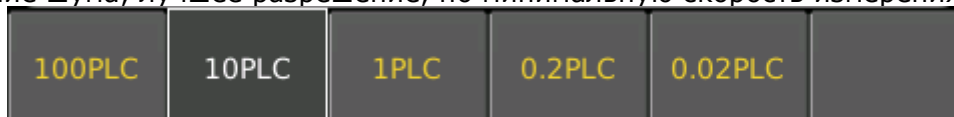
1. Нажать кнопку  а затем кнопку  на передней панели для входа в меню измерения температуры:



2. В меню **【Probe】** выбрать тип преобразователя температуры



3. В меню **【R0】** установить сопротивление преобразователя
4. Для более точного, но и более медленного измерения нажмите **【Auto Zero】**
 При включении функции автоматической установки нуля, вольтметр внутри своей измерительной схемы отключает входной сигнал после каждого измерения и снимает так называемое нулевое показание. Затем это нулевое показание вычитается из предыдущего показания. Таким образом, устраняется погрешность, обусловленная наличием напряжений смещения на входных схемах вольтметра.
5. В меню **【Aperture】** установить время интегриации. Время интегрирования выражается в циклах линии питания (PLC). Значение в 100 PLC обеспечивает максимальное подавление шума, лучшее разрешение, но минимальную скорость измерения.

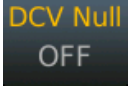
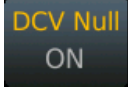
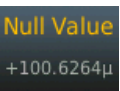


6. Для выбора единиц измерения (C или F) нажать **【Unit】**

12 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

12.1 Относительный измерения

Относительные измерения в приборе могут быть включены несколькими способами

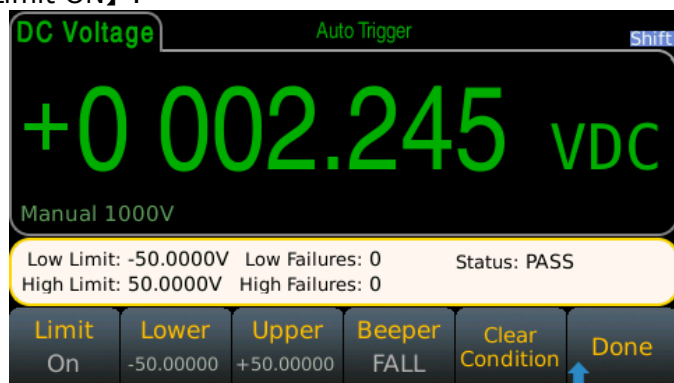
1. Нажать кнопку  на передней панели прибора
2. Нажать кнопку  затем  для входа в меню математических операций, затем переключить (режим DCV приведен для примера) с  на . При этом пользователю станет доступной коррективка значения обнуления . Стрелки  вправо – влево перемещают курсор, стрелки вверх – вниз изменяют значение.
3. Нажать на кнопку  затем нажать на . В этом случае значения на экране будут обнулены, но поправка запишется как поправочный коэффициент и будет применяться ко всем последующим измерениям.

12.2 Статистика

1. Нажать кнопку  затем  для входа в меню математических операций, затем кнопку входа в меню статистики **【Statistic】**, затем включить статистику изменив **【Statistic OFF】** на **【Statistic ON】**.
2. На экран прибора будут выведены максимальное и минимальное значения, среднее значение, значение Пик-Пик, значение девиации. А также кол-во отсчетов, с момента старта сбора статистики.
3. Буфер статистики может собрать 10000 измеренных значений.
4. Для удаления статистических данных нажать **【Clear Reading】**
5. Для выхода из меню нажать **【Done】**

12.3 Пределы

1. Нажать кнопку  затем  для входа в меню математических операций, затем кнопку входа в меню статистики **【Limit】**, затем включить статистику изменив **【Limit OFF】** на **【Limit ON】**.



2. В меню **【Lower】** установить нижний предел
3. В меню **【Upper】** установить верхний предел
4. В меню **【Upper】** установить условие при котором будет звучать сигнал
 - Off – сигнал выключен
 - Pass – Сигнал при измеренном значении в диапазоне
 - Fail – Сигнал при измеренном значении вне диапазона

ВНИМАНИЕ! Если звуковой сигнал выключен в основных настройках прибора, то в меню **【Limit】** звукового сигнала не будет.

12.4 Измерения в dB

Каждое измерение в дБ представляет собой разницу между входным сигналом и сохраненным опорным значением (оба преобразованы в дБм):

Для включения режима измерения в dB

1. Нажать кнопку  затем  для входа в меню математических операций, затем кнопку входа в меню относительных измерений **【dB/dBm】**, затем включить статистику изменив **【dB/dBm OFF】** на **【dB/dBm ON】**.



2. В меню **【Function】** выбрать dB
3. В меню **【Ref Z】** установить опорное сопротивление
4. В меню **【Ref Value】** установить опорное значение
5. Нажать на **【Measure Ref Value】** для изменения опорного значения



Опорное значение так же можно изменить с помощью стрелок. Стрелки вправо – влево перемещают курсор, стрелки вверх – вниз изменяют значение.

12.5 Измерение мощности dBm

Операция в dBm вычисляет уровень мощности, рассеянной на внутреннем резисторе относительно 1мВт, значение сопротивления задается в меню (см. раздел «использование меню конфигураций»). В этом случае на индикаторе будет присутствовать значение равное

$$dBm = 10 \cdot \lg \left(\frac{U^2}{R \cdot 1mBm} \right), \text{ где}$$

U – измеренное значение напряжения.

Для включения режима измерения мощности в относительных единицах

1. Нажать кнопку  затем  для входа в меню математических операций, затем кнопку входа в меню относительных измерений **【dB/dBm】**, затем включить статистику изменив **【dB/dBm OFF】** на **【dB/dBm ON】**.



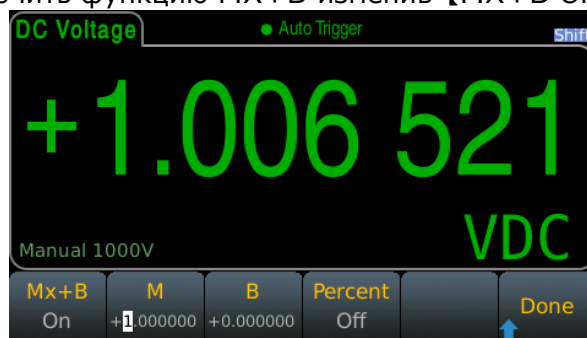
2. В меню **【Function】** выбрать dBm
3. В меню **【Ref Z】** установить опорное сопротивление

12.6 Математическая функция MX+B

Данная математическая функция позволяет производить с полученным результатом измерения **X** следующее действие – умножить его на константу **M** и прибавить константу **B**.

Константы **M** и **B** задаются пользователем и могут быть сохранены в энергонезависимой памяти вольтметра (см. режима конфигурирования вольтметра).

1. Нажать кнопку  затем  для входа в меню математических операций, затем кнопку входа в меню дополнительных математических операций **【Scale】** затем включить функцию MX+B изменив **【MX+B OFF】** на **【MX+B ON】**



2. Нажать кнопку **【M】** для установки константы M
3. Нажать кнопку **【B】** для установки константы B



Стрелки  вправо – влево перемещают курсор, стрелки вверх – вниз изменяют значение.

12.7 Математическая функция %

Данная математическая функция позволяет производить вычисление отношения результата измерения и опорной константы выраженное в процентах.

Вычисление производится по следующему алгоритму:

$$\% = \left(\frac{\text{измеренное_значение}}{\text{опорная_константа}} \right) * 100\% ,$$

Установка параметров этого режима и запуск производится в следующей последовательности:

1. Нажать кнопку  затем  для входа в меню математических операций, затем кнопку входа в меню дополнительных математических операций **【Scale】** затем включить функцию Проценты изменив **【Percent OFF】** на **【Percent ON】**



2. Нажать кнопку **【Ref Value】** для установки опорного значения



Стрелки вправо – влево перемещают курсор, стрелки вверх – вниз изменяют значение.

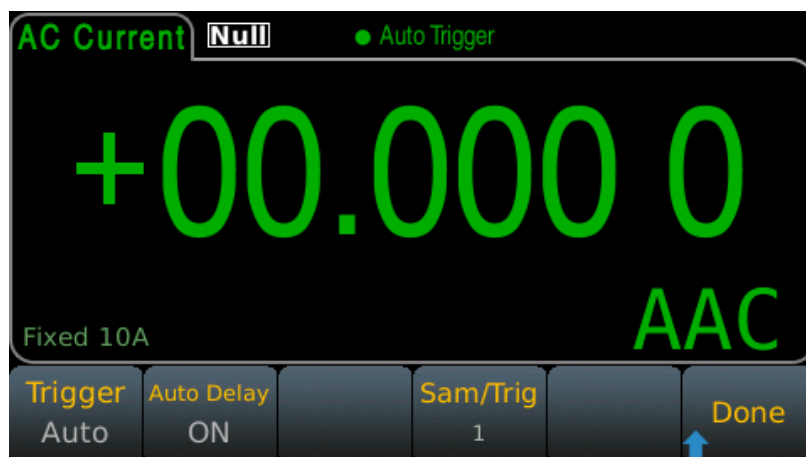
13 МЕНЮ ПРИБОРА

Для доступа в меню прибора нажмите кнопку



- Display – настройка отображения информации на дисплее (описана в пункте 9 настоящего руководства)
- Acquire – настройка запуска
- Utility – настройка дополнительных параметров

13.1 Меню Acquire (Запуск)



- Trigger – настройка вариантов срабатывания запуска вольтметра
 1. Auto - непрерывный
 2. Single - однократный
 3. Ext – внешний запуск по сигналу запуска на разъем на задней панели
- Auto Delay – настройка задержки запуска (0...3600 секунд)
- Sam/Trig – настройка количества отсчетов за запуск (0...1000000)
- Done – возврат в предыдущее меню

13.2 Меню Utility



- Save/Recall – настройка записи/вызова настроек и результатов измерений
- Manage Files – управление файлами / копирование файлов
- I/O config (см пункт 14 настоящего руководства по эксплуатации)
- System – системные настройки прибора
- Done – возврат в предыдущее меню

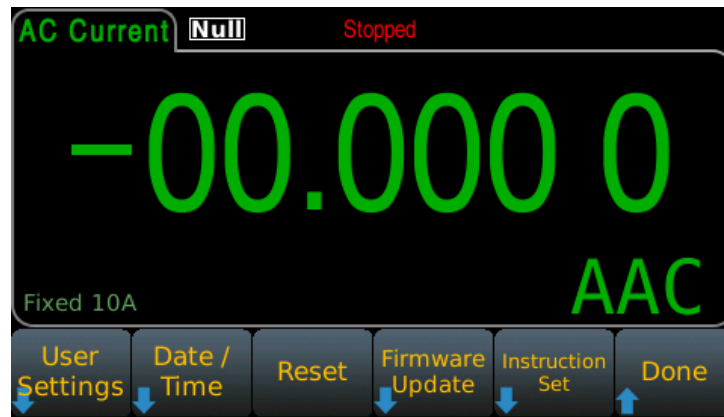
13.2.1 Save/Recall (Запись / вызов)

- Save Reading – сохранение измеренных значений
- Save Setting – сохранение настроек прибора
 1. Type – настройка типа файлов
 - CSV
 - DAT
 - TXT
 2. Action – настройка записи нового или перезаписи существующего файла
 - New – создание нового файла
 - Replace – перезапись файла
 3. Rename – переименовать файл
 4. Create folder – создание новой папки
- Recall Setting – вызов настроек прибора
- Power ON – выбор варианта загрузки прибора
 1. Last – загрузка состояния перед выключением
 2. User defined – из файла Setting определенного пользователем
 3. Factory default – загрузка заводского состояния
- Done – возврат в предыдущее меню

13.2.2 Manage Files (Управление файлами)

- Create folder – создание новой папки
- Copy – копировать файл
- Paste – вставить файл
- Delete – удалить файл
- Rename – переименовать файл

13.2.3 System (Система)

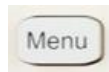


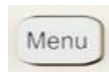
- User Setting
 1. Language – настройка языка меню
 2. Number – настройка разделителей
 - Decimal Pt – настройка разделителя целой и дробной части
 - Comma – запятая
 - Period – точка
 - Separator – настройка разделителей групп разрядов
 - None – разделителя нет
 - Space – пробел
 - On – запятая
 3. Sounds – настройка звуковых сигналов
 - Beeper – звуковое оповещение о событиях
 - On – включено
 - Off – выключено
 - Key Click – сигнал при нажатии кнопок
 - On – включено
 - Off – выключено
 4. Light – настройка яркости дисплея (0...100 %)
- Date / time – настройка даты и времени
- Reset – сброс к заводским настройкам
- Firmware Update – обновление прошивки вольтметра
- Instruction set – настройка языка управления (SCPI - ModBus)
- Done – возврат в предыдущее меню

14 ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Приборы серии АК ИП-2105 оснащены интерфейсами LAN, USB, RS-232.

14.1 Интерфейс USB



Нажать на кнопку  для входа в меню прибора, далее нажать **【Utility】**, затем **【I/O config】**, далее **【USB】**

В меню **【Show USB ID】**, на экран выводится USB идентификатор прибора

В меню **【Mode】** выбирается режим работы USB

- **tmc** – режим USBTMC (драйвер VISA производства National Instruments)
- **cds** – режим эмуляции COM порта

Для того что бы изменения вступили в силу прибор нужно перезагрузить.

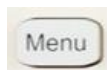
14.2 Интерфейс RS-232

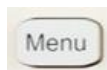
Для соединения с прибором используйте кабель с распиновкой

2-3

3-2

5-5

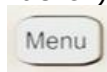


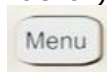
Для настройки нажать на кнопку  для входа в меню прибора, далее нажать **【Utility】**, затем **【I/O config】**, далее **【RS232】**

- **Baudrate** – установка скорости передачи данных
- **Data bits** - установка бит данных
- **Parity** – установка четности
- **Stop bits** - установка стопового бита

14.3 Интерфейс LAN

Порт для управления 45454 (не настраивается)



Для настройки нажать на кнопку  для входа в меню прибора, далее нажать **【Utility】**, затем **【I/O config】**, далее **【LAN】**

- **Modify** – настройка LAN (DHCP, IP, Subnet mask, Gateway, Hostname)
- **Set to Default** – сброс настроек к заводским
- **WLAN** – настройка беспроводного соединения (если установлен модуль)

15 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Следующие инструкции предназначены только для квалифицированного персонала. С целью избежания поражения электрическим током, не следует производить никаких операций, отличающихся от указанных в настоящем руководстве по эксплуатации. Все операции по техническому обслуживанию должен выполнять персонал, обладающий надлежащей квалификацией без отступления от требований и рекомендаций.

15.1 Номинальные характеристики и тип предохранителя

Если предохранитель перегорел, прибор не будет работать. Постарайтесь определить и устранить причину перегорания предохранителя, затем замените предохранитель в соответствии с номинальными характеристиками и типом, указанным на вольтметре:

Внимание. Для обеспечения противопожарной безопасности заменяйте предохранители только на 250 В предохранители указанного типа и номинальных характеристик; перед заменой предохранителя отключите сетевой шнур.

15.2 Замена предохранителя

Для постоянной защиты прибора от перегорания, заменяйте предохранитель только на указанный тип (см. табл.). До замены обязательно отключите кабель питания от сети.

Предохранители сгорают только тогда, когда прибор находится вне номинальных режимов работы. Необходимо обнаружить причину сгорания до замены предохранителя. Удостоверьтесь, что при замене используется нужный тип предохранителя.

Проверьте установки выбора напряжения питания на задней панели прибора. Если установки не соответствуют вашей сети питания, то измените их.

Порядок замены предохранителя

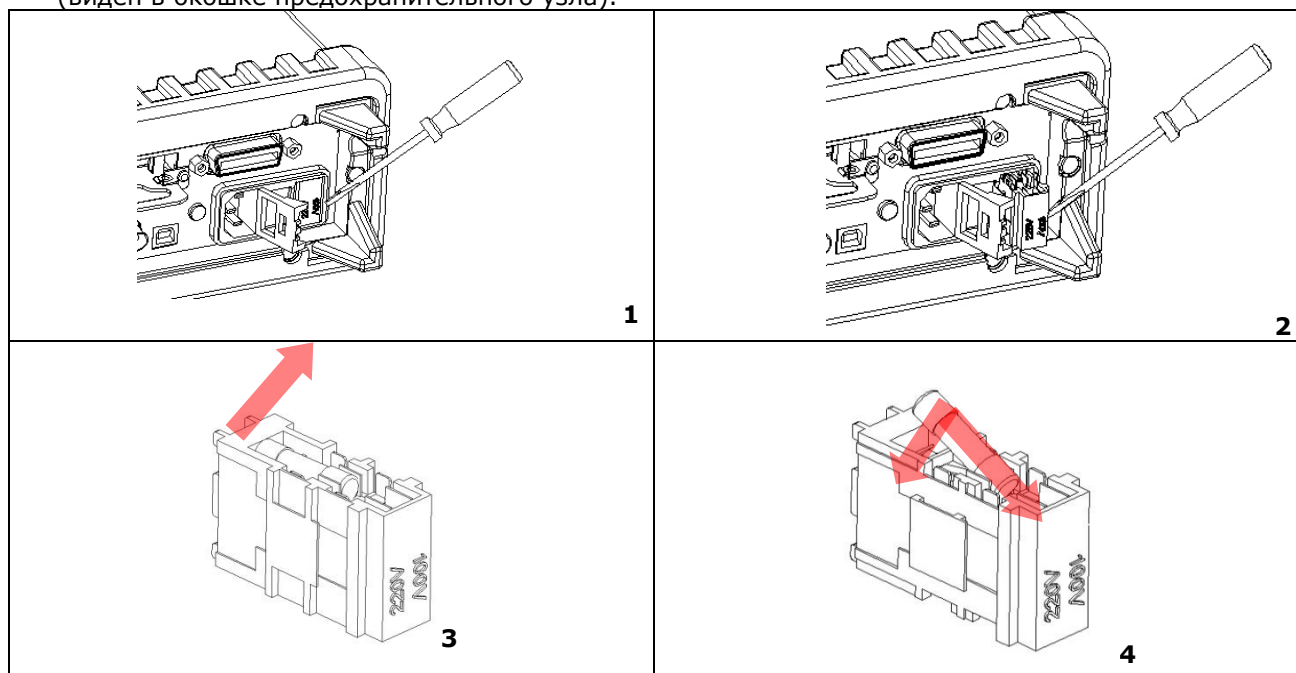
Отсоедините от прибора кабель питания

Поддеть отверткой с плоским жалом держатель сетевого предохранителя и аккуратно его извлечь из корпуса прибора (1-2).

Извлечь (по стрелке) перегоревший предохранитель из держателя (3).

Установить (по стрелке) новый предохранитель (4).

Разместить держатель в корпусе прибора с соблюдением номинала напряжения питающей сети (виден в окошке предохранительного узла).



15.3 Чистка и уход за поверхностью

Для чистки прибора используйте мягкую ткань, смоченную в мыльном растворе. Не распыляйте чистящее средство непосредственно на прибор, так как раствор может проникнуть вовнутрь и вызвать, таким образом, повреждение.

Не используйте химикаты (едкие и агрессивные вещества), содержащие бензин, бензол, толуол, ксилол, ацетон или аналогичные растворители. **Запрещается использовать для чистки абразивные вещества.**

16 ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Прибор, поступающий на склад потребителя, может храниться в упакованном виде в течение одного года.

16.1 Условия хранения прибора:

Отапливаемые хранилища:

температура воздуха от +5°C до +40°C,

относительная влажность до 80% при температуре +25°C.

Неотапливаемые хранилища:

температура воздуха от минус 50°C до +40°C,

относительная влажность воздуха до 98% при температуре + 25°C.

В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров, кислот, щелочей, вызывающих коррозию.

16.2 Длительное хранение

Длительное хранение прибора осуществляется в капитальном отапливаемом хранилище в условиях:

1. температура воздуха от +5 °C до +40 °C;

2. относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25°C и ниже без конденсации влаги.

Срок хранения прибора 10 лет.

В течение срока хранения прибор необходимо включать в сеть не реже одного раза в год для проверки работоспособности.

На период длительного хранения и транспортирования производится обязательная консервация прибора.

17 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

17.1 Тара, упаковка и маркировка упаковки

Для обеспечения сохранности прибора при транспортировании применена укладочная коробка с амортизаторами из пенопласта.

Упаковка прибора производится в следующей последовательности:

1. коробку с комплектом комбинированным (ЗИП) уложить в отсек на дно укладочной коробки;
2. прибор поместить в полиэтиленовую упаковку, перевязать шпагатом и поместить в коробку;
3. эксплуатационную документацию поместить в полиэтиленовый пакет и уложить на прибор или между боковой стенкой коробки и прибором;
4. товаросопроводительную документацию в пакете поместить под крышку коробки;
5. обтянуть коробку пластиковой лентой и опломбировать;
6. маркировку упаковки производить в соответствии с ГОСТ 4192—77.

17.2 Условия транспортирования

1. Транспортирование прибора в укладочной коробке производится всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 60°С и относительной влажности до 95 % при температуре окружающей среды не более плюс 30°С.
2. При транспортировании самолетом прибор должен быть размещен в отапливаемом герметизированном отсеке.
3. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование прибора.
4. Условия транспортирования приборов по ГОСТ 22261-94.

18 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Изготовитель гарантирует соответствие параметров прибора данным, изложенным в разделе «Технические характеристики» при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания и хранения, указанных в настоящем Руководстве.

Гарантийный срок указан на сайте www.prist.ru и может быть изменен по условиям взаимной договоренности.