

Компараторы-калибраторы универсальные КМ300

Назначение средства измерений

Компараторы-калибраторы универсальные КМ300 (далее – компаратор КМ300) предназначены для воспроизведения напряжения, мощности, постоянного и переменного тока, силы постоянного и переменного тока, измерения напряжений постоянного тока, компарирования напряжений постоянного тока, а также воспроизведения угла сдвига фаз между током и напряжением.

Описание средства измерений

В общем случае компаратор КМ300 состоит из следующих трех блоков:

- компаратора – калибратора универсального КМ300К – базового, системообразующего прибора, который управляет остальными блоками компаратора, выполняет функции компарирования напряжения постоянного тока, измерения напряжения постоянного тока, воспроизведения напряжений постоянного и переменного тока. КМ300К может поставаться и использоваться самостоятельно, являясь одной из четырех модификаций компаратора.

- компаратора – калибратора универсального КМ300Р – который является аналогом КМ300К, но без функции воспроизведения напряжений переменного тока.

- высоковольтного усилителя (далее – усилитель) КМ300Н.

- преобразователя напряжение - ток (далее – преобразователь) КМ300Т.

Комбинации этих блоков позволяют получить ещё три модификации компаратора:

- компаратор КМ300КН, состоящий из КМ300К и КМ300Н и имеющий расширенный диапазон воспроизведения напряжений постоянного и переменного тока;

- компаратор КМ300КТ, состоящий из КМ300К и КМ300Т и имеющий расширенный диапазон воспроизведения силы постоянного и переменного токов;

- компаратор КМ300КНТ, состоящий из КМ300К, КМ300Н и КМ300Т.

Компаратор КМ300КН при совместной работе с компаратором КМ300КТ обеспечивает воспроизведение мощности и угла сдвига фаз между током и напряжением.

Компаратор – калибратор универсальный КМ300К конструктивно состоит из калибратора, цифрового микровольтметра и микроконтроллера, управляющего работой всего калибратора и обеспечивающего вывод информации для индикации на лицевую панель и связь с подключаемым оборудованием через интерфейсы.

Калибратор содержит источник опорного напряжения, многозначную меру отношения (ММО) напряжений, выполненную на операционном индуктивном делителе, позволяющим получить калибратор напряжений с малыми шумами и стабильным коэффициентом отношения напряжений (K_0), не зависящим от температуры, т.к. K_0 определяется числом витков.

Цифровой микровольтметр создан на современной элементной базе, и по сути используется как «нуль-индикатор» при компарировании напряжений постоянного тока. Кроме этого имеется возможность использования микровольтметра для измерения напряжения постоянного тока непосредственно.

На лицевую панель компаратора КМ300К выведены органы управления и индикации.

Общий вид и места нанесения поверительных клейм компараторов – калибраторов универсальных КМ300 представлены на рисунках 1- 4.

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93



Места нанесения поверительных клейм

Рисунок 1 - Общий вид передней и задней панели компаратора – калибратора универсального KM300K



Места нанесения поверительных клейм

Рисунок 2 - Общий вид передней и задней панели компаратора – калибратора универсального KM300P



Места нанесения поверительных клейм

Рисунок 3 - Общий вид передней и задней панели преобразователя KM300T



Места нанесения поверительных клейм

Рисунок 4 - Общий вид передней и задней панели усилителя KM300H

Программное обеспечение

Компаратор имеет встроенное и внешнее программное обеспечение (ПО). Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Встроенное ПО (микропрограмма) реализовано аппаратно и является метрологически значимым. Вклад ПО в суммарную погрешность калибраторов незначителен, так как определяется погрешностью индуктивных делителей напряжения и погрешностью АЦП, являющихся ничтожно малой по сравнению с погрешностью измерителя.

Встроенное ПО защищено от несанкционированного доступа аппаратно средствами микроконтроллера, делающими невозможными чтение и изменение микропрограммы, запрограммированной в заводских условиях с использованием специального программатора. Изменить ПО через интерфейс также невозможно.

Внешнее ПО (удаленное управление КМ300С), устанавливаемое на персональный компьютер, предусматривает различные экранные формы, предназначенные для управления калибратором.

Внешнее ПО не является метрологически значимым, поскольку только передает команды, позволяющие переключать множители и выбирать требуемое воспроизводимое номинальное значение напряжения или тока.

Таблица 1- Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Встроенное	Микро-программа	2.11	0xF5A1	CRC16
Внешнее	Удаленное управление КМ300	1.5	f50037dd9845fd2aa778c97c9f005df9	md5

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «А» в соответствии с МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

1 Основные параметры и характеристики компаратора КМ300 в режиме компарирования напряжения постоянного тока

1.1 Компарирование напряжения постоянного тока осуществляется компаратором-калибратором универсальным КМ300К.

Диапазон компарирования от 10 нВ до 10 В;

Пределы допускаемой основной погрешности компарирования указаны в таблице 2.

Таблица 2 - Пределы допускаемой основной погрешности компарирования напряжения постоянного тока (нелинейность) , 7.5 -разрядная шкала

Предел, Уп	Пределы допускаемой основной погрешности, $\pm$ (% от U + % от Уп)
	1 год, (Тк $\pm$ 1) °С
«100mV»	0,0002 + 0,00004
«1V»	0,0001 + 0,00001
«10V»	0,0001 + 0,00001

Примечание - Тк – температура, при которой осуществлялась калибровка компаратора КМ300. Тк не должна выходить за пределы 10-35 °С. При выпуске Тк = (23 $\pm$ 1) °С.
 U – измеренное значение напряжения;
 Уп – напряжение пределов.

П р и м е ч а н и е - Время прогрева компаратора ≥ 1 ч с последующим выполнением операции автокалибровки и установки комплектного нуля (0к). При изменении температуры окружающей среды более 2°C необходима установка нуля после 10 минутной выдержки при новой температуре.

1.2 Величина шума на пределе 10 В (нулевая составляющая) не превышает 0,2 мкВ (пик - пик) в полосе частот 1 Гц (Ти - период индикации измерения 1,2 с).

1.3 Величина шума на пределе 10 В, при воспроизведении 1,0 В не превышает 0,4 мкВ (пик - пик) в полосе частот 1 Гц (Ти - 1,2 с).

1.4 Обеспечивается перекрытие пределов не менее 2 %.

1.5 Время единичного измерения компаратора - не более 4 с на пределе 10 В и Ти - 0,6 с.

2 Основные параметры и характеристики компаратора КМ300 в режиме измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока

2.1 Диапазон воспроизведения напряжения

постоянного тока модификациями компаратора КМ300:

КМ300К, КМ300Р, КМ300КТ

от 10 нВ до 10 В;

КМ300КН, КМ300КНТ

от 10 нВ до 1000 В.

2.2 Диапазон измерения напряжения постоянного

тока модификациями компаратора КМ300:

КМ300К, КМ300КН, КМ300КТ, КМ300КНТ

от 10 нВ до 1000 В.

2.3 Пределы допускаемой основной погрешности измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока указаны в таблицах 3, 4.

П р и м е ч а н и я

1 Погрешность измерения с 6-разрядной шкалой увеличивается на одну единицу младшего разряда.

2 Время прогрева компаратора ≥ 1 ч последующим выполнением операции автокалибровки и установки нуля.

3 Тк – температура, при которой осуществлялась калибровка компаратора.

Тк не должна выходить за пределы 10 – 35 °С. При выпуске Тк = (23 ± 1)°С.

Таблица 3 - Пределы допускаемой основной погрешности измерения напряжения постоянного тока, 7.5-разрядная шкала

Предел, Уп	Пределы допускаемой основной погрешности, $\pm$ (% от U + % от Уп) ¹⁾			
	24 часа, (Тк ± 1) °С	3 месяца, (Тк ± 1) °С	1 год, (Тк ± 1) °С	1 год, (Тк ± 5) °С
«100mV»	0,0005 + 0,00004	0,0009 + 0,00004	0,0011 + 0,00004	0,0013 + 0,00004
«1V»	0,00025 + 0,000015	0,00065 + 0,000015	0,00085 + 0,000015	0,001 + 0,000015
«10V»	0,0001 + 0,00001	0,0005 + 0,00001	0,0007 + 0,00001	0,00085 + 0,00001
«100V» ²⁾	0,001 + 0,0005	0,0015 + 0,0005	0,0025 + 0,0005	0,0035 + 0,001
«1000V» ²⁾	0,0015 + 0,0005	0,0025 + 0,0005	0,003 + 0,0005	0,004 + 0,001

¹⁾ При выпуске из производства компаратор КМ300 калибруется по рабочему эталону первого разряда (мера постоянного напряжения 7001, погрешность которой менее 0,00015 % годовых).
На пределах 100 mV, 1V, 10V измерения производятся с 7.5 разрядной шкалой, на пределах 100V и 1000 - с 6.5 разрядной шкалой.

²⁾ Для модификаций КМ300КН, КМ300КНТ.

П р и м е ч а н и е - U – измеренное значение напряжения;
Уп – напряжение пределов.

Таблица 4 - Пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, 7.5-разрядная шкала

Предел, Уп	Пределы допускаемой основной погрешности, $\pm (\% \text{ от } U + \% \text{ от } U_{\text{п}})^{1)}$			
	24 часа, (Тк $\pm$ 1) °С	3 месяца, (Тк $\pm$ 1) °С	1 год, (Тк $\pm$ 1) °С	1 год, (Тк $\pm$ 5) °С
«100mV»	0,0005 + 0,00004	0,0009 + 0,00004	0,0011 + 0,00004	0,0013 + 0,00004
«1V»	0,00025 + 0,000015	0,00065 + 0,000015	0,00085 + 0,000015	0,001 + 0,000015
«10V»	0,0001 + 0,00001	0,0005 + 0,00001	0,0007 + 0,00001	0,00085 + 0,00001
«100V» ²⁾	0,001 + 0,0005	0,0015 + 0,0005	0,0025 + 0,0005	0,0035 + 0,001
«1000V» ²⁾	0,0015 + 0,0005	0,0025 + 0,0005	0,003 + 0,0005	0,004 + 0,001

¹⁾ При выпуске из производства компаратор КМ300 калибруется по рабочему эталону первого разряда (мера напряжения 7001, погрешность которой менее 0,00015 % годовых).
²⁾ Для модификаций КМ300КН, КМ300КНТ.
Примечание - U – измеренное значение напряжения;
U_п – напряжение пределов.

2.4 Компаратор КМ300 обеспечивает перекрытие пределов измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока не менее чем на 2 %.

2.5 Метрологические характеристики и параметры компаратора КМ300 в режиме микровольтметра соответствуют требованиям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5- Характеристики и параметры КМ300 в режиме микровольтметра

Предел, Уп	Пределы допускаемой основной погрешности $\pm (\% \text{ от } U + \% \text{ от } U_{\text{п}})$	Входной ток, нА	Входное сопротивление
100 μ V	0,2 + 0,04	< 0,1	> 10 МОм
1 mV	0,08 + 0,02	< 0,1	> 100 МОм
10 V	0,01 + 0,002	< 0,1	> 10 ГОм

Примечание - U – измеренное значение напряжения;
U_п – напряжение пределов.

2.6 Параметры выходной цепи компаратора КМ300 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Параметры выходной цепи компаратора КМ300 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока

Предел, Уп	Выходное сопротивление, Ом	Максимальный ток на выходе I _м , мА
100 mV	20	-
1 V	200	-
10 V	$\leq 0,0003$	100
100 V	$\leq 0,5$	10
1000 V	$\leq 0,5$	10

2.7 Подавление помехи микровольтметром:

- последовательного (нормального) вида с частотой питающей сети - не менее 100 дБ при динамическом диапазоне (амплитудное значение) 50 мВ;
- параллельного (общего) для напряжений с частотой питающей сети - не менее 120 дБ при динамическом диапазоне (амплитудное значение) 250 В.

2.8 Время установления выходного напряжения компаратора КМ300 (с точностью до 1 млн^{-1}) - не более 3 с (увеличивается на 1 с при изменении полярности или предела).

2.9 Дополнительная температурная погрешность воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока, при изменении температуры окружающего воздуха на каждые 10°C - не более основной погрешности, нормируемой за 1 год при температуре $T = (T_k \pm 1)^\circ\text{C}$.

3 Основные параметры и характеристики компаратора КМ300 в режиме воспроизведения напряжения переменного тока

3.1 Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока модификациями компаратора КМ300 в частотном диапазоне от 10 до 1000 Гц:

КМ300К, КМ300КТ от 1 мВ до 10 В;
КМ300КН, КМ300КНТ от 1 мВ до 700 В.

3.2 Пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока приведены в таблице 7.

3.3 Время установления выходного напряжения - не более 0,5 с, время установления частоты - не более 0,5 с.

3.4 Дополнительная температурная погрешность воспроизведения напряжения переменного тока, обусловленная изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10°C - не более основной погрешности, нормируемой за один год при $T = (T_k \pm 1)^\circ\text{C}$.

Таблица 7 - Предел допускаемой основной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока, 6. 5-разрядная шкала

Пределы, Уп (диапазон U)	Частотный диапазон, Гц	Пределы допускаемой основной погрешности за 1 год, $\pm$ (% от U + % от Уп) ¹⁾	
		$(T_k \pm 1)^\circ\text{C}$	$(T_k \pm 5)^\circ\text{C}$
«100mV» (1 – 102 мВ)	10 - 1000	0,02 + 0,005	0,03 + 0,005
«1V» (10 мВ – 1,02 В)	10 - 1000	0,015 + 0,005	0,02 + 0,005
«10V» (0,1 – 10,2 В)	10 - 1000	0,015 + 0,005	0,02 + 0,005
«100V» ²⁾ (1 – 102 В)	10 - 1000	0,025 + 0,005	0,035 + 0,005
«700V» ²⁾ (10 – 720 В)	10 - 1000	0,03 + 0,005	0,04 + 0,005

¹⁾ Пределы допускаемой основной погрешности нормируется от 10 % Уп до Уп.
При выпуске $T_k = (23 \pm 1)^\circ\text{C}$.

²⁾ Для модификаций КМ300КН, КМ300КНТ.

П р и м е ч а н и е - U – измеренное значение напряжения;
Уп – напряжение пределов.

3.5 Компаратор КМ300 обеспечивает установку частоты напряжения синусоидальной формы на пределах, с диапазонами, дискретностью и погрешностью, указанными в таблице 8.

Таблица 8 - Пределы, диапазоны и погрешность установки частоты

Пределы частоты, Гц	Частотный диапазон, Гц	Дискретность, Гц	Относительная погреш- ность, %, не более
1000	10 - 1000	1	0,003

3.6 Нагрузочные характеристики и коэффициент гармоник компаратора КМ300 в режиме воспроизведения напряжения переменного тока удовлетворяют требованиям, указанным в таблице 9.

Таблица 9 - Нагрузочные характеристики и коэффициент гармоник компаратора КМ300 в режиме воспроизведения напряжения переменного тока

Предел, Уп	Частотный диапазон, Гц	Коэффициент гармоник Кг, %, не более	Нагрузочные характеристики	
			Емкость нагрузки, пФ, не более	Ток нагрузки, мА, не более
«100mV»	10 - 1000	0,06	1000	20
«1V»	10 - 1000	0,06	1000	50
«10V»	10 - 1000	0,06	1000	50
«100V»	10 - 1000	0,1	500	10
«700V»	10 - 1000	0,1	500	10

4 Основные параметры и характеристики компаратора КМ300 в режиме воспроизведения силы постоянного тока

4.1 Модификация компаратора КМ300 - компаратор КМ300КТ, в состав которого входят компаратор – калибратор универсальный КМ300К и преобразователь КМ300Т обеспечивает воспроизведение силы постоянного тока от 0,1 нА до 50 А с параметрами и характеристиками, приведенными в таблице 10.

Таблица 10 - Пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока и выходные параметры калибратора силы постоянного тока, 7.5-разрядная шкала

Предел, Ип	Пределы допускаемой основной погрешности за 1 год $\pm$ (% от I + % от Ип)		Допустимое сопротивление нагрузки, Ом	Выходное сопротивление, не менее
	(Тк $\pm$ 1) °С	(Тк $\pm$ 5) °С		
«1mA»	0,0025+0,0005	0,0035+0,0005	до 2000	1 ГОм
«10mA»	0,0025+0,0005	0,0035+0,0005	до 200	100 МОм
«100mA»	0,0025+0,0005	0,0035+0,0005	до 20	10 МОм
«1A»	0,005+0,001	0,007+0,001	до 1	0,5 МОм
«10A»	0,008+0,002	0,012+0,002	до 0,1	20 кОм
«50A» ¹⁾	0,035+0,004	0,05+0,004	до 0,02	2 кОм

¹⁾ Ток 40 – 50 А выдается в течение 3 мин, после чего срабатывает защита от перегрева с последующим перерывом для автоматического охлаждения

Пр и м е ч а н и я

1 Тк – температура, при которой осуществлялась калибровка компаратора КМ300. Тк не должна выходить за пределы 10 – 35 °С. При выпуске Тк = (23 $\pm$ 1) °С.

2 I – измеренное значение тока;

Ип – значение предела.

4.2 Динамический диапазон выходного напряжения составляет:

на пределах 1, 10 и 100 мА

на пределе 1 А

на пределе 10 А

на пределе 50 А

от минус 9 до 9 В,

от минус 7 до 7 В,

от минус 2 до 2 В,

от минус 1 до 1 В.

4.3 Компаратор КМ300КТ обеспечивает перекрытие пределов воспроизведения силы постоянного тока не менее 2 %.

4.4 Дополнительная температурная погрешность воспроизведения силы постоянного тока, обусловленная изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С, - не более основной погрешности, нормируемой за один год при $T = (T_k \pm 1) ^\circ\text{C}$.

5 Основные параметры и характеристики компаратора КМ300 в режиме воспроизведения силы переменного тока

5.1 Модификация компаратора КМ300 - компаратор КМ300КТ обеспечивает воспроизведение силы переменного тока (синусоидальной формы) в диапазоне от 10 мкА до 50 А в частотном диапазоне от 10 до 1000 Гц с параметрами и характеристиками, приведенными в таблицах 11, 12.

Таблица 11 - Пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения силы переменного тока

Пределы, I_p (диапазон I)	Частотный диапазон, Гц	Пределы допускаемой основной погрешности за 1 год, $\pm (\% \text{ от } I + \% \text{ от } I_p)$		Допустимое сопротивление на нагрузке, Ом
		$(T_k \pm 1) ^\circ\text{C}$	$(T_k \pm 5) ^\circ\text{C}$	
«1mA» (10 мкА - 1,02 мА)	10 - 1000	0,025 + 0,005	0,03 + 0,005	до 2000
«10mA» (0,1 - 10,2мА)	10 - 1000	0,025 + 0,005	0,03 + 0,005	до 200
«100mA» (1 - 102 мА)	10 - 1000	0,025 + 0,005	0,03 + 0,005	до 20
«1A» (0,01 - 1,02 А)	10 - 1000	0,035 + 0,005	0,05 + 0,005	до 0,5
«10A» (0,1 – 10,2 А)	10 - 1000	0,045 + 0,005	0,065 + 0,005	до 0,05
«50A» ¹⁾ (10 – 51,0 А)	45 - 1000	0,08 + 0,02	0,12 + 0,02	до 0,02

¹⁾ Ток 40 – 50 А выдается в течение 3 мин, после чего срабатывает защита от перегрева с последующим перерывом для автоматического охлаждения.

П р и м е ч а н и я

1 T_k – температура, при которой осуществлялась калибровка компаратора КМ300.
 T_k не должна выходить за пределы 10 – 35 °С. При выпуске $T_k = (23 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

2 I – измеренное значение тока;

I_p – значение предела.

Таблица 12 - Выходные параметры компаратора КМ300 в режиме воспроизведения силы переменного тока

Предел, I_p	Частотный диапазон, Гц	Выходные параметры	
		Коэффициент гармоник K_g , %, не более	Выходное сопротивление, не менее
«1mA»	10 - 1000	0,08	30 МОм
«10mA»	10 - 1000	0,08	3 МОм
«100mA»	10 - 1000	0,08	300 кОм
«1A»	10 - 1000	0,08	30 кОм
«10A»	10 - 1000	0,1	1 кОм
«50A»	45 - 1000	0,15	200 Ом

5.2 Дополнительная температурная погрешность воспроизведения силы переменного тока, обусловленная изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10 °С, - не более основной погрешности, нормируемой за 1 год при $T = (T_k \pm 1) ^\circ\text{C}$.

6 Основные параметры и характеристики компаратора КМ300 в режиме калибратора мощности

6.1 Компаратор КМ300 при совместном использовании модификаций КМ300КН и КМ300КТ обеспечивает воспроизведение мощности постоянного и переменного тока и угла сдвига фаз между током и напряжением. Метрологические характеристики компаратора КМ300 в режиме воспроизведения угла сдвига фаз приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Метрологические характеристики компаратора КМ300 в режиме воспроизведения угла сдвига фаз

Частотный диапазон, Гц	Диапазон значений (Разрешающая способность), °	Пределы абсолютной погрешности $\Delta\varphi$ за 1 год, °
45 - 55	от минус 180 до плюс 180 (0,01)	$\pm 0,1$
55 - 1000		$\pm (0,1 + 0,002 * (f - 55))$

6.2 Диапазон воспроизведения мощности, В·А от 1 мВт до 10кВт.

6.3 Относительная погрешность воспроизведения мощности переменного тока, d_P определяется по формуле, %:

$$d_P = \sqrt{d_U^2 + d_I^2 + d_j^2},$$

где d_U - погрешность воспроизведения напряжения переменного тока, определяемая согласно таблице 7, %;

d_I - погрешность воспроизведения силы переменного тока, определяемая согласно таблице 11, %;

d_j - погрешность воспроизведения коэффициента мощности, рассчитываемая по формуле, %:

$$d_j = 100 \cdot \left(1 - \frac{\cos(j + \Delta j)}{\cos j} \right),$$

где j - воспроизводимый угол сдвига фаз между напряжением и токами;

Δj - предел абсолютной погрешности угла сдвига фаз, определяется согласно таблице 13, °.

Относительная погрешность воспроизведения мощности постоянного тока, d_P определяется по формуле, %:

$$d_P = \sqrt{d_U^2 + d_I^2},$$

где d_U - погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока, определяется согласно таблице 4, %;

d_I - погрешность воспроизведения силы постоянного тока, определяется согласно таблице 10, %.

7 Нормальные условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха - $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность - 30 – 80 %;
- атмосферное давление - 84 - 106 кПа (630 – 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети - $(220 \pm 4,4) \text{ В}$.

8 Рабочие условия эксплуатации соответствуют ГОСТ 22261 группа 1:

- температура окружающего воздуха - от 10 до 35 $^\circ\text{C}$;
- относительная влажность - до 80 % при температуре 25 $^\circ\text{C}$;
- напряжение питающей сети - $(220 \pm 22) \text{ В}$.

9 Время установления рабочего режима компаратора КМ300 - не менее 1 ч.

10 Время непрерывной работы компаратора КМ300

в рабочих условиях эксплуатации - не менее 24 ч.

П р и м е ч а н и е – Время непрерывной работы не включает в себя время установления рабочего режима.

11 Компаратор КМ300 сохраняет свои технические характеристики при питании от сети переменного тока напряжением $(220 \pm 22) \text{ В}$, частотой от 47 до 63 Гц и содержанием гармоник не более 5 %.

12 Электрическая прочность изоляции между сетевыми цепями приборов КМ300К, КМ300Р, КМ300Т, КМ300Н и клеммой заземления (корпусом) выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение 2,2 кВ постоянного напряжения в нормальных условиях.

Электрическая прочность изоляции между входными - выходными клеммами прибора КМ300К, КМ300Р, КМ300Т и корпусом выдерживает без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение 0,7 кВ постоянного напряжения в нормальных условиях.

Электрическая прочность изоляции между входными-выходными клеммами прибора КМ300Н и корпусом должна выдерживать без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение 4,3 кВ постоянного тока в нормальных условиях.

Электрическая прочность изоляции между входными-выходными клеммами ДН вх и экраном (Э) должна выдерживать без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение 4,3 кВ постоянного тока в нормальных условиях.

13 Электрическое сопротивление изоляции между соединенными вместе корпусом, цепями сетевого питания приборов КМ300К, КМ300Р, КМ300Т, КМ300Н относительно входных - выходных клемм - не менее 10^9 Ом .

Электрическое сопротивление изоляции между соединенными вместе цепями сетевого питания приборов КМ300К, КМ300Р, КМ300Т, КМ300Н относительно корпуса - не менее 10^8 Ом .

14 Мощность, потребляемая приборами от сети питания при номинальном напряжении, - не более:

- 44 В·А для компаратора КМ300К, КМ300Р;
- 440 В·А для преобразователя КМ300Т;
- 130 В·А для усилителя КМ300Н.

15 Средняя наработка на отказ каждого из приборов компаратора КМ300 - не менее 15000 ч.

16 Средний срок службы каждого из приборов - не менее 10 лет.

17 Масса модификаций компаратора КМ300 - не более:

- 10 кг для компараторов КМ300К, КМ300Р;
- 22 кг для компаратора КМ300КТ;
- 20 кг для компаратора КМ300КН;
- 32 кг для компаратора КМ300КНТ.

18 Габаритные размеры модификаций компаратора КМ300 - не более (Ш, В, Г):

- 370*130*390 мм для компараторов КМ300К, КМ300Р;
- 370*260*390 мм для компараторов КМ300КТ, КМ300КН;
- 370*390*390 мм для компаратора КМ300КНТ.

Знак утверждения типа

наносят на лицевую панель любым способом и на титульные листы руководства по эксплуатации и формуляра печатным способом.

Комплектность средства измерений

Состав комплекта поставки компаратора КМ300 приведен в таблицах 14, 15, 16, 17, 18.

Таблица 14 - Состав комплекта поставки компаратора КМ300К

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
ЗИУСН.349.006-000	КМ300К – компаратор-калибратор универсальный	1	
ОИУСН.140.008 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
ЗИУСН.349.006-000ФО	Формуляр	1	
	<u>Запасные части и принадлежности</u>		
	ЗИП компаратора КМ300К		
5ИУСН.500.300	Кабель К1	2	
6ИУСН.345.001	Делитель 100:1 (10 МОм/100 кОм)	1	
8ИУСН.585.300	Переключатель медная	4	2 шт. установлены на клеммах
8ИУСН.588.300-000	Наконечник	4	
8ИУСН.588.300-010	Наконечник	2	
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,5 А 250 В	2	
	Кабель USB A-B	1	
	Разъем DB9F	1	
	Шнур соединительный	1	Сетевой

Таблица 15 - Состав комплекта поставки компаратора КМ300Р

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
ЗИУСН.349.006-001	КМ300Р – компаратор-калибратор универсальный	1	
ОИУСН.140.008 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
ЗИУСН.349.006-040ФО	Формуляр	1	
	<u>Запасные части и принадлежности</u>		
	ЗИП компаратора КМ300Р		
5ИУСН.500.300	Кабель К1	2	
8ИУСН.585.300	Переключатель медная	4	3 шт. установлены на клеммах
8ИУСН.588.300-000	Наконечник	4	

Продолжение таблицы 15

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
8ИУСН.588.300-010	Наконечник	2	
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,5 А 250 В	2	
	Кабель USB А-В	1	
	Разъем DB9F	1	
	Шнур соединительный	1	Сетевой

Таблица 16- Состав комплекта поставки компаратора КМ300КТ

Обозначение	Наименование	Ко л.	Примечание
ЗИУСН.349.006-000	КМ300К – компаратор-калибратор универсальный	1	
ЗИУСН.489.002	КМ300Т– преобразователь напряжение-ток	1	
ОИУСН.140.008 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
ЗИУСН.349.006-010ФО	Формуляр	1	
	<u>Запасные части и принадлежности</u>		
	ЗИП компаратора КМ300К		
5ИУСН.500.300	Кабель К1	2	
6ИУСН.345.001	Делитель 100:1 (10МОм/100 кОм)	1	
8ИУСН.585.300	Перемычка медная	4	2 шт. установлены на клеммах
8ИУСН.588.300-000	Наконечник	4	
8ИУСН.588.300-010	Наконечник	2	
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,5 А 250 В	2	
	Кабель USB А-В	1	
	Разъем DB9F	1	
	Шнур соединительный	1	Сетевой
	ЗИП преобразователя КМ300Т		
5ИУСН.500.400	Кабель К2	1	
5ИУСН.500.401	Кабель К4	1	
5ИУСН.500.402	Кабель К5	1	
5ИУСН.500.403	Соединитель (СТ, красный)	1	
5ИУСН.500.404	Соединитель (СТ, черный)	1	
5ИУСН.500.405	Кабель управления	1	
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 3,15 А 250 В	2	
	Шнур соединительный	1	Сетевой

Таблица 17 - Состав комплекта поставки компаратора КМ300КН

Обозначение	Наименование	Ко л.	Примечание
ЗИУСН.349.006-000	КМ300К – компаратор-калибратор универсальный	1	
ЗИУСН.489.002	КМ300Н – высоковольтный усилитель напряжения	1	
ОИУСН.140.008 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
ЗИУСН.349.006-020ФО	Формуляр	1	

Продолжение таблицы 17

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Запасные части и принадлежности</u>		
	ЗИП компаратора КМ300К		
ЗИУСН.459.008	Измерительный резистор МР3050	1	Номинальные значения сопротивлений 0,1; $\pm 0,02$ %, при совместном приобретении с КМ300КТ
5ИУСН.500.300	Кабель К1	2	
5ИУСН.500.408	Кабель RS485	1	При совместном приобретении с КМ300КТ
5ИУСН.500.600	Кабель синхронизации К3	1	При совместном приобретении с КМ300КТ
6ИУСН.345.001	Делитель 100:1 (10 Мом/100 кОм)	1	
8ИУСН.585.300	Переключатель медная	4	2 шт. установлены на клеммах
8ИУСН.588.300-000	Наконечник	4	
8ИУСН.588.300-010	Наконечник	2	
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,5 А 250 В	2	
	Кабель USB A-B	1	
	Разъем DB9F	1	
	Шнур соединительный	1	Сетевой
	ЗИП усилителя КМ300Н		
5ИУСН.500.500	Кабель К2	1	
5ИУСН.500.405	Кабель управления	1	
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 1 А 250 В	2	
	Комплект проводов до 1000 В	1	
	Шнур соединительный	1	Сетевой

Таблица 18 – Состав комплекта поставки компаратора КМ300КНТ

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
ЗИУСН.349.006-000	КМ300К – компаратор-калибратор универсальный	1	
ЗИУСН.489.002	КМ300Н – высоковольтный усилитель напряжения	1	
ЗИУСН. 411582.034	КМ300Т – преобразователь напряжение-ток	1	
ОИУСН.140.008 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
ЗИУСН.349.006-030ФО	Формуляр	1	

Продолжение таблицы 18

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Запасные части и принадлежности</u>		
	ЗИП компаратора КМ300К		
5ИУСН.500.300	Кабель К1	2	
5ИУСН.500.406	Кабель управления	1	
6ИУСН.345.001	Делитель 100:1 (10МОм/100 кОм)	1	
8ИУСН.585.300	Переключатель медная	4	2 шт. установлены на клеммах
8ИУСН.588.300-000	Наконечник	4	
8ИУСН.588.300-010	Наконечник	2	
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 0,5 А 250 В	2	
	Кабель USB A-B	1	
	Разъем DB9F	1	
	Шнур соединительный	1	Сетевой
	ЗИП преобразователя КМ300Т		
5ИУСН.500.400	Кабель К3	1	
5ИУСН.500.401	Кабель К4	1	
5ИУСН.500.402	Кабель К5	1	
5ИУСН.500.403	Соединитель (СТ, красный)	1	
5ИУСН.500.404	Соединитель (СТ, черный)	1	
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 3,15 А 250 В	2	
	Шнур соединительный	1	Сетевой
	ЗИП усилителя КМ300Н		
5ИУСН.500.500	Кабель К2	1	
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 1 А 250 В	2	
	Комплект проводов до 1000 В	1	
	Шнур соединительный	1	Сетевой

Поверка

осуществляется по документу 0ИУСН.140.008 РЭ (Раздел 9), утвержденному ГЦИ-СИ ФБУ «Краснодарский ЦСМ» в июле 2013 г.

Основные средства поверки приведены в таблице 19.

Таблица 19 - Основные средства поверки

Наименование	Тип средств измерений	Основные технические характеристики средств измерений
Мультиметр	3458А	Линейность на пределе 10 В $\pm 0,00001$ %, измерение напряжения постоянного тока в диапазоне от 100 мВ до 1000 В; погрешность измерения от 0,0008 - 0,001%; измерение напряжения переменного тока в диапазоне от 10 мВ до 10 В в полосе частот до 1 кГц; погрешность измерения $\pm 0,009$ %
Мера постоянного напряжения	7001	Выходное напряжение 10 В; нестабильность за 360 дней $1,5 \cdot 10^{-6}$

Продолжение таблицы 19

Наименование	Тип средств измерений	Основные технические характеристики средств измерений
Калибратор-вольтметр универсальный	Н4-12	Измерение напряжения переменного тока в диапазоне от 10 мВ до 1000 В, в частотном диапазоне от 0,1 Гц до 20 кГц; погрешность измерения переменного напряжения 0,003 – 0,005 %
Магазин электрического сопротивления	P4830/2	Класс точности 0,05
Калибратор	КМ300КН	Воспроизведение напряжений постоянного тока до 1000 В, погрешность $\pm 0,003$ %
Измеритель разности фаз	Ф2-34	Диапазон входных напряжений от 0,2 до 2 В; погрешность измерения углов фазового сдвига 0,1 ° в диапазоне частот до 1000 Гц
Катушки электрического сопротивления	P331 P321	Номинальные сопротивления 1000; 100; 10; 1; 0,1 Ом; стабильность за 1 год $\pm 0,001$ %
Катушки электрического сопротивления	P310	Номинальные сопротивления 0,01; 0,001 Ом; стабильность за 1 год $\pm 0,005$ %
Мера сопротивления	Н4-12МС	Номинальные значения сопротивлений 100; 10; 1; 0,01 Ом; отклонение действительных значений сопротивления от номинального значения $\pm 0,01$ %
Измеритель нелинейных искажений	СК6-13	Диапазон напряжений от 1 до 100 В; диапазон измеряемых искажений от 0,01 %, с погрешностью не более ± 10 %
Частотомер электронно-счетный	ЧЗ-63	Погрешность измерения периода не более $\pm 2 \times 10^{-6}$ %

Сведения о методиках (методах) измерений

Методика воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока; силы постоянного и переменного тока, измерения напряжений постоянного тока, компарирования напряжений постоянного тока компаратором-калибратором универсальным КМ300 описана в документе ОИУСН.140.008 РЭ «Компараторы-калибраторы универсальные КМ300. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к компараторам-калибраторам универсальным КМ300:

ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия»

ГОСТ Р 52319-2005 «Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования»

ГОСТ Р 51522.1-2011 «Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Требования и методы испытаний»

ГОСТ Р 51317.3.2-2006 «Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16А (в одной фазе)»

ГОСТ Р 51317.3.3-2008 «Совместимость технических средств электромагнитная. Колебания напряжения и фликер, вызываемые техническими средствами с потребляемым током»

ком не более 16А (в одной фазе), подключаемыми к низковольтным системам электроснабжения»

ГОСТ 8.022-91 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16} \dots 30 \text{ А}$ ».

ГОСТ 8.027-89 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений электродвижущей силы и постоянного напряжения».

ГОСТ 8.028-86 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления»

МИ 1949-88 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-2} \dots 2 \cdot 10^7 \text{ Гц}$ ».

ТУ 4217-029-16851585-2008 «Компараторы-калибраторы универсальные КМ300»

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Применяются при выполнении работ и (или) оказании услуг по обеспечению единства измерений.

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

<https://znp.nt-rt.ru/> || zpn@nt-rt.ru