

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	7
1.1 Назначение	7
1.2 Область и условия применения	7
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	8
2.1 Измеряемые величины, диапазоны измерений и время измерения	8
2.2 Погрешности измерений	11
2.3 Конструктивные характеристики и питание	18
3 КОМПЛЕКТНОСТЬ	19
4 УКАЗАНИЯ ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ	24
5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА КОМПАРАТОРА	25
5.1 Работа Компаратора при определении метрологических характеристик трансформатора напряжения	25
5.2 Работа Компаратора при определении метрологических характеристик трансформатора тока	26
5.3 Описание схем Компаратора CA507 и источника тока CA3600	28
5.3.1 Структурная схема Компаратора	28
5.3.2 Источник тока CA3600	30
5.4 Конструкция Компаратора CA507	32
6 ПОДГОТОВКА КОМПАРАТОРА К РАБОТЕ	36
6.1 Подготовка Компаратора к работе и включение питания.....	36
6.2 Ввод даты и времени	37
6.3 Ввод названия объекта	38
6.4 Выбор языка.....	40
6.5 Настройка звука	40
7 РАБОТА С КОМПАРАТОРОМ	42
7.1 Измерения при определении метрологических характеристик трансформаторов	42
7.1.1 Измерения при определении метрологических характеристик трансформаторов напряжения	43
7.1.1.1 Подготовка к работе	43
7.1.1.2 Измерение относительной разности вторичных напряжений и разности фаз вторичных напряжений двух трансформаторов напряжения в следящем режиме.....	45
7.1.1.3 Измерение относительной разности вторичных напряжений и разности фаз вторичных напряжений двух трансформаторов напряжения с накоплением результатов измерений	47
7.1.1.4 Измерение мощности и проводимости нагрузки вторичной цепи трансформатора напряжения при его поверке или калибровке в следящем режиме	50

7.1.1.5 Измерение мощности и проводимости нагрузки вторичной цепи трансформатора напряжения при его поверке или калибровке с накоплением результатов измерений	51
7.1.1.6 Измерение вторичного напряжения эталонного трансформатора напряжения	53
7.1.2 Измерения при определении метрологических характеристик трансформаторов тока при ручной регулировке источника питания	54
7.1.2.1 Подготовка к работе	54
7.1.2.2 Измерение относительной разности сил вторичных токов и разности фаз вторичных токов двух трансформаторов тока в следящем режиме	57
7.1.2.3 Измерение относительной разности сил вторичных токов и разности фаз вторичных токов двух трансформаторов тока в режиме накопления результатов измерений	58
7.1.2.4 Измерение мощности и сопротивления нагрузки во вторичной цепи трансформатора тока при его поверке или калибровке в следящем режиме	60
7.1.2.5 Измерение мощности и сопротивления нагрузки во вторичной цепи трансформатора тока при его поверке или калибровке с накоплением результатов измерений.....	61
7.1.2.6 Измерение силы вторичного тока эталонного трансформатора тока	63
7.1.3 Измерения при определении метрологических характеристик трансформаторов тока при автоматической регулировке источника питания	64
7.1.3.1 Подготовка к работе	64
7.1.3.2 Измерение относительной разности сил вторичных токов и разности фаз вторичных токов двух трансформаторов тока	72
7.2 Измерение параметров нагрузок трансформаторов	79
7.2.1 Измерение параметров магазина нагрузок ТН или нагрузки ТН, отключенной от его вторичной цепи.....	79
7.2.2 Измерение параметров магазинов нагрузок ТТ или нагрузки ТТ, отключенной от его вторичной цепи.....	80
7.3 Измерение напряжения и силы тока в цепях, питаемых от сети	81
7.3.1 Измерение напряжения в цепях, питаемых от сети	81
7.3.1.1 Подготовка к работе	81
7.3.1.2 Измерение напряжения	81
7.3.2 Измерение силы тока в цепях, питаемых от сети.....	83
7.3.2.1 Подготовка к работе	83
7.3.2.2 Измерение силы тока	83

7.4 Дополнительные функции	85
7.4.1 Сохранение результатов измерений в памяти Компаратора....	85
7.4.2 Определение дополнительного сопротивления, вносимого Компаратором в цепи нагрузок эталонного и поверяемого ТТ	87
8 ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	88
9 ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	90
10 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	90

Приложение 1. Схемы подключения Магазина нагрузок CA5018 при поверке (калибровке) ТТ	92
Приложение 2 Определение метрологических характеристик трансформаторов напряжения с заземленной вторичной обмоткой	93
Приложение 3 Структурная схема Компаратора	94

f_{DU}	– относительная разность вторичных напряжений, %
δ_{DU}	– разность фаз вторичных напряжений, минуты
Δ_{fDU}	– основная абсолютная погрешность при измерении разности вторичных напряжений, %
$\Delta_{\delta DU}$	– основная абсолютная погрешность при измерении разности фаз вторичных напряжений, минуты
f_{DI}	– относительная разность сил вторичных токов, %
δ_{DI}	– разность фаз вторичных токов, минуты
Δ_{fDI}	– основная абсолютная погрешность при измерении относительной разности сил вторичных токов, %
$\Delta_{\delta DI}$	– основная абсолютная погрешность при измерении разности фаз вторичных токов, минуты
f_i	– токовая погрешность ТТ, %
δ_i	– угловая погрешность ТТ, минуты
$U_{2н}$	– номинальное вторичное напряжение поверяемого и эталонного ТТ, В
$U_{2э}$	– вторичное напряжение эталонного ТТ, В
$U_{2х}$	– вторичное напряжение поверяемого ТТ, В
ΔU	– разность вторичных напряжений поверяемого и эталонного ТТ, В
$U_{пов}$	– напряжение помехи общего вида, В
$I_{1н}$	– номинальная сила первичного тока поверяемого и эталонного ТТ, А
$I_{2н}$	– номинальная сила вторичного тока поверяемого и эталонного ТТ при равных номинальных вторичных токах, А
$I_{2э}$	– сила вторичного тока эталонного ТТ, А
$I_{2х}$	– сила вторичного тока поверяемого ТТ, А
$I_{2эн}$	– номинальная сила вторичного тока эталонного ТТ при отношении номинального вторичного тока эталонного ТТ к номинальному вторичному току поверяемого ТТ как 5:1, А
$I_{хн}$	– номинальная сила вторичного тока поверяемого ТТ при отношении номинального вторичного тока эталонного ТТ к номинальному вторичному току поверяемого ТТ как 5:1, А
ΔI	– разность сил вторичных токов поверяемого и эталонного ТТ, А
P	– активная мощность, Вт
Q	– реактивная мощность, В·А
S	– полная мощность, В·А
Δ_P	– основная абсолютная погрешность при измерении активной мощности нагрузки, Вт
Δ_Q	– основная абсолютная погрешность при измерении реактивной мощности нагрузки, В·А
G	– активная проводимость, См
B	– реактивная проводимость, См
Δ_G	– основная абсолютная погрешность при измерении активной проводимости нагрузки, См

Δ_B – основная абсолютная погрешность при измерении реактивной проводимости, См

R – активное сопротивление, Ом

X – реактивное сопротивление, Ом

Δ_R – основная абсолютная погрешность при измерении активного сопротивления нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ, Ом

Δ_X – основная абсолютная погрешность при измерении реактивного сопротивления нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ, Ом

$Z_{внттэ}$ – полное сопротивление на частоте 50 Гц, вносимое Компаратором во вторичную цепь эталонного ТТ, Ом

$Z_{внттх}$ – полное сопротивление на частоте 50 Гц, вносимое Компаратором во вторичную цепь поверяемого ТТ, Ом

γ_U – основная относительная погрешность при измерении напряжения в электрических цепях, питаемых от промышленной сети, %

γ_I – основная относительная погрешность при измерении силы тока в электрических цепях, питаемых от промышленной сети, %

СКО – среднеквадратическое отклонение

ВНИМАНИЕ!

ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИЗМЕРЕНИЙ, КАК В ПОЛЕВЫХ, ТАК И В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ:

- ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ КОМПАРАТОРА К СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА 220 В 50 Гц **ДОЛЖНА БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНА РОЗЕТКА, В КОТОРОЙ ИМЕЕТСЯ ЗАЖИМ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ,** ПЕРЕД ВКЛЮЧЕНИЕМ УБЕДИТЬСЯ В ТОМ, ЧТО ЭТОТ ЗАЖИМ ПОДКЛЮЧЕН К КОНТУРУ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ;
- НЕ ПОДКЛЮЧАТЬ ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ К ЗАЖИМУ "└" НА ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ КОМПАРАТОРА !;
- МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ, ПОДАВАЕМЫЕ НА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ВХОДЫ, УКАЗАНЫ ВОЗЛЕ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ВХОДОВ НА ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ КОМПАРАТОРА;
- МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ТОКОВ НА ВХОДАХ КОМПАРАТОРА ПРИВЕДЕНЫ В РАЗДЕЛЕ 2 ДАННОГО РУКОВОДСТВА;
- В СОСТАВЕ ПЕРЕДВИЖНОЙ ЛАБОРАТОРИИ КОМПАРАТОР ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ АМОРТИЗАЦИИ ДОЛЖЕН ТРАНСПОРТИРОВАТЬСЯ В СУМКЕ УКЛАДОЧНОЙ ПДРМ.323382.007.

Руководство по эксплуатации (далее – РЭ) Компаратора CA507 (далее – Компаратора) состоит из трех частей.

Первая часть РЭ содержит сведения, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации Компаратора.

Вторая часть РЭ содержит сведения по методам и средствам поверки Компаратора

Третья часть РЭ содержит сведения по работе компаратора при управлении от персонального компьютера.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Назначение

Компаратор предназначен для измерения величин, которые используются при определении метрологических характеристик трансформаторов тока и напряжения при их поверке и калибровке в соответствии с ГОСТ 8.217 и ГОСТ 8.216.

Для измерения параметров нагрузок во вторичной цепи ТТ или ТН в комплект поставки компаратора могут быть включены токовые клещи, обеспечивающие возможность подключения к трансформаторам без вывода их из эксплуатации.

В комплект поставки компаратора может быть включен источник переменного тока CA3600 (далее – источник тока CA3600), предназначенный для питания измерительной цепи переменным током при проведении поверок (калибровок) измерительных ТТ с номинальным первичным током до 5000 А.

1.2 Область и условия применения

1.2.1 Область применения Компаратора – предприятия и организации, осуществляющие поверку и калибровку измерительных трансформаторов напряжения, магазинов сопротивлений и проводимостей и тока при их разработке, производстве и эксплуатации, а также измерение нагрузок ТН и ТТ непосредственно в местах установки.

1.2.2 Компаратор может эксплуатироваться в производственных цехах, стационарных и передвижных лабораториях.

1.2.3 Нормальные условия применения Компаратора:

- температура окружающего воздуха – от 10 °С до 30 °С;
- относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 25 °С;
- форма кривой напряжения, приложенного к измерительной схеме, (далее – рабочее напряжение) – синусоидальная;
- частота рабочего напряжения от 48 Гц до 62 Гц;
- коэффициент гармоник рабочего напряжения – не более 5 %.

1.2.4 Рабочие условия применения Компаратора:

- температура окружающего воздуха – от 0 °С до плюс 40 °С;
- относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 25 °С.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Измеряемые величины, диапазоны измерений и время измерения

2.1.1 Компаратор обеспечивает возможность автоматического измерения следующих величин:

- относительной разности вторичных напряжений двух ТН с равными номинальными значениями их вторичных напряжений;
- разности фаз вторичных напряжений двух ТН с равными номинальными значениями их вторичных напряжений;
- относительной разности сил вторичных токов двух ТТ с равными номинальными значениями их вторичных токов;
- разности фаз вторичных токов двух ТТ с равными номинальными значениями их вторичных токов;
- относительной разности между силой вторичного тока поверяемого ТТ и силой вторичного тока эталонного ТТ при отношении номинального вторичного тока эталонного ТТ к номинальному вторичному току поверяемого ТТ, как 5:1 (здесь и далее под относительной разностью вторичных токов при их соотношении, как 5:1, следует понимать относительную разность между силой вторичного тока поверяемого ТТ, приведенного к значению силы вторичного тока эталонного ТТ, и силой вторичного тока эталонного ТТ – см. раздел 5.2);
- разности фаз вторичных токов двух ТТ при отношении номинального вторичного тока эталонного ТТ к номинальному вторичному току поверяемого ТТ, как 5:1 (см. раздел 5.2);
- активной и реактивной мощностей (далее – мощностей) нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ;
- активной и реактивной мощностей (далее – мощностей) нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТН;
- активного и реактивного сопротивлений нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ;
- активной и реактивной проводимостей нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТН;
- среднеквадратического значения первой гармоники (далее – СКЗГ) силы вторичного тока ТТ, используемого в качестве эталонного (далее – эталонного ТТ), и его частоты¹;
- СКЗГ вторичного напряжения ТН, используемого в качестве эталонного (далее – эталонного ТН), и его частоты;
- активных и реактивных мощностей, электрического сопротивления и электрической проводимости магазинов нагрузок;

¹ Здесь и далее при измерении напряжения и тока измеряемым параметром является действующее значение первой гармоники.

- СКЗГ напряжения и его частоты в цепях, питаемых от сети;
 - СКЗГ силы тока и его частоты в цепях, питаемых от сети.
- 2.1.2 Компаратор обеспечивает следующие диапазоны измерений:
- относительной разности вторичных напряжений двух ТН от минус 15 до плюс 15 % для значений вторичных напряжений от 6 до 240 В;
 - разности фаз вторичных напряжений двух ТН от минус 300 до плюс 300 минут для значений вторичных напряжений от 6 до 240 В;
 - относительной разности сил вторичных токов двух ТТ от минус 15 % до плюс 15 % для значений сил вторичных токов эталонного трансформатора от 0,01 до 10 А;
 - разности фаз вторичных токов двух ТТ от минус 300 до плюс 300 минут для значений сил вторичных токов эталонного трансформатора от 0,01 до 10 А;
 - активной мощности нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТН от 0 до 500 Вт, при этом напряжение на нагрузке должно быть в диапазоне от 6 до 240 В, а сила тока должна быть в диапазоне от 0 до 5 А;
 - реактивной мощности нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТН от 0 до 500 В·А, при этом напряжение на нагрузке должно быть в диапазоне от 6 до 240 В, а сила тока должна быть в диапазоне от 0 до 5 А;
 - активной проводимости нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТН от 1×10^{-4} до $5 \cdot 10^{-2}$ См, при этом напряжение на нагрузке должно быть в диапазоне от 6 до 240 В, а сила тока должна быть в пределах от 0 до 5 А;
 - реактивной проводимости нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТН от 1×10^{-4} до $5 \cdot 10^{-2}$ См, при этом напряжение на нагрузке должно быть в диапазоне от 6 до 240 В, а сила тока должна быть в пределах от 0 до 5 А;
 - активной мощности нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ от 0 до 500 Вт при значениях напряжения на нагрузке в диапазоне от 0 до 100 В и силы тока в диапазоне от 0,01 до 10 А;
 - реактивной мощности нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ от 0 до 500 В·А при значениях напряжения на нагрузке в диапазоне от 0 до 100 В и силы тока в диапазоне от 0,01 до 10 А;
 - активного сопротивления нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ от 0 до 200 Ом, при этом напряжение на нагрузке должно быть в диапазоне от 0 до 100 В, а сила тока должна быть в пределах от 0,01 до 10 А;
 - реактивного сопротивления нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ от 0 до 200 Ом, при этом напряжение на нагрузке

- должно быть в диапазоне от 0 до 100 В, а сила тока должна быть в диапазоне от 0,01 до 10 А;
 - СКЗГ вторичного напряжения эталонного ТН от 0,1 до 240 В;
 - СКЗГ силы вторичного тока эталонного ТТ от 0,01 до 10 А;
 - частоты вторичных тока и напряжения эталонных ТТ и ТН от 48 до 62 Гц;
 - СКЗГ напряжения в цепях, питаемых от сети, от 0,1 до 500 В;
 - СКЗГ силы тока в цепях, питаемых от сети, от 0,05 до 5 А;
 - частоты тока и напряжения в цепях, питаемых от сети, от 48 до 62 Гц.
- Диапазоны измерения активной и реактивной мощностей, электрического сопротивления и электрической проводимости нагрузок соответствуют диапазонам измерения, указанным для нагрузок вторичной цепи ТН и ТТ в процессе их калибровки или поверки.
- 2.1.3 Разность вторичных напряжений двух ТН, подключенных к трансформатору согласующему CA5072, не должна превышать 10 В.
- 2.1.4 Диапазоны регулирования силы переменного тока источника тока CA3600 соответствуют данным, приведенным в таблице 2.1.

Таблица 2.1

№ п/п	Диапазон регулирования силы переменного тока, А	Напряжение на выходе источника тока при отключенной нагрузке, не менее, В
1	От 0,005 до 36	40
2	От 0,05 до 720	5
3	От 0,05 до 3000	1
4	От 0,1 до 6000	2

- 2.1.5 Для измерения напряжения в электрических цепях, питаемых от сети, в Компараторе предусмотрен дифференциальный вход "U_x". Дифференциальное полное входное сопротивление Компаратора составляет не менее 3 МОм на частоте 50 Гц.
- 2.1.6 Синфазное полное входное сопротивление Компаратора (сопротивление между соединенными между собой зажимами "x, U_x" и "а, U_x" и зажимом "⊥" Компаратора) составляет не менее 3 МОм на частоте 50 Гц.
- 2.1.7 Изоляция зажимов "а, I_x" и "U₁, I_x", предназначенных для измерения силы тока в цепях, питаемых от сети, относительно зажима "⊥" Компаратора имеет сопротивление постоянному току не менее 10 МОм и рассчитана на подачу переменного напряжения 460 В с частотой сети.

2.1.8 Полное входное сопротивление Компаратора между зажимами "а, I_x" и "U₁, I_x" при измерении силы тока в цепях, питаемых от сети, не превышает 0,1 Ом на частоте 50 Гц.

2.1.9 Полная проводимость на частоте 50 Гц, вносимая Компаратором во вторичную цепь эталонного ТН, не превышает $3 \cdot 10^{-7}$ См.

2.1.10 Полная проводимость на частоте 50 Гц, вносимая Компаратором во вторичную цепь поверяемого ТН, не превышает $3 \cdot 10^{-7}$ См.

2.1.11 Полное сопротивление на частоте 50 Гц, в омах, вносимое Компаратором во вторичную цепь эталонного ТТ, не превышает:

а) при равных номинальных вторичных токах двух ТТ

$$Z_{внТТэ} = (20 \pm 1, 1 \cdot f_{DI}) \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где f_{DI} – числовое значение результата измерения относительной разности вторичных токов, выраженное в процентах;

б) при отношении номинального вторичного тока эталонного ТТ к номинальному вторичному току поверяемого ТТ, как 5:1

$$Z_{внТТэ} = (30 \pm 1, 1 \cdot f_{DI}) \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

2.1.12 Полное сопротивление на частоте 50 Гц, в омах, вносимое Компаратором во вторичную цепь поверяемого ТТ, не превышает:

а) при равных номинальных вторичных токах двух ТТ

$$Z_{внТТх} = (10 \pm 1, 1 \cdot f_{DI}) \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

где f_{DI} – числовое значение результата измерения относительной разности вторичных токов, выраженное в процентах;

б) при отношении номинального вторичного тока эталонного ТТ к номинальному вторичному току поверяемого ТТ, как 5:1

$$Z_{внТТх} = (55 \pm 2 \cdot f_{DI}) \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где f_{DI} – числовое значение результата измерения относительной разности вторичных токов, выраженное в процентах.

2.1.13 Время первого измерения любой из величин, измеряемых Компаратором, в следящем режиме не превышает 5 с, а время каждого повторного измерения в этом режиме – 1 с. Время первого измерения в режиме накопления результатов измерений не превышает 7 с, а время каждого повторного измерения в этом режиме – 1 с.

2.2 Погрешности измерений

2.2.1 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, в процентах, при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН Δf_{DU} соответствуют значениям, указанным в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Диапазоны вторичных напряжений, В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности Δf_{DU} , %		
	$\pm(0,005 \cdot f_{DU}$	$+1 \cdot 10^{-4} + 0,03 \cdot \delta_{DU} / \delta_{DU \max}$)
от 20 до 240	$\pm(0,005 \cdot f_{DU}$	$+1 \cdot 10^{-4} + 0,03 \cdot \delta_{DU} / \delta_{DU \max}$)
от 6 до 20	$\pm(0,005 \cdot f_{DU}$	$+1 \cdot 10^{-3} + 0,03 \cdot \delta_{DU} / \delta_{DU \max}$)

f_{DU} – числовое значение результата измерения относительной разности вторичных напряжений двух ТН, выраженное в процентах,

δ_{DU} – числовое значение результата измерения разности фаз вторичных напряжений двух ТН, выраженное в минутах,

$\delta_{DU \max}$ – числовое значение верхней границы диапазона измерений разности фаз вторичных напряжений двух ТН, равное 300'.

2.2.2 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, в минутах, при измерении разности фаз вторичных напряжений двух ТН $\Delta \delta_{DU}$ соответствуют значениям, указанным в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Диапазоны вторичных напряжений, В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\Delta \delta_{DU}$, МИНУТЫ		
	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DU}$	$+0,05 + 0,7 \cdot f_{DU} / f_{DU \max}$)
от 20 до 240	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DU}$	$+0,05 + 0,7 \cdot f_{DU} / f_{DU \max}$)
от 6 до 20	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DU}$	$+0,1 + 0,7 \cdot f_{DU} / f_{DU \max}$)

δ_{DU} – числовое значение результата измерения разности фаз вторичных напряжений двух ТН, выраженное в минутах,

f_{DU} – числовое значение результата измерения относительной разности вторичных напряжений двух ТН, выраженное в процентах,

$f_{DU \max}$ – числовое значение верхней границы диапазона измерений относительной разности вторичных напряжений двух ТН, равное 15 %.

2.2.3 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности в процентах, при измерении относительной разности сил вторичных токов двух ТТ Δf_{DI} соответствуют:

а) при их равных номинальных вторичных токах, значениям, указанным в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Диапазоны сил вторичных токов, А	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности Δf_{DI} , %		
	$\pm(0,005 \cdot f_{DI}$	$+2 \cdot 10^{-4} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max}$)
от 1 до 10	$\pm(0,005 \cdot f_{DI}$	$+2 \cdot 10^{-4} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max}$)
от 0,05 до 1	$\pm(0,005 \cdot f_{DI}$	$+3 \cdot 10^{-3} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max}$)
от 0,01 до 0,05	$\pm(0,005 \cdot f_{DI}$	$+1,5 \cdot 10^{-2} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max}$)

б) при отношении их номинальных вторичных токов как 5:1 значениям, указанным в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Диапазоны сил вторичных токов, А		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\Delta_{f_{DI}}$, %			
ТТэ	ТТх				
от 0,5 до 10	от 0,1 до 2	$\pm(0,005 \cdot f_{DI} + 2 \cdot 10^{-3} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max})$			
от 0,05 до 0,5	от 0,01 до 0,1	$\pm(0,005 \cdot f_{DI} + 4 \cdot 10^{-3} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max})$			

f_{DI} – числовое значение результата измерения относительной разности сил вторичных токов двух ТТ, выраженного в процентах,

δ_{DI} – числовое значение результата измерения разности фаз вторичных токов двух ТТ, выраженного в минутах,

$\delta_{DI \max}$ – числовое значение верхней границы диапазона измерений разности фаз вторичных токов двух ТТ, равное 300'.

2.2.4 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, в минутах, при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ $\Delta_{\delta_{DI}}$ соответствуют:

а) при их равных номинальных вторичных токах значениям, указанным в таблице 2.6;

Таблица 2.6

Диапазоны сил вторичных токов, А	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\Delta_{\delta_{DI}}$, минуты
от 0,25 до 10	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DI} + 0,03 + 0,7 \cdot f_{DI} / f_{DI \max})$
от 0,01 до 0,25	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DI} + 0,5 + 0,7 \cdot f_{DI} / f_{DI \max})$

б) при отношении их номинальных вторичных токов как 5:1 значениям, указанным в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Диапазоны сил вторичных токов ТТэ, А		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\Delta_{\delta_{DI}}$, минуты
ТТэ	ТТх	
от 0,25 до 10	от 0,05 до 2	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DI} + 0,1 + 0,7 \cdot f_{DI} / f_{DI \max})$
от 0,05 до 0,25	от 0,01 до 0,05	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DI} + 0,6 + 0,7 \cdot f_{DI} / f_{DI \max})$

δ_{DI} – числовое значение результата измерения разности фаз вторичных токов двух ТТ, выраженного в минутах,

f_{DI} – числовое значение результата измерения относительной разности сил вторичных токов двух ТТ, выраженного в процентах,

$f_{DI \max}$ – числовое значение верхней границы диапазона измерений относительной разности сил вторичных токов двух ТТ, равное 15 %.

2.2.5 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении активной мощности нагрузки во вторичной цепи ТН при его калибровке или поверке, в ваттах, соответствуют значениям, указанным в таблице 2.8.

Таблица 2.8

Диапазоны вторичных напряжений, В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_P , Вт
от 50 до 240	$\pm(0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 10^{-7})$
от 30 до 50	$\pm(0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-7})$
от 6 до 30	$\pm(0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 10^{-6})$

где U_{2H} – числовое значение номинального вторичного напряжения эталонного ТН, выраженного в вольтах,

P – числовое значение результата измерения активной мощности, выраженного в ваттах,

Q – числовое значение результата измерения реактивной мощности, выраженного в вольт-амперах.

2.2.6 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении реактивной мощности нагрузки во вторичной цепи ТН при его калибровке или поверке, в вольт-амперах, соответствуют значениям, указанным в таблице 2.9.

Таблица 2.9

Диапазоны вторичных напряжений, В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_Q , В.А
от 50 до 240	$\pm(0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 10^{-7})$
от 30 до 50	$\pm(0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-7})$
от 6 до 30	$\pm(0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 10^{-6})$

U_{2H} – числовое значение номинального вторичного напряжения эталонного ТН, выраженного в вольтах,

P – числовое значение результата измерения активной мощности, выраженного в ваттах,

Q – числовое значение результата измерения реактивной мощности, выраженного в вольт-амперах.

2.2.7 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении активной проводимости нагрузки во вторичной цепи ТН при его калибровке или поверке, в сименсах, соответствуют значениям, указанным в таблице 2.10.

2.2.8 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении реактивной проводимости нагрузки во вторичной цепи ТН при его калибровке или поверке, в сименсах, соответствуют значениям, указанным в таблице 2.11.

Таблица 2.10

Диапазоны вторичных напряжений, В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_G , См
от 50 до 240	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 10^{-7})$
от 30 до 50	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 2 \cdot 10^{-7})$
от 6 до 30	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 10^{-6})$

G – числовое значение результата измерения активной проводимости, в сименсах;
 B – числовое значение результата измерения реактивной проводимости, в сименсах

Таблица 2.11

Диапазоны вторичных напряжений, В	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_B , См
от 50 до 240	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 10^{-7})$
от 30 до 50	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 2 \cdot 10^{-7})$
от 6 до 30	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 10^{-6})$

G – числовое значение результата измерения активной проводимости, в сименсах;
 B – числовое значение результата измерения реактивной проводимости, в сименсах

2.2.9 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении активной мощности нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ, в ваттах, соответствуют значениям, указанным в таблице 2.12.

Таблица 2.12

Диапазоны сил вторичных токов, А	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_P , Вт
от 0,01 до 7	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + I_{2н}^2 \cdot 0,0003)$

$I_{2н}$ – числовое значение номинального значения силы вторичного тока ТТ, используемого в качестве эталонного, в амперах;
 P – числовое значение результата измерения активной мощности, в ваттах;
 Q – числовое значение результата измерения реактивной мощности, в вольт-амперах

2.2.10 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении реактивной мощности нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ, в вольт-амперах, соответствуют значениям, указанным в таблице 2.13.

Таблица 2.13

Диапазоны сил вторичных токов, А	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_Q , В·А
от 0,01 до 7	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + I_{2н}^2 \cdot 0,0003)$

$I_{2н}$ – числовое значение номинального значения силы вторичного тока ТТ, используемого в качестве эталонного, в амперах;
 P – числовое значение результата измерения активной мощности, в ваттах;
 Q – числовое значение результата измерения реактивной мощности, в вольт-амперах.

2.2.11 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении активного сопротивления нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ, в омах, соответствуют значениям, указанным в таблице 2.14.

Таблица 2.14

Диапазоны сил Вторичных токов, А	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_R , Ом
от 0,01 до 7	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{R^2 + X^2} + 0,0003)$

R – числовое значение результата измерения активного сопротивления нагрузки, в омах,
 X – числовое значение результата измерения реактивного сопротивления нагрузки, в омах.

2.2.12 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении реактивного сопротивления нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ, в омах, соответствуют указанным в таблице 2.15.

Таблица 2.15

Диапазоны сил вторичных токов, А	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности Δ_X , Ом
от 0,01 до 7	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{R^2 + X^2} + 0,0003)$

R – числовое значение результата измерения активного сопротивления нагрузки, в омах,
 X – числовое значение результата измерения реактивного сопротивления нагрузки, в омах.

2.2.13 Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении СКЗГ вторичного напряжения эталонного ТН, составляют $\pm 0,5\%$.

2.2.14 Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении СКЗГ силы вторичного тока эталонного ТТ, составляют $\pm 0,5\%$.

2.2.15 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении частоты вторичных тока и напряжения эталонного трансформатора, составляют $\pm 0,1$ Гц.

2.2.16 Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении СКЗГ напряжения в цепях, питаемых от сети, с использованием дифференциальных входов, в процентах, составляют

$$\gamma_U = \pm(0,5 + 0,1 \cdot U_{\text{пов}}/U_x), \quad (5)$$

где $U_{\text{пов}}$ – числовое значение напряжения помехи общего вида (синусоидального напряжения с частотой сети между соединенными между собой зажимами "х, U_x ", "а, U_x " и зажимом "⊥" Компаратора), выраженное в вольтах,

U_x – числовое значение результата измерения напряжения в цепях, питаемых от сети, выраженного в вольтах.

Сумма значений измеряемого напряжения U_x и напряжения помехи общего вида $U_{\text{пов}}$ не должна превышать 500 В. Значение напряжения помехи общего вида в точке измерения не должна превышать 460 В.

2.2.17 Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерении СКЗГ силы тока в цепях, питаемых от сети, составляют $\gamma_I = \pm 0,5$ %.

При этом значение напряжения с частотой сети, приложенное между зажимом "⊥" Компаратора и участком цепи, в котором измеряется ток, не должно превышать 460 В.

2.2.18 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении частоты тока и напряжения в цепях, питаемых от сети, составляют $\pm 0,1$ Гц.

2.2.19 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении активной и реактивной мощностей, электрического сопротивления и электрической проводимости нагрузок соответствуют значениям, указанным в 2.2.7- 2.2.15.

2.2.20 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей при измерениях относительной разности сил вторичных токов двух ТТ, относительной разности вторичных напряжений двух ТН; разности фаз между вторичными токами двух ТТ, разности фаз между вторичными напряжениями двух ТН, мощности, электрического сопротивления и электрической проводимости нагрузок; напряжений и сил токов в цепях, питаемых от сети, вызванных изменением температуры окружающего воздуха от границ нормального диапазона температур от 10 до 30 °С на каждые 10 °С до границ рабочего диапазона температур от 0 до 40 °С, равны пределам основных погрешностей, соответственно.

2.3 Конструктивные характеристики и питание

2.3.1 Конструктивно Компаратор выполнен в одном корпусе.

2.3.2 Управление Компаратором реализовано с помощью клавиатуры и жидкокристаллического индикатора (ЖКИ), имеющего 4 строки по 20 символов каждая.

2.3.3 Компаратор имеет возможность сохранения 1000 результатов измерений в энергонезависимой памяти, а также просмотра сохраненных результатов измерений. Сохраненные результаты могут быть переписаны в память персонального компьютера для последующей обработки стандартными средствами Windows.

2.3.4 Компаратор имеет предупреждающую звуковую сигнализацию:

- при неправильном включении поверяемого трансформатора;
- если значение относительной разности сил вторичных токов (напряжений) двух трансформаторов находится вне диапазона от минус 15 до плюс 15 %;
- если значение разности фаз двух трансформаторов находится вне диапазона от минус 600 до плюс 600 минут.

2.3.5 Комплект источника переменного тока CA3600 с автоматической регулировкой силы переменного тока включает:

- блок коммутаций (авт.) – 1 шт.
- трансформатор силовой ТС1 – 1 шт.;
- трансформатор силовой ТС2 – 1 шт.;
- трансформатор силовой ТС3 – 1 шт.

2.3.6 В комплект Компаратора входит Каркас монтажный ПДРМ. 441319.001 и набор деталей, которые позволяют смонтировать специальные Стойки для размещения полного комплекта оборудования для проведения поверок ТТ в стационарной лаборатории. Указания по сборке Стоек, размещению оборудования и проведению поверок ТТ изложены в документе "Рекомендации по применению. Комплект для поверки трансформаторов тока в стационарной поверочной лаборатории К6900".

2.3.7 В комплект Компаратора входят Тележки, на которых размещается полный комплект оборудования для проведения поверок ТТ на месте эксплуатации. Указания по использованию оборудования, размещенного на Тележках, и проведению поверок ТТ изложены в документе "Рекомендации по применению. Комплект для поверки трансформаторов тока на месте эксплуатации К6901".

2.3.8 Масса устройств, входящих в комплект Компаратора, в килограммах, составляет, не более:

- Компаратора – 5;
- источника тока СА3600, в том числе:
 - блока коммутаций (авт.) – 20;
 - трансформатора силового ТС1 – 17;
 - трансформатора силового ТС2 – 17;
 - трансформатора силового ТС3 – 19
- Каркаса монтажного – 60 кг.

2.3.9 Габаритные размеры устройств, входящих в комплект Компаратора, составляют, не более :

- Компаратора – (240×130×300) мм;
- источника тока СА3600, в том числе:
 - блока коммутаций (авт.) – (480×260×180) мм,
 - трансформатора силового ТС1 – (300×200×165) мм;
 - трансформатора силового ТС2 – (300×200×165) мм;
 - трансформатора силового ТС3 – (352×210×188) мм
- Каркаса монтажного – не более (1650×553×500) мм.

2.3.10 Корпуса устройств, входящих в комплект Компаратора, по степени защиты от проникновения твердых предметов и воды соответствуют IP20 по ГОСТ 14254.

2.3.11 Электропитание Компаратора и источника тока СА3600 осуществляется от сети переменного тока от 198 В до 242 В с частотой от 49 Гц до 51 Гц.

2.3.12 Мощность, потребляемая Компаратором от сети питания, составляет не более 15 В·А.

2.3.13 Мощность, потребляемая от сети питания источником тока СА3600, составляет не более 10 кВ·А

3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки Компаратора CA507 должен соответствовать таблице 3.1.

Таблица 3.1

Наименование	Обозначение	Кол. ² , шт.	Примечание
Компаратор CA507	ПДРМ.411439.001		
Мера отношения токов МОР-2	ПДРМ.411639.002		
Мера емкости МЕ-1	ПДРМ.411644.003		

² Записи о количестве изделий, входящих в комплект поставки, должны быть сделаны четко черными чернилами: наличие – цифра, отсутствие – прочерк

Наименование	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
Трансформатор согласующий СА5072	ПДРМ.411439.003		
Источник тока СА3600. Блок коммутаций (авт.)	ПДРМ.468349.010		
Источник тока СА3600. Трансформатор силовой ТС1	ПДРМ.671221.004		
Источник тока СА3600. Трансформатор силовой ТС2	ПДРМ.671221.005		
Источник тока СА3600. Трансформатор силовой ТС3	ПДРМ.671221.006		
Каркас монтажный на колесах	ПДРМ.441319.001		
Токовод U1 (шина)	ПДРМ.745231.014		
Токовод U2 (шина)	ПДРМ.745231.015		
Токовод I1 (шина)	ПДРМ.745231.016		
Подставка токовода	ПДРМ.746134.003		
Соединительная планка	ПДРМ.745312.064		
Токовод 6000 А (0,7 м)	ПДРМ.685618.002		
Токовод 3000 А (2,5 м)	ПДРМ.685618.001		
Токовод 3000 А (1,0 м)	ПДРМ.685618.001-01		
Токовод 720 А (1 м)	ПДРМ.685616.001		
Токовод 720 А (0,3 м)	ПДРМ.685616.001-01		
Токовод 36 А (1 м)	ПДРМ.685615.006		

Наименование	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
Кабель силовой КС3600	ПДРМ.686694.001		
Кабель питания КП3600	ПДРМ.685612.013		
Кабель GND	ПДРМ.685615.008		
Перемычка GND	ПДРМ.685615.008-01		
Кабель измерительный КИ (U)	ПДРМ.685611.008		
Кабель измерительный КИ (I)	ПДРМ.685611.009		
Кабель измерительный КИ (ТТх)	ПДРМ.685611.146		
Кабель USB2AB/2	Покупное изделие		
Кабель интерфейсный последовательного порта (RS232)	Покупное изделие		
Кабель заземления	ПДРМ.685614.085		
Кабель питания	Покупное изделие		
Кабель питания КП (источник)	ПДРМ.685612.013-01		
Кабель питания КП (приборы)	ПДРМ.685612.013-02		
Кабель питания КП3600-1	ПДРМ.685612.072		
Перемычка с кольцевым и U-образным наконечниками	ПДРМ.685611.012		
U-образный наконечник, Ø8	Покупное изделие		

Наименование	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
Программное обеспечение компаратора (диск инсталляционный)	ПДРМ.411439.001 К		
Руководство по эксплуатации. Часть 1. Техническая эксплуатация	ПДРМ.411439.001 РЭ		
Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки	ПДРМ.411439.001 РЭ1		
Руководство по эксплуатации. Часть 3. Работа компаратора при управлении от ПК	ПДРМ.411439.001 РЭ2		
Рекомендации по применению. Комплект для поверки трансформаторов тока в стационарной поверочной лаборатории К6900	—		
Рекомендации по применению. Комплект для поверки трансформаторов тока на месте эксплуатации К6901	—		
Паспорт	ПДРМ.411439.001		
Сумка 507	ПДРМ.323382.007		
Сумка кабельная	ПДРМ.323382.010		
Сумка 3600 БК	ПДРМ.323382.019		
Сумка 3600 ТС	ПДРМ.323382.017		
Сумка 3600 ТС3	ПДРМ.323382.018		
Столешница Т6900/1	ПДРМ.324184.002		

Наименование	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
Столешница T6900/2	ПДРМ.324184.003		
Опора	ПДРМ.746134.005		
Тележка РМТТ	ПДРМ. 304136.008		
Тележка 600 А	ПДРМ.304136.010		
Тележка 5000 А	ПДРМ. 304136.011		

4 УКАЗАНИЯ ПО МЕРАМ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 Компаратор соответствует общим требованиям безопасности по способу защиты человека от поражения электрическим током ГОСТ 12.2.091-2002 и IEC 61010-1. Для обеспечения этого способа защиты необходимо, чтобы **розетки, предназначенные для подключения Компаратора к сети переменного тока 220 В 50 Гц, имели зажимы, подключенные к контуру защитного заземления.**

4.2 На всех стадиях испытаний и эксплуатации Компаратора должно быть обеспечено соблюдение правил техники безопасности и выполнение инструкций по безопасному проведению каждого вида работ.

4.3 Измерительная цепь должна быть обесточена перед подключением Компаратора. Невыполнение указанного требования может привести к поражению электрическим током и выходу аппаратуры из строя.

4.4 Зажимы на задней панели Компаратора и подключенные к ним элементы измерительной цепи при проведении измерений могут находиться под опасным для жизни напряжением, поэтому прикасаться к ним при использовании категорически запрещается

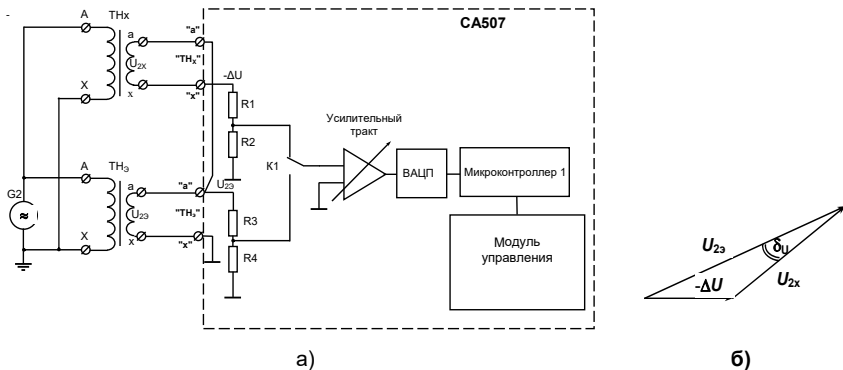
4.5 Провода и розетка, используемые для подключения источника тока CA3600 к сети переменного тока 220 В 50 Гц, должны быть рассчитаны на протекание тока не менее 40 А.

4.6 На всех стадиях испытаний и эксплуатации Компаратора должны выполняться требования Правил безопасной эксплуатации электроустановок потребителей и эксплуатационной документации на средства измерительной техники, которые используются совместно с Компаратором.

5 УСТРОЙСТВО И РАБОТА КОМПАРАТОРА

5.1 Работа Компаратора при определении метрологических характеристик трансформатора напряжения

Процесс измерения относительной разности вторичных напряжений f_{DU} и разности фаз между вторичными напряжениями δ_{DU} двух ТН иллюстрируют структурная схема и векторная диаграмма, приведенные на рисунке 5.1 а, б.



ТН_х – поверяемый трансформатор, ТН_о – эталонный трансформатор, G2 – генератор напряжения

Рисунок 5.1.

В приведенной схеме (рисунок 5.1) на вход "х" ("ТНх") Компаратора подается напряжение равное разности вторичных напряжений эталонного (U_{2o}) и поверяемого (U_{2x}) трансформаторов $U_{2o}-U_{2x} = -\Delta U$, а на вход "а" ("ТНэ") – вторичное напряжение эталонного трансформатора U_{2o} .

Измерение выполняется в два этапа. На первом этапе, напряжение ΔU через делитель R1, R2 поступает на вход Усилительного тракта. Микроконтроллер 1 устанавливает коэффициент передачи Усилительного тракта таким образом, чтобы наиболее полно реализовались возможности векторного аналого-цифрового преобразователя (ВАЦП). Усилительный тракт имеет четыре фиксированных значения коэффициента усиления – 1, 10, 100 или 1000, переключение которых осуществляет Микроконтроллер 1. В результате преобразования на выходе ВАЦП формируются коды, пропорциональные ортогональным составляющим входного сигнала ΔU , которые заносятся в память Микроконтроллера 1. На втором этапе коммутатор K1, управляемый Микроконтроллером 1, подключает выход делителя R3, R4 ко входу Усилительного тракта. В результате вторичное напряжение эталонного трансформатора U_{2o} также преобразовывается ВАЦП в коды и заносится в память Микроконтроллера 1.

Далее Микроконтроллер 2, входящий в состав Модуля управления, выполняет расчет относительной разности вторичных напряжений двух ТН, в процентах,

$$f_{DU} = \frac{|\dot{U}_{2x}| - |\dot{U}_{2o}|}{|\dot{U}_{2o}|} \cdot 100 = \frac{|\dot{U}_{2o} + \Delta\dot{U}| - |\dot{U}_{2o}|}{|\dot{U}_{2o}|} \cdot 100, \quad (6)$$

и разности фаз между вторичными напряжениями двух ТН, в минутах,

$$\delta_{DU} = \arctg \frac{\text{im}(\dot{U}_{2o} + \Delta\dot{U})}{\text{re}(\dot{U}_{2o} + \Delta\dot{U})} - \arctg \frac{\text{im}(\dot{U}_{2o})}{\text{re}(\dot{U}_{2o})} \quad (7)$$

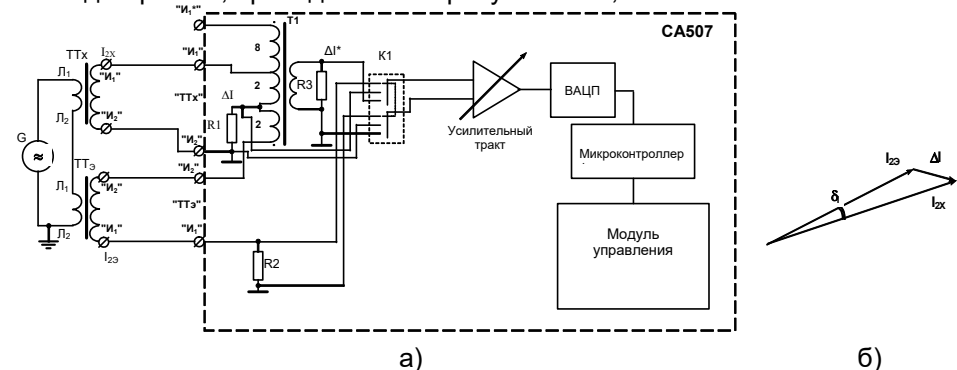
Причем модули соответствующих напряжений вычисляются по кодам их ортогональных составляющих на выходе ВАЦП, как $K \times \sqrt{A^2 + B^2}$, где А и В – коды ортогональных составляющих на выходе ВАЦП, К – коэффициент пропорциональности.

Результаты измерений выводятся на экран ЖКИ Модуля управления.

5.2 Работа Компаратора при определении метрологических характеристик трансформатора тока

Измерения относительной разности вторичных токов f_{DI} и разности фаз между вторичными токами двух ТТ δ_{DI} может выполняться, как при равных значениях их номинальных вторичных токов, так и при отношении номинального вторичного тока эталонного ТТ к номинальному вторичному току поверяемого ТТ как 5:1.

Процесс измерений f_{DI} и δ_{DI} при равных значениях номинальных вторичных токов двух ТТ иллюстрируют структурная схема и векторная диаграмма, приведенные на рисунке 5.2 а, б.



ТТ_х – поверяемый трансформатор, ТТ_о – эталонный трансформатор, G – генератор тока

Рисунок 5.2

Принципиальное отличие схемы для измерения относительной разности вторичных токов f_{DI} от вышеописанной схемы для измерения

относительной разности вторичных напряжений f_{DI} состоит в том, что в токовых входах Компаратора установлены низкоомные резисторы R1, R2, которые преобразовывают входные токи в напряжения, поступающие через коммутатор на вход *Усилительного тракта*. Для реализации четырехзажимного включения входных резисторов R1, R2, вход *Усилительного тракта* сделан дифференциальным, а коммутатор K1 имеет две переключающие группы.

В приведенной схеме (рисунок 5.2) трансформаторы подключены так, что через резистор R1 подается ток $\Delta I = I_{2X} - I_{2Э}$, равный разности сил вторичных токов поверяемого (I_{2X}) и эталонного ($I_{2Э}$) трансформаторов, а через резистор R2 протекает вторичный ток эталонного трансформатора $I_{2Э}$. Так же, как и при измерении относительной разности вторичных напряжений f_{DU} , измерения выполняются в два этапа. На первом этапе к входу Усилительного тракта прикладывается падение напряжения на резисторе R1, вызванное протеканием тока ΔI . Микроконтроллер 1 устанавливает коэффициент передачи Усилительного тракта таким образом, чтобы наиболее полно реализовались возможности ВАЦП (имеется возможность выбора одного из четырех значений коэффициента передачи – 1, 10, 100 или 1000). В результате преобразования на выходе ВАЦП формируются коды, пропорциональные ортогональным составляющим входного сигнала ΔI , которые заносятся в память Микроконтроллера 1. На втором этапе падение напряжения на резисторе R2 подключается ко входу Усилительного тракта с помощью коммутатора K1, управляемого Микроконтроллером 1. В результате вторичный ток эталонного трансформатора $I_{2Э}$ также преобразовывается ВАЦП в коды и заносится в память Микроконтроллера 1.

Далее *Микроконтроллер 2*, входящий в состав *Модуля управления*, выполняет расчет относительной разности вторичных токов, в процентах,

$$f_{DI} = \frac{|i_{2X}| - |i_{2Э}|}{|i_{2Э}|} \cdot 100 = \frac{|i_{2Э} + \Delta I| - |i_{2Э}|}{|i_{2Э}|} \cdot 100 \quad (8)$$

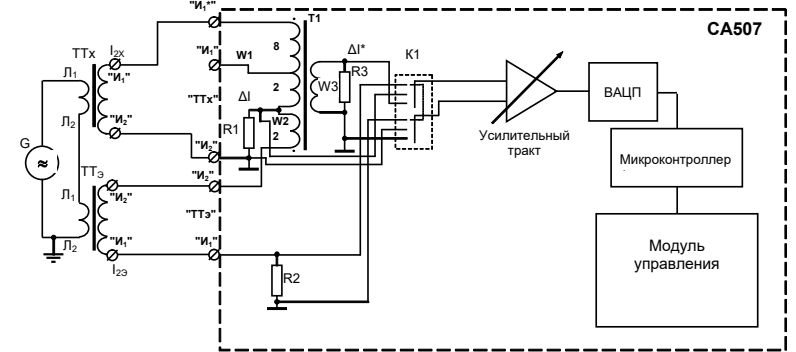
и разности фаз между вторичными токами эталонного и поверяемого ТТ, в минутах,

$$\delta_{DI} = \arctg \frac{im(i_{2Э} + \Delta I)}{re(i_{2Э} + \Delta I)} - \arctg \frac{im(i_{2Э})}{re(i_{2Э})} \quad (9)$$

Причем модули соответствующих сил токов вычисляются по кодам соответствующих им ортогональных составляющих на выходе ВАЦП, как $K \times \sqrt{A^2 + B^2}$, где А и В – коды ортогональных составляющих на выходе ВАЦП, К – коэффициент пропорциональности.

Результаты измерений выводятся на экран ЖКИ *Модуля управления*.

Процесс измерения относительной разности вторичных токов f_{DI} и разности фаз между вторичными токами двух ТТ δ_{DI} , при отношении номинального вторичного тока эталонного ТТ к номинальному вторичному току поверяемого ТТ как 5:1, иллюстрирует структурная схема, приведенная на рисунке 5.3



ТТ_х – поверяемый трансформатор, ТТ_э – эталонный трансформатор, G – генератор тока

Рисунок 5.3

Отличие этой схемы от схемы, приведенной на рисунке 5.2, в организации входных цепей. Трансформаторы ТТ_х и ТТ_э включены так, что через обмотку W1 трансформатора T1 протекает вторичный ток поверяемого трансформатора I_{2X} , а через обмотку W2 протекает вторичный ток эталонного трансформатора $I_{2Э}$. Поскольку отношение чисел витков обмоток W1 и W2 составляет 5:1, ток в обмотке W3 определяется выражением $\Delta I = 5 \cdot I_{2X} - I_{2Э}$. На первом этапе этот ток, протекая через резистор R3, создает на нем падение напряжения, которое при помощи коммутатора K1 поступает на вход *Усилительного тракта*. *Микроконтроллер 1* устанавливает значение коэффициента передачи таким, чтобы наиболее полно реализовались возможности ВАЦП. После преобразования полученные коды заносятся в память *Микроконтроллера 1*.

На втором этапе процесс измерения относительной разности вторичных токов f_{DI} и разности фаз между вторичными токами двух ТТ δ_{DI} аналогичен измерениям при равных номинальных вторичных токах двух ТТ, который описан выше.

5.3 Описание схем Компаратора CA507 и источника тока CA3600

5.3.1 Структурная схема Компаратора

Структурная схема Компаратора приведена в Приложении 3.

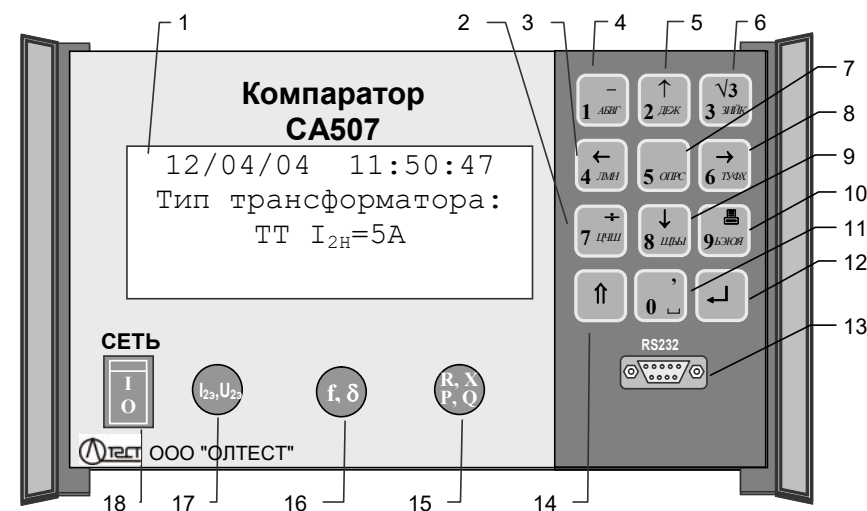
В состав Компаратора входят следующие основные узлы:

Таблица 5.1

№ п/п	Диапазон регулирования силы переменного тока, А	Напряжение на выходе источника тока при отключенной нагрузке, не менее, В	Наименование Трансформаторов силовых, подключаемых к Блоку коммутации
1	От 0,005 до 36	40	Трансформатор силовой ТС3
2	От 0,05 до 720	5	Трансформатор силовой ТС3
3	От 0,05 до 3000	1	Трансформатор силовой ТС1
4	От 0,1 до 6000	2	Трансформатор силовой ТС1 и Трансформатор силовой ТС2

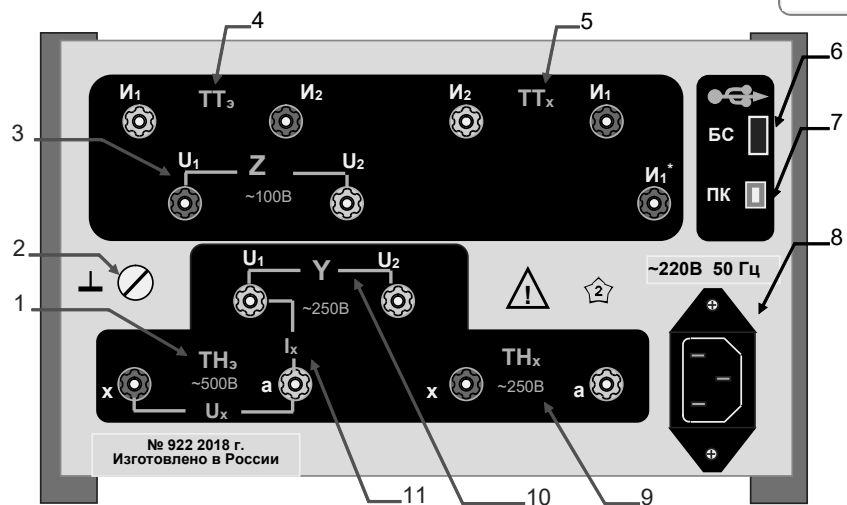
5.4 Конструкция Компаратора CA507

5.4.1 На рисунке 5.5 показан внешний вид передней панели, а на рисунке 5.6 – задней панели Компаратора.



- 1 – четырехстрочный жидкокристаллический индикатор для вывода информации;
- 2 – кнопка для ввода цифры "7", букв "ЦЧШ" и символа деления "+";
- 3 – кнопка для ввода цифры "4", букв "ЛМН" и перемещения курсора;
- 4 – кнопка для ввода цифры "1", букв "АБВГ" и символа "-";
- 5 – кнопка для ввода цифры "2", букв "ДЕЖ" и перемещения курсора;
- 6 – кнопка для ввода цифры "3", букв "ЗИЙК" и символа $\sqrt{3}$;
- 7 – кнопка для ввода цифры "5" и букв "ОПРС";
- 8 – кнопка для ввода цифры "6", букв "ТУФХ" и перемещения курсора;
- 9 – кнопка для ввода цифры "8", букв "ЩЪЫ" и перемещения курсора;
- 10 – кнопка для ввода цифры "9", букв "ЬЭЮЯ" и включения печати;
- 11 – кнопка для ввода цифры "0", разделителя "," и символа "Пробел";
- 12 – кнопка "Ввод";
- 13 – разъем RS232;
- 14 – кнопка смены регистра (для кнопок с двойным назначением);
- 15 – кнопка для измерения полной мощности, полного электрического и полной электрической проводимости нагрузок;
- 16 – кнопка для измерения относительной разности вторичных токов (напряжений) поверяемого и эталонного ТТ (ТН) и разности их фаз;
- 17 – кнопка для измерения вторичного тока ТТ (напряжения ТН);
- 18 – выключатель питания

Рисунок 5.5

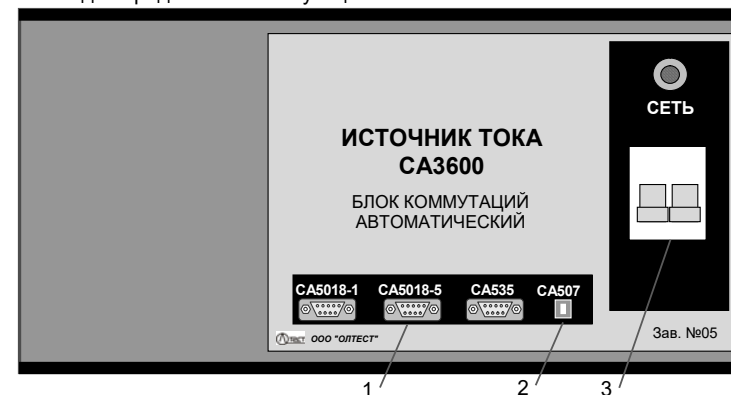


- 1 – зажимы x, a (ТН_з, U_x) для подключения вторичной обмотки эталонного ТН или кабеля измерительного КИ(U), ПДРМ.685611.008, при измерении напряжения в цепях, питаемых от сети;
- 2 – корпусной зажим;
- 3 – зажимы U₂, U₁ (Z) для подключения нагрузки поверяемого ТТ;
- 4 – зажимы И₁, И₂ (ТТ_з) для подключения вторичной обмотки эталонного ТТ;
- 5 – зажимы И₁, И₂, И₁^{*} (ТТ_х) для подключения вторичной обмотки поверяемого ТТ; при равных номинальных значениях вторичных токов поверяемого и эталонного ТТ поверяемый ТТ следует подключать к зажимам И₁, И₂, а при отношении номинального вторичного тока эталонного ТТ к номинальному вторичному току поверяемого ТТ как 5:1 поверяемый ТТ следует подключать к зажимам И₁^{*}, И₂;
- 6 – разъем для подключения блока коммутаций (авт.) с помощью кабеля USB2AB/2;
- 7 – разъем для подключения персонального компьютера с помощью кабеля USB2AB/2;
- 8 – разъем для подключения кабеля питания;
- 9 – зажимы x, a (ТН_х) для подключения вторичной обмотки поверяемого ТН;
- 10 – зажимы U₁, U₂ (Y₁) для подключения нагрузки поверяемого ТН
- 11 – зажимы U₁, a (I_x) для подключения кабеля измерительного КИ(I) ПДРМ.685611.009 при измерении силы тока в цепях, питаемых от сети

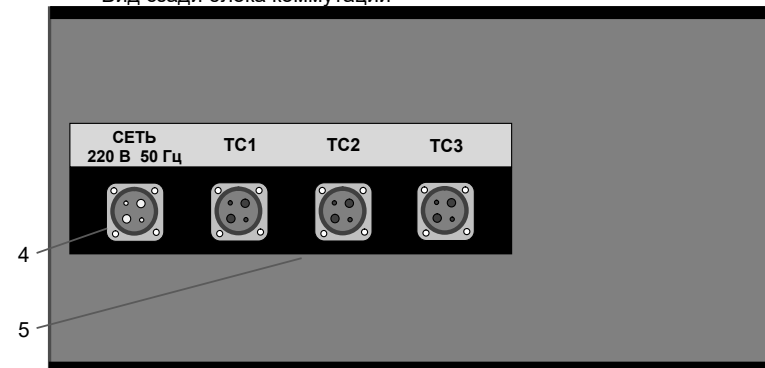
Рисунок 5.6

5.4.2 На рисунке 5.7 показан блок коммутаций.

Вид спереди блока коммутаций



Вид сзади блока коммутаций



- 1 – разъемы для подключения ТТ CA535, магазина нагрузок CA5018 с помощью кабеля интерфейсного последовательного порта (RS232);
- 2 – разъем для подключения к Компаратору CA507 с помощью кабеля USB2AB/2;
- 3 – индикатор и выключатель питания блока;
- 4 – разъем для подключения к сети 220 В 50 Гц с помощью кабеля питания КП3600 ПДРМ.685616.001;
- 5 – разъемы для подключения трансформаторов силовых с помощью кабелей силовых КС3600 ПДРМ.686694.001;

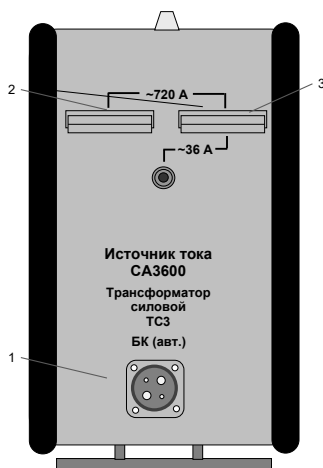
Рисунок 5.7

5.4.3 На рисунке 5.8 показаны вид спереди и вид сбоку трансформатора силового ТС1 из комплекта источника тока СА3600. Трансформаторы силовые ТС1 и ТС2 имеют одинаковый внешний вид.



Рисунок 5.8

5.4.4 На рисунке 5.9 показан вид спереди трансформатора силового ТС3.



1 – разъем для подключения к блоку коммутации (авт.);
2 – выход источника тока " ~ 720 А";
3 – выход источника тока " ~ 36 А"

Рисунок 5.9

6 ПОДГОТОВКА КОМПАРАТОРА К РАБОТЕ

6.1 Подготовка Компаратора к работе и включение питания




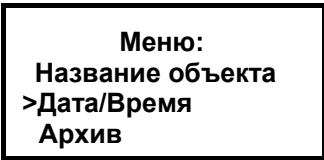

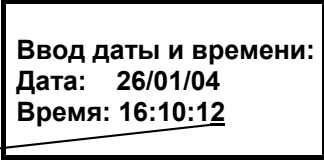









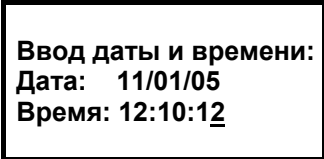
Подготовку к работе и включение питания выполнять в соответствии с таблицей 6.1

Таблица 6.1


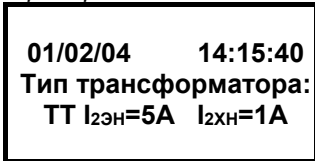
№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	<p>Включить питание Компаратора, для чего:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) установить выключатель "СЕТЬ", размещенный на передней панели Компаратора в положение "О"; 2) подсоединить кабель питания к разъему "~220 В 50 Гц" (поз.6, рисунок 5.5), размещенному на задней панели Компаратора; 3) включить кабель питания в сеть 220 В 50Гц, при этом розетка должна иметь защитное заземление; 4) установить выключатель "СЕТЬ" в положение "I". 	<p>На экране появится тот вариант основного окна, при котором Компаратор был выключен в предыдущем сеансе работы.</p> <p><i>1-ый вариант</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: ТН U_{2Н}=100В</p> </div> <p><i>2-ой вариант (использование ТТэ и ТТх с равными номинальными вторичными токам)</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ I_{2Н}=5А</p> </div> <p><i>3-ий вариант (использование ТТэ и ТТх с соотношением номинальных вторичных токов 5:1)</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ I_{2ЭН}=5А I_{2ХН}=1А</p> </div>
	<p>Номинальное вторичное напряжение поверяемого и эталонного ТН</p>	
	<p>Номинальный вторичный ток калибруемого и эталонного трансформаторов</p>	
	<p>Номинальные вторичные токи калибруемого и эталонного трансформаторов</p>	

6.2 Ввод даты и времени

Ввод даты и времени выполнять в соответствии с таблицей 6.2.
Таблица 6.2

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	<p>Войти в меню и выбрать режим "Дата/Время", для чего:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор > на строку "Дата/Время".</p>	
2	<p>Включить режим "Дата/Время", для чего нажать кнопку .</p> <p>Курсор знакоместа</p>	
3	<p>Ввести текущие дату и время для чего:</p> <p>1) установить курсор на строку "Дата" или "Время", используя кнопки  + ,  + ,  + ,  + ,</p> <p>2) ввести дату и время, используя кнопки  (после ввода цифры курсор перемещается на соседнее знакоместо, перемещение осуществляется циклически).</p>	

³ Знак "+" между изображениями кнопок обозначает их одновременное нажатие




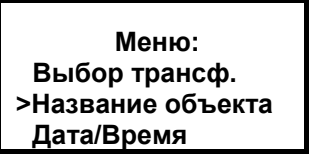
№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
4	<p>Для возврата в основное окно нажать кнопку .</p>	<p>На экране появится один из вариантов основного окна, например:</p> 


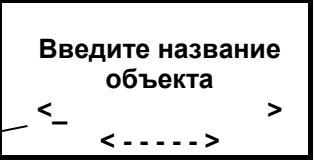







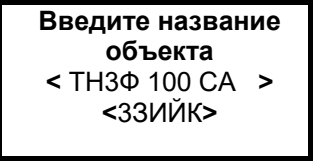

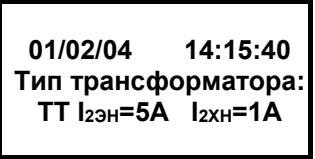
6.3 Ввод названия объекта

Записи результатов измерений могут идентифицироваться по дате и времени измерения. Наряду с этим, для упрощения идентификации объектам могут быть присвоены названия (не более 18 знаков). Рекомендуется включать в состав названия значение подключаемой нагрузки и название выводов вторичных обмоток ТН, если объектом измерения является трехфазный ТН. После введения названия объекта все последующие измерения будут сохраняться в памяти Компаратора с этим названием. Для изменения названия объекта нужно выполнить действия, описанные в таблице 6.3. После выключения Компаратора названия объектов не сохраняются и при следующем включении Компаратора их необходимо вводить повторно.

Ввод названия объекта выполнять в соответствии с таблицей 6.3.

Таблица 6.3





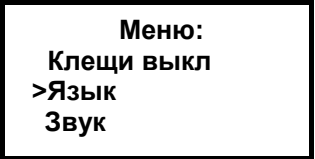


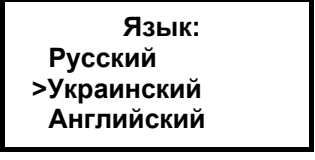

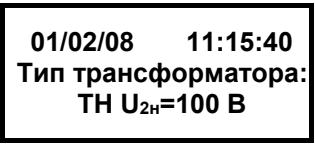
№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	<p>Войти в меню и выбрать режим "Название объекта", для чего:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) используя кнопки  и ,</p> <p>установить курсор > на строку "Название объекта".</p>	

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
2	Включить режим "Название объекта", для чего нажать кнопку  . Курсор знакоместа	
3	Ввести название объекта: – перемещение курсора по знакоместам:  + 4 ПИИ,  + 6 ТУФХ, – ввод цифр 0 – 9 осуществляется однократным нажатием на одну из кнопок  -  ; – ввод букв осуществляется многократным нажатием на кнопки  -  ; удаление символа перед курсором с помощью  .	<p><i>Например:</i></p>  <p><u>Подсказка при наборе букв</u></p> <p>В этой строке показаны все символы, размещенные на кнопке, которая была нажата.</p>
4	Для возврата в основное окно нажать кнопку  .	<p><i>На экране появится один из вариантов основного окна, например:</i></p> 

6.4 Выбор языка

Информация может отображаться на украинском, русском и английском языках. Выбор языка выполнять в соответствии с таблицей 6.4.




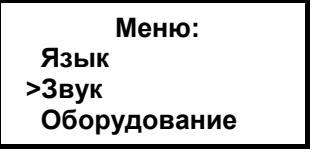
Таблица 6.4













№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Войти в меню и включить режим "Язык", для чего: 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  , установить курсор > на строку "Язык"; 3) нажать кнопку  .	
2	Выбрать язык, используя кнопки  и  .	
3	Включить выбранный язык, для чего нажать кнопку  .	

6.5 Настройка звука

В процессе измерения могут возникать предупреждающие сообщения: речевое сообщение или звуковой сигнал. Выбор вида сообщения и его громкость регулировать в соответствии с таблицей 6.5.

Таблица 6.5

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Войти в меню и выбрать режим "Звук", для чего: 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  , установить курсор > на строку "Звук".	

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
2	Включить режим "Звук", для чего нажать кнопку  .	Звук: >Громкость Речь вкл
3	Выбрать вариант предупреждающего сообщения, для чего: 1) используя кнопки  2 ДЕК и  8 ЩЬЫ , установить курсор > на строку "Речь вкл"; 2) нажатием кнопки  выбрать нужный вариант. ("Речь вкл" – речевое сообщение, "Речь выкл" – звуковой сигнал)	Звук: Громкость >Речь вкл
4	Включить режим регулировки громкости предупреждающих сообщений, для чего: 1) используя кнопки  2 ДЕК и  8 ЩЬЫ , установить курсор > на строку "Громкость"; 2) нажать кнопку  . Регулировку громкости выполнять с помощью кнопок  4 ЛМН и  6 ТУФХ . Для тестового прослушивания сообщения нажать кнопку  1 АЕВГ .	Громкость:  1 – Тест
5	Для возврата в основное окно нажать кнопку  .	01/02/08 11:15:40 Тип трансформатора: ТН U_{2Н}=100 В

7 РАБОТА С КОМПАРАТОРОМ

7.1 Измерения при определении метрологических характеристик трансформаторов

Относительная разность вторичных напряжений f_{DU} (токов f_{DI}) и разность фаз вторичных напряжений δ_{DU} (токов δ_{DI}) двух ТН (ТТ), мощность и проводимость (сопротивление) нагрузки во вторичной цепи ТН (ТТ) могут быть измерены в *следающем режиме* или в *режиме накопления результатов измерений*.

Следающий режим позволяет значительно ускорить процесс измерения. Измерения происходят непрерывно с обновлением результатов не менее 1 раз в секунду. Этот режим рекомендуется применять для трансформаторов, имеющих класс точности 0,1 и менее точных.

Режим с накоплением результатов измерений рекомендуется использовать в случаях, когда влияние случайной составляющей погрешности не позволяет провести измерения с достаточной точностью. В этом режиме Компаратор накапливает результаты измерений и вычисляет их среднеарифметическое значение. Количество накапливаемых результатов устанавливается оператором в диапазоне от 1 до 10. На экран также выводится информация о среднеквадратических отклонениях (СКО) результатов измерений f_{DU} (f_{DI}) и δ_{DU} (δ_{DI}). *Режим с накоплением результатов измерений* рекомендуется применять при работе в условиях большого уровня помех и нестабильности напряжения сети, питающей измерительную схему, либо при определении метрологических характеристик высокоточных трансформаторов, классов точности 0,1 и выше.

При измерениях мощности и проводимости (сопротивления) нагрузки во вторичной цепи ТН (ТТ) нагрузка должна быть подключена непосредственно к Компаратору, к зажимам $U_1, U_2 (Y,)$ при определении метрологических характеристик ТН и к зажимам $U_1, U_2 (Z,)$ $I_2 (ТТ_x)$ при определении метрологических характеристик ТТ. При измерении мощности и сопротивления нагрузки во вторичной цепи ТТ применяется четырехзажимная схема подключения. Такое подключение позволяет исключить из результата измерения значения сопротивления проводников, при помощи которых нагрузка включается в измерительную цепь.

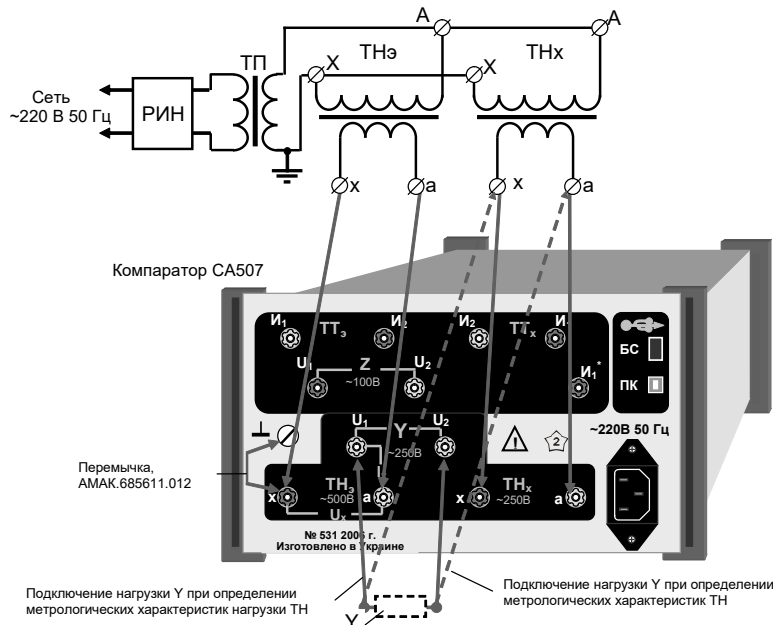
7.1.1 Измерения при определении метрологических характеристик трансформаторов напряжения

7.1.1.1 Подготовка к работе

1) Собрать схему, в соответствии с рисунком 7.1

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

2) Подготовить Компаратор к работе и включить питание Компаратора, в соответствии с разделом 6.1, 6.3.











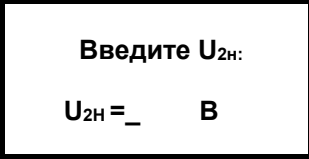

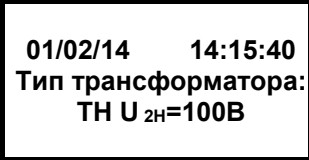
РИН – регулируемый источник напряжения; ТП – трансформатор питающий; ТНэ – трансформатор напряжения эталонный; ТНх – трансформатор напряжения поверяемый; Y – нагрузка (измерения могут производиться с нагрузкой или без нее).

Рисунок 7.1

3) Дальнейшие действия выполнять в соответствии с таблицей 7.1.

Таблица 7.1

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	<p>Установить тип поверяемого трансформатора, для чего:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) нажать кнопку 2) используя кнопки и , установить курсор > на строку "Выбор трансф.". 3) включить режим "Выбор трансф.", для чего нажать кнопку . 4) используя кнопки и , установить курсор > на строку "Трансф. напряжения". 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Меню: Оборудование >Выбор трансф. Название объекта</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Выбор трансф.: Трансф. тока >Трансф. напряжения</p> </div>
2	<p>Ввести номинальное значение вторичного напряжения эталонного ТН $U_{2Н}$, в вольтах, для чего:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) нажать кнопку 2) используя кнопки и , установить курсор > на нужный вариант; <p><i>Значение номинального вторичного напряжения можно выбрать из предлагаемого ряда или ввести любое значение в диапазоне от 0,1 до 500 В с помощью пункта меню "Другое".</i></p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>Трансф. напряж.: $U_{2Н} = 100/\sqrt{3}В$ >$U_{2Н} = 100В$ $U_{2Н} = 200/\sqrt{3}В$</p> </div> <p><i>Продолжение:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Трансф. напряж.: $U_{2Н} = 150В$ $U_{2Н} = 200В$ >Другое $U_{2Н} = 100/\sqrt{3}В$</p> </div>



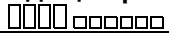
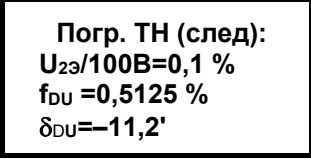
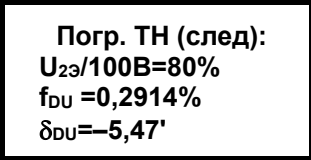


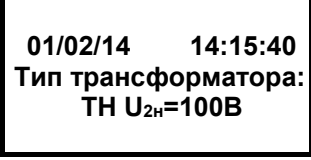
№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
	<p>3) Если выбран пункт меню "Другое", то нажать  и ввести необходимое значение U_{2H} (количество знаков – не более 8):</p> <ul style="list-style-type: none"> – перемещение курсора по знакам:  + ,  + , – ввод цифр 0 – 9 осуществляется однократным нажатием на одну из кнопок  , , – удаление символа перед курсором осуществляется с помощью . 	
3	<p>Подтвердить выбор значения U_{2H}, для чего нажать кнопку .</p>	<p>На экране появится основное окно, например:</p> 
4	<p>Далее может быть введено название объекта, в соответствии с разделом 6.3, если это не было сделано предварительно.</p>	

7.1.1.2 Измерение относительной разности вторичных напряжений и разности фаз вторичных напряжений двух трансформаторов напряжения в следящем режиме

1) Подготовить Компаратор к работе, в соответствии с разделом 7.1.1.1.

2) Дальнейшие действия выполнять, в соответствии с таблицей 7.2.

Таблица 7.2




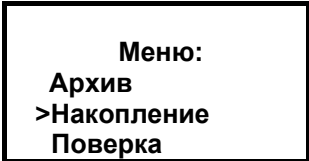

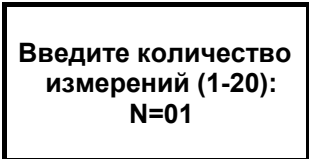


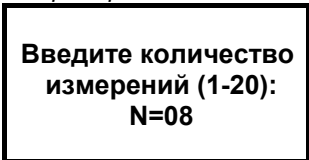

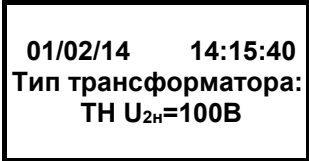
№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	<p>Начать измерения f_{DU} и δ_{DU} в следящем режиме, нажав кнопки  + .</p> <p>Условные обозначения: $U_{2\partial}/100В$ – относительное значение вторичного напряжения эталонного трансформатора. f_{DU} – относительная разность вторичных напряжений двух ТН; δ_{DU} – разность фаз вторичных напряжений двух ТН.</p>	<p>Идет измерение f_{DU}, δ_{DU} (следящий режим) </p> <p>На экране появятся постоянно обновляющиеся результаты измерений:</p> 
2	<p>Установить относительное значение вторичного напряжения эталонного трансформатора $U_{2\partial}/U_{2H}$, в соответствии с указаниями, приведенными в нормативной документации на проверяемый трансформатор, регулируя величину напряжения с помощью регулируемого источника напряжения (РИН) и наблюдая показания на экране Компаратора. После установки значения $U_{2\partial}/U_{2H}$ считать показания f_{DU} и δ_{DU}.</p>	
3	<p>Для сохранения текущего результата измерения, нажать . Результат измерения будет записан в память Компаратора.</p>	<p>Об окончании записи результатов измерений Компаратор сигнализирует звуковым сигналом.</p>
4	<p>Для возврата в основное окно нажать кнопку .</p> <p>Для просмотра сохраненных результатов выполнить указания раздела 7.4.1.</p>	<p>На экране появится основного окна, например:</p> 


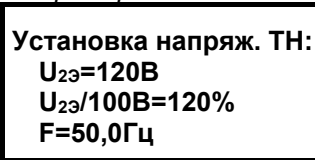
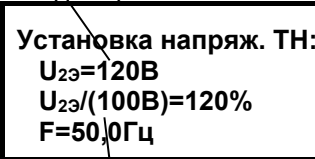

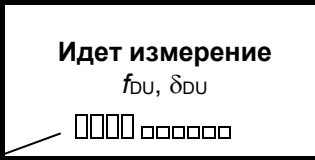
7.1.1.3 Измерение относительной разности вторичных напряжений и разности фаз вторичных напряжений двух трансформаторов напряжения с накоплением результатов измерений




1) Подготовить Компаратор к работе, в соответствии с разделом 7.1.1.1.

2) Дальнейшие действия выполнять, в соответствии с таблицей 7.3.

Таблица 7.3

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Войти в меню и выбрать режим "Накопление", для чего: 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  установить курсор > на строку "Накопление".	
2	Включить режим накопления, для чего нажать кнопку  . К сведению: После включения Компаратора число усредняемых измерений автоматически устанавливается равным 1.	
3	Ввести число усредняемых измерений, используя кнопки  и  (после ввода цифры курсор автоматически перемещается на соседнее знакоместо, перемещение осуществляется циклически).	<i>Например:</i> 
4	Подтвердить установленное значение, для чего нажать кнопку  .	<i>На экране появится основное окно, например:</i> 







№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
5	Включить режим измерения значения вторичного напряжения эталонного трансформатора $U_{2Э}$, нажав кнопку  . Показания при измерении вторичного напряжения эталонного трансформатора $U_{2Н}$	<i>Например:</i> 
6	Установить относительное значение вторичного напряжения эталонного трансформатора $U_{2Э}/U_{2Н}$, в соответствии с указаниями, приведенными в нормативной документации на эталонный трансформатор, регулируя величину напряжения с помощью регулируемого источника напряжения (РИН) и наблюдая показания на экране.	<i>Например:</i>  <i>Номинальное значение вторичного напряжения эталонного трансформатора $U_{2Н}$</i>
7	Измерить f_{DU} и δ_{DU} , нажав кнопку  . При этом результат измерения будет автоматически записан в память Компаратора (раздел 7.4.1). Число меток равно заданному числу усредняемых измерений	



№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
8	<p>Для просмотра результатов измерения использовать кнопки  и .</p> <p>Условные обозначения: $U_{2Э}/100В$ – относительное значение вторичного напряжения эталонного трансформатора. f_{DU} – относительная разность вторичных напряжений двух ТН; δ_{DU} – разность фаз вторичных напряжений двух ТН; СКО – среднеквадратическое отклонение.</p>	<p>Через несколько секунд на экране появится результат измерения:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Погрешность ТН: $U_{2Э}/(100В)=120\%$ $f_{DU}=0,2131\%$ $\delta_{DU}=-12,15'$</p> </div> <p><i>Продолжение:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Погрешность ТН: СКО(f_{DU})= 0,001% СКО(δ_{DU})=0,01'</p> </div>
9	Для проведения повторных измерений этого же объекта повторить п.7 данной таблицы.	
10	<p>Для возврата в основное окно нажать кнопку .</p>	<p>На экране появится основное окно, например:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТН $U_{2Н}=100В$</p> </div>

7.1.1.4 Измерение мощности и проводимости нагрузки вторичной цепи трансформатора напряжения при его поверке или калибровке в следящем режиме

- 1) Подготовить Компаратор к работе, в соответствии с разделом 7.1.1.1.
- 2) Дальнейшие действия выполнять, в соответствии с таблицей 7.4.

Таблица 7.4

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	<p>Включить режим измерения значения вторичного напряжения эталонного трансформатора $U_{2Э}$, нажав кнопку .</p> <p>Установить значение вторичного напряжения эталонного трансформатора $U_{2Э}$ в соответствии с п.6 таблицы 6.3.</p>	<p><i>Например:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Установка напряж. ТН: $U_{2Э}=120В$ $U_{2Э}/100В=120\%$ $F=50,0Гц$</p> </div>
2	<p>Включить режим измерения мощности и проводимости нагрузки в следящем режиме, для чего нажать  + .</p> <p>Для просмотра результатов измерения использовать кнопки  и .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Измерение мощности и проводимости </p> </div> <p><i>На экране появятся постоянно обновляющиеся результаты измерения, например:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Пар. нагр.ТН (сл.): $U_{2Э}/100В=100,2\%$ $P=1,000Вт$ $Q=0,00012 В \cdot А$</p> </div>





№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
	Условные обозначения: P – активная мощность; Q – реактивная мощность; S – полная мощность; G – активная проводимость; B – реактивная проводимость; Y – полная проводимость; cos φ – коэффициент мощности.	<i>Продолжение:</i> S=1,000В·А G=100,01 мкСм B=0,023 мкСм Y=100,01 мкСм cos φ=1,000 инд
3	Для сохранения текущего результата измерения нажать  . Результат измерения будет записан в память Компаратора.	Характер нагрузки – индуктивный
4	Для возврата в основное окно нажать кнопку  . Для просмотра сохраненных результатов выполнить указания раздела 7.4.1.	<i>На экране появится основное окно, например:</i> 01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТН U_{2Н}=100В


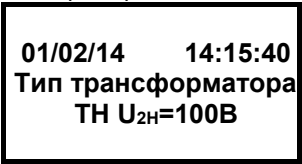
7.1.1.5 Измерение мощности и проводимости нагрузки вторичной цепи трансформатора напряжения при его поверке или калибровке с накоплением результатов измерений

- 1) Подготовить Компаратор к работе, в соответствии с разделом 7.1.1.1.
- 2) Дальнейшие действия выполнять, в соответствии с таблицей 7.5.

Таблица 7.5

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Ввести число усредняемых результатов измерений и установить относительное значение вторичного напряжения эталонного трансформатора $U_{23}/U_{2Н}$, выполнив п.п.1-6 таблицы 7.3.	<i>На экране появится основное окно, например:</i> 01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТН U_{2Н}=100В




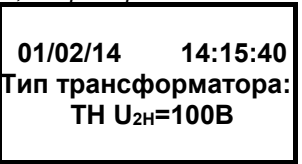
№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
2	Включить режим измерения значения вторичного напряжения эталонного трансформатора U_{23} , нажав кнопку  . Установить требуемое значение вторичного напряжения эталонного трансформатора U_{23} в соответствии с п.6 таблицы 6.3.	<i>Например:</i> Установка напряж. ТН: U₂₃=120В U₂₃/100В=120% F=50,0Гц
3	Для измерения мощности и проводимости нагрузки, нажать  . При этом результат измерения будет автоматически записан в память Компаратора (раздел 7.4.1). Для просмотра результатов измерения использовать кнопки  и  .	Идет измерение мощности и проводимости □□□□ □□□□ <i>Через несколько секунд на экране появятся результаты измерения, например:</i> Параметры нагр.ТН: U₂₃/100В=100,2% P=1,000Вт Q=0,00012 В·А <i>Продолжение:</i> S=1,000В·А G=100,02 мкСм B=0,012 мкСм Y=100,02 мСм cos φ=1,000 инд Характер нагрузки – индуктивный

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
4	Для возврата в основное окно нажать кнопку 	На экране появится основное окно, например: 

7.1.1.6 Измерение вторичного напряжения эталонного трансформатора напряжения

- 1) Подготовить Компаратор к работе, в соответствии с разделом 7.1.1.1.
- 2) Дальнейшие действия выполнять, в соответствии с таблицей 7.6.

Таблица 7.6

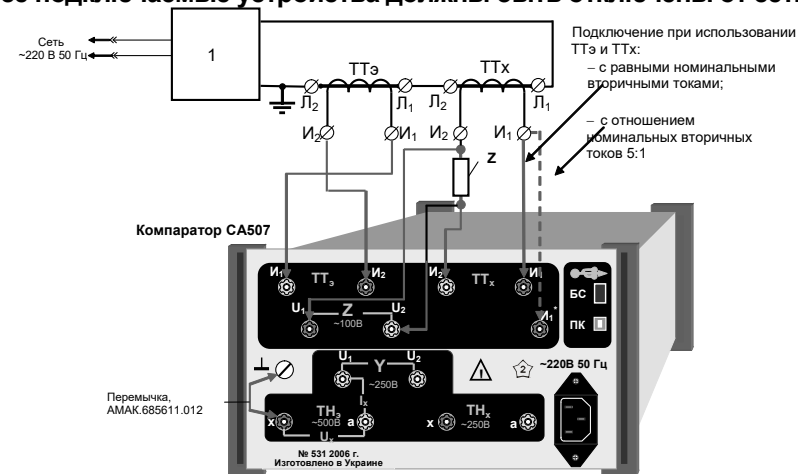
№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Для измерения вторичного напряжения эталонного ТН нажать кнопки  + 	Измерение напр.: $U_{2Э}=3,32В$ $F=49,9Гц$
2	Для завершения процесса измерения и возврата в основное окно нажать кнопку 	На экране появится основное окно, например: 

7.1.2 Измерения при определении метрологических характеристик трансформаторов тока при ручной регулировке источника питания

7.1.2.1 Подготовка к работе

- 1) Собрать схему, в соответствии с рисунком 7.2.

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!













1 – источник тока, состоящий из регулятора напряжения и трансформатора силового; ТТЭ – трансформатор тока эталонный; ТТХ – трансформатор тока поверяемый; Z – нагрузка










Рисунок 7.2

- 2) Подготовить СА507 к работе и включить его в соответствии с разделами 6.1, 6.3.
- 3) Установить на нулевую отметку ручку регулятора напряжения, входящего в состав источника тока.
- 4) Включить источник тока.
- 5) Дальнейшие действия выполнять в соответствии с таблицей 7.7, используя СА507.

При подключении источника тока к сети питания 220 В 50 Гц следует учитывать, что потребляемая им мощность может составлять до 10 кВА. Поэтому подключение должно выполняться с помощью специальной розетки или клемм.

Таблица 7.7



№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	<p>Установить тип поверяемого трансформатора, для чего:</p> <p>1) нажать кнопку ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор > на строку "Выбор трансф.";</p> <p>3) включить режим "Выбор трансф.", для чего нажать кнопку ;</p> <p>4) используя кнопки  и , установить курсор > на строку "Трансф. тока".</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Меню: Оборудование >Выбор трансф. Название объекта</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Выбор трансф.: >Трансф. тока Трансф. напряжения</p> </div>
2	<p>Ввести исходные данные, для чего:</p> <p>1) Нажать кнопку .</p> <p>2) Если используются:</p> <ul style="list-style-type: none"> – трансформаторы с равными номинальными вторичными токами, выбрать один из вариантов паспортных значений сил номинальных вторичных токов I_{2H} эталонного и поверяемого ТТ; – трансформаторы с соотношением номинальных вторичных токов 5:1, выбрать строку "$I_{2ЭН}=5A$; $I_{2ХН}=1A$". <p>С помощью кнопок  и  установить курсор > на нужный вариант и нажать кнопку .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Ввод I_{2H}: $I_{2H} = 5A$ > Другой $I_{2ЭН} = 5A$ $I_{2ХН} = 1A$</p> </div> <p style="text-align: center;"><i>Продолжение меню:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Ввод I_{2H}: $I_{2H} = 1A$ > $I_{2H} = 2A$ $I_{2H} = 2,5A$</p> </div>



№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
	<p>При использовании трансформаторов с равными номинальными вторичными токами значение вторичных токов можно также выбрать с помощью пункта меню "Другой", введя любое значение в диапазоне от 0,1 до 7A.</p> <p>3) Если выбран пункт меню "Другой", то нажать  и ввести необходимое значение I_{2H}:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перемещение курсора по знакоместам:  + ,  + ; – ввод цифр 0 – 9 осуществляется однократным нажатием на одну из кнопок  – ; – удаление символа перед курсором осуществляется с помощью кнопки . 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Введите I_{2H}:</p> <p>$I_{2H} = _ \ A$</p> </div>
	<p>4) Подтвердить выбор значения I_{2H}, для чего нажать кнопку .</p>	<p style="text-align: center;"><i>На экране появится один из вариантов основного окна:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ $I_{2H}=5A$</p> </div>
3	<p>При желании далее может быть введено название объекта, в соответствии с разделом 6.3, если это не было сделано предварительно.</p>	

7.1.2.2 Измерение относительной разности сил вторичных токов и разности фаз вторичных токов двух трансформаторов тока в следящем режиме

1) Подготовить Компаратор к работе, в соответствии с разделом 7.1.2.1. Дальнейшие действия выполнять, в соответствии с таблицей 7.8.

Таблица 7.8

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Начать измерения f_{D1} и δ_{D1} в следящем режиме, нажав кнопки  +  . Условные обозначения: $I_{2Э}/5A$ – относительное значение силы вторичного тока эталонного трансформатора; f_{D1} – относительная разность сил вторичных токов двух ТТ; δ_{D1} – разность фаз вторичных токов двух ТТ.	На экране появятся постоянно обновляющиеся результаты измерений: Погр. ТТ (след.): $I_{2Э}/5A=0,1\%$ $f_{D1}=0,00064\%$ $\delta_{D1}=-0,05889'$
2	Установить относительное значение силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}/I_{2Н}$, в соответствии с указаниями, приведенными в нормативной документации на поверяемый трансформатор, регулируя величину силы тока с помощью источника питания с ручной регулировкой силы выходного тока и наблюдая показания на экране Компаратора. После установки значения $I_{2Э}/I_{2Н}$ считать показания f_{D1} и δ_{D1} .	<i>Например:</i> Погр. ТТ (след.): $I_{2Э}/5A=120\%$ $f_{D1}=0,5154\%$ $\delta_{D1}=-10,15'$ Паспортное значение силы номинального вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Н}$


№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
3	При желании сохранить текущий результат измерения, нажать  . Результат измерения будет записан в память Компаратора.	
4	Для возврата в основное окно нажать кнопку  . Для просмотра сохраненных результатов выполнить указания раздела 7.4.1.	На экране появится основное окно: 01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ $I_{2ЭН}=5A$ $I_{2ХН}=1A$

7.1.2.3 Измерение относительной разности сил вторичных токов и разности фаз вторичных токов двух трансформаторов тока в режиме накопления результатов измерений


1) Подготовить Компаратор к работе, в соответствии с разделом 7.1.2.1.

2) Дальнейшие действия выполнять, в соответствии с таблицей 7.9.

Таблица 7.9

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Ввести число усредняемых измерений, выполнив п.п.1-4 таблицы 7.3	На экране появится основное окно: 01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ $I_{2ЭН}=5A$ $I_{2ХН}=1A$
2	Включить режим измерения силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}$, нажав кнопку  .	<i>Например:</i> Установка тока ТТ: $I_{2Э}=62,32$ mA $I_{2Э}/(5A)=1,2\%$ $F=50,0$ Гц





№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
3	Установить относительное значение силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}/I_{2Н}$, в соответствии с указаниями, приведенными в нормативной документации на поверяемый трансформатор, регулируя величину силы тока с помощью источника питания с ручной регулировкой силы выходного тока и наблюдая показания на экране Компаратора.	<p>Например:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>Установка тока ТТ: $I_{2Э}=6A$ $I_{2Э}/5A=120\%$ $F=50,0Гц$</p> </div> <p>Паспортное значение силы номинального вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Н}$</p>
4	Измерить f_{D1} и δ_{D1} , нажав кнопку f, δ . При этом результат измерения будет автоматически записан в память Компаратора. Условные обозначения: $I_{2Э}/5A$ – относительное значение силы вторичного тока эталонного трансформатора; f_{D1} – относительная разность сил вторичных токов двух ТТ; δ_{D1} – разность фаз вторичных токов двух ТТ; СКО – среднеквадратическое отклонение.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>Идет измерение f_{D1}, δ_{D1}</p> <p>□□□□ □□□□</p> </div> <p>Через несколько секунд на экране появится результат измерений, например:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>Погрешность ТТ: $I_{2Э}/5A=120\%$ $f_{D1}=0,5154\%$ $\delta_{D1}=-10,15'$</p> </div> <p>Продолжение:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>СКО(f_{DU})=0,02% СКО(δ_{DU})=0,1'</p> </div>



№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
5	Для возврата в основное окно нажать кнопку  . Для просмотра сохраненных результатов выполнить указания раздела 7.4.1.	<p>На экране появится основное окно, например:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ $I_{2ЭН}=5A$ $I_{2ХН}=1A$</p> </div>

7.1.2.4 Измерение мощности и сопротивления нагрузки во вторичной цепи трансформатора тока при его поверке или калибровке в следящем режиме

- 1) Подготовить Компаратор к работе, в соответствии с разделом 7.1.2.1.
- 2) Дальнейшие действия выполнять, в соответствии с таблицей 7.10.

Таблица 7.10

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Включить режим измерения силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}$, нажав кнопку $I_{2Э}, U_{2Э}$ и установить требуемое значение силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}$, в соответствии п.3 таблицы 7.11.	<p>Например:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>Установка тока ТТ: $I_{2Э}=62,32 mA$ $I_{2Э}/5A=1,2\%$ $F=50,0Гц$</p> </div>
2	Включить режим измерения мощности и сопротивления нагрузки, нажать  +  . Для просмотра результатов измерения использовать кнопки  и  .	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>Измерение мощности и сопротивления</p> </div> <p>На экране появятся результаты измерения, например:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>Параметры нагр. ТТ: $I_{2Э}/5A=100,2\%$ $P=1,000 Вт$ $Q=0,00045 В \cdot А$</p> </div>






№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
	Условные обозначения: P – активная мощность; Q – реактивная мощность; S – полная мощность; R – активное сопротивление; X – реактивное сопротивление; Z – полное сопротивление $\cos \varphi$ – коэффициент мощности.	<i>Продолжение:</i> S=1,000 В·А R=1,000 Ом X=522,05мкОм Z=1,000 Ом cos φ=1,000 инд.
3	При желании сохранить текущий результат измерения нажать кнопку  . Результат измерения будет записан в память Компаратора (раздел 7.4.1).	Характер нагрузки - индуктивный
4	Для возврата в основное окно нажать кнопку  .	01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ I_{2Н}=5А I_{2ХН}=1А

7.1.2.5 Измерение мощности и сопротивления нагрузки во вторичной цепи трансформатора тока при его поверке или калибровке с накоплением результатов измерений

- 1) Подготовить Компаратор к работе, в соответствии с разделом 7.1.2.1.
- 2) Дальнейшие действия выполнять, в соответствии с таблицей 7.11.

Таблица 7.11




№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Ввести число усредняемых измерений, выполнив п.п.1-4 таблицы 7.3	<i>На экране появится основное окно:</i> 01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ I_{2Н}=5А

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
2	Включить режим измерения силы вторичного тока эталонного трансформатора I _{2Э} , нажав кнопку  и установить требуемое значение силы вторичного тока эталонного трансформатора I _{2Э} , в соответствии п.3 таблицы 7.11.	<i>Например:</i> Установка тока ТТ: I_{2Э}=62,32 мА I_{2Э}/5А=1,2% F=50,0Гц
3	Для измерения мощности и сопротивления нагрузки, нажать  . При этом результат измерения будет автоматически записан в память Компаратора (раздел 7.4.1). Для просмотра результатов измерения использовать кнопки  . Условные обозначения: P – активная мощность; Q – реактивная мощность; S – полная мощность; R – активное сопротивление; X – реактивное сопротивление; Z – полное сопротивление $\cos \varphi$ – коэффициент мощности.	Измерение мощности и сопротивления  <i>Через несколько секунд на экране появятся результаты измерения, например:</i> Параметры нагр.ТТ: I_{2Э}/5А=100,2% P=1,000 Вт Q=0,00033 В·А <i>Продолжение:</i> S=1,000 В·А R=1,000 Ом X=0,330 мкОм Z=1,000 Ом cos φ=1,000 инд. Характер нагрузки - / индуктивный
4	Для возврата в основное окно нажать кнопку  .	01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ I_{2ЭН}=5А I_{2ХН}=1А

7.1.2.6 Измерение силы вторичного тока эталонного трансформатора тока

- 1) Подготовить Компаратор к работе, в соответствии с разделом 7.1.2.1.
- 2) Дальнейшие действия выполнять, в соответствии с таблицей 7.12.

Таблица 7.12

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Для измерения силы вторичного тока эталонного ТТ нажать кнопки  +  .	Измерение тока: $I_{2Э}=3,32A$ $F=49,9Гц$
2	Для завершения процесса измерения и возврата в основное окно нажать кнопку  .	01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ $I_{2ЭН}=5A$ $I_{2ХН}=1A$

7.1.3 Измерения при определении метрологических характеристик трансформаторов тока при автоматической регулировке источника питания

Для автоматической регулировки тока в первичной цепи поверяемого и эталонного ТТ следует использовать источник тока СА3600, входящий в комплект Компаратора.

Применение других автоматических источников тока совместно с Компаратором СА507 должно быть согласовано с его производителем – ООО "ОЛТЕСТ".

В качестве эталонного трансформатора в измерительной цепи рекомендуется использовать трансформаторы тока эталонные СА535 и расширитель диапазона РД564 (все приборы производства ООО "ОЛТЕСТ"). Также может быть применен любой другой эталонный ТТ, имеющий необходимые технические характеристики.

Для создания нагрузки во вторичной цепи поверяемого ТТ рекомендуется использовать магазины нагрузок СА5018-1(-5) производства ООО "ОЛТЕСТ" или другие магазины нагрузок, предназначенные для этой цели.

7.1.3.1 Подготовка к работе

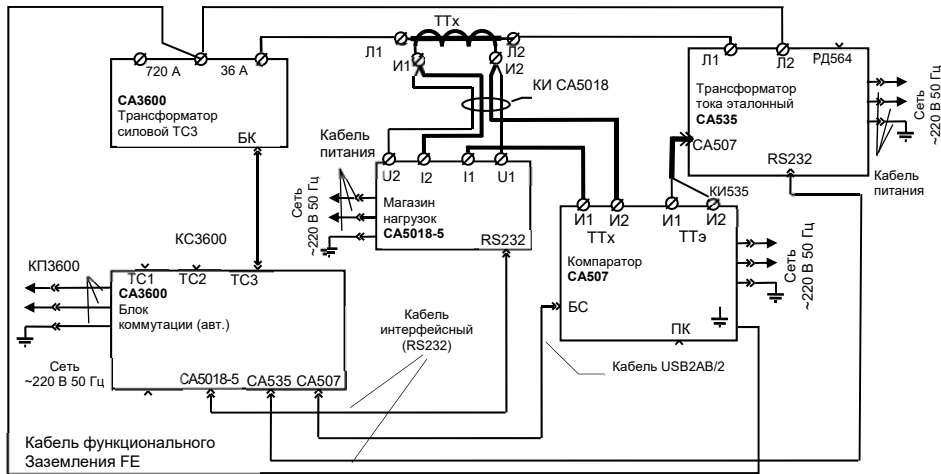
При подключении источника тока к сети питания 220 В 50 Гц необходимо учитывать, что потребляемая им мощность может составлять до 10 кВА. Поэтому подключение должно выполняться с помощью специальной розетки или клемм.

1) Собрать одну из схем (рисунки 7.3-7.6), в зависимости от номинального значения силы первичного тока поверяемого трансформатора. Диапазоны номинальных значений первичного тока и соответствующие им модификации эталонных трансформаторов, приведены в таблицах под рисунками. При использовании ТТэ и ТТх с отношением номинальных вторичных токов 5:1 необходимо вывод I_1 ТТх подключить к зажиму I_1^* на задней панели Компаратора, как показано на рисунке 7.2.

Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

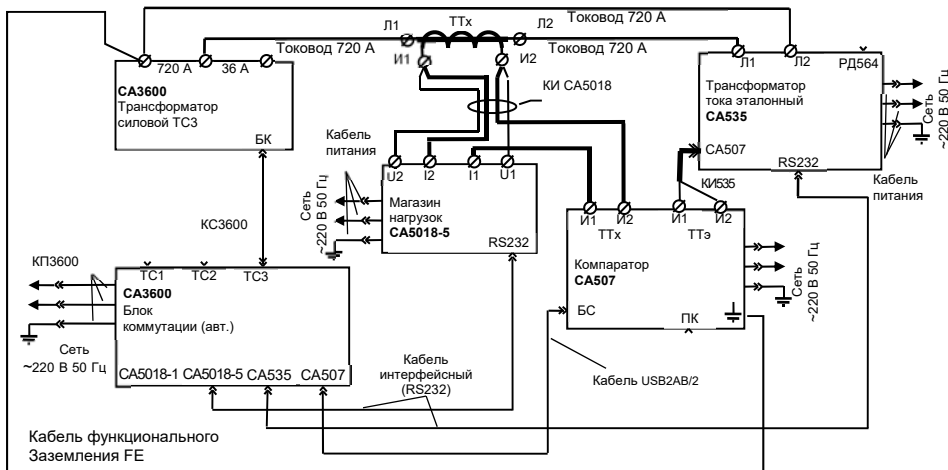
Измерение характеристик ТТ при автоматической регулировке источника питания

CA507



ТТ эталонный	Диапазон номинальных значений сил первичного тока поверяемого ТТ, А
CA535	0,5-30

Рисунок 7.3

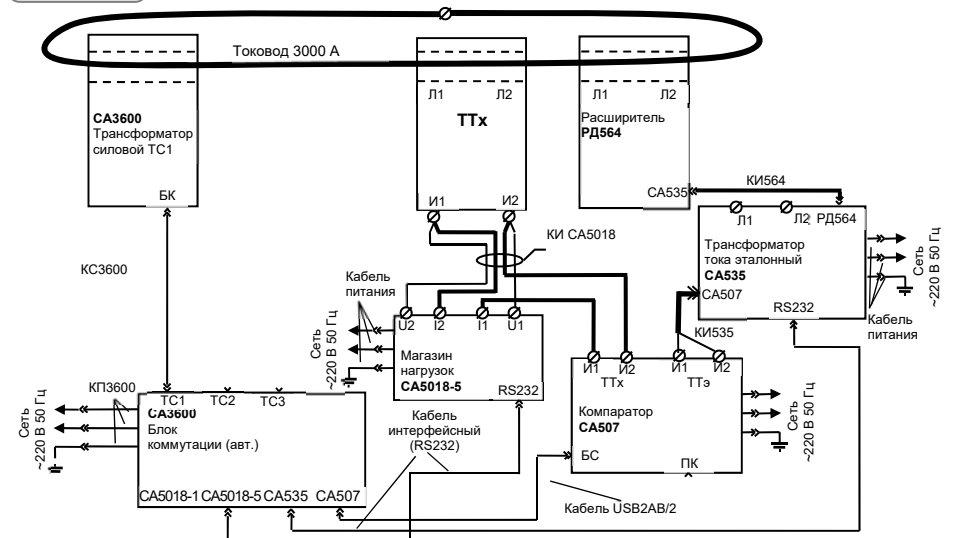


ТТ эталонный	Диапазон номинальных значений сил первичного тока поверяемого ТТ, А
CA535	40-600

Рисунок 7.4

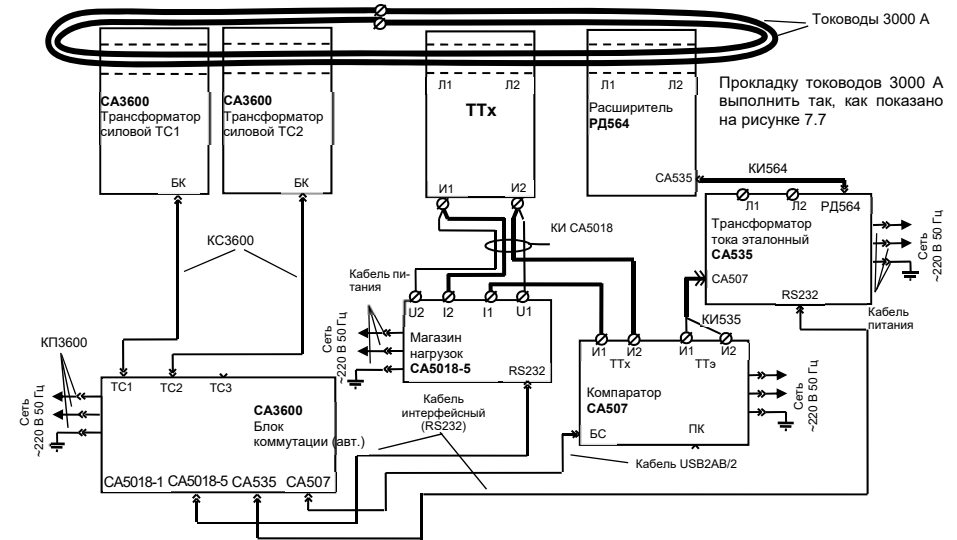
Измерение характеристик ТТ при автоматической регулировке источника питания

CA507



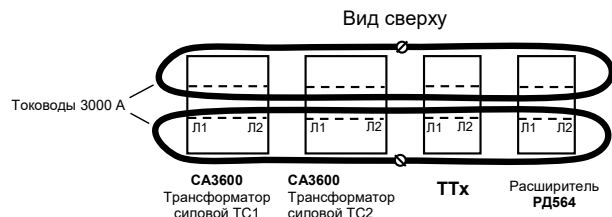
ТТ эталонные	Диапазон номинальных значений сил первичного тока поверяемого ТТ, А
CA535+РД564	650-2000

Рисунок 7.5



ТТ эталонные	Диапазон номинальных значений сил первичного тока поверяемого ТТ, А
CA535+РД564	3000-5000

Рисунок 7.6



















Для уменьшения индуктивного сопротивления контура и получения более высокого значения силы тока в контуре тоководы 3000 А следует размещать симметрично и максимально близко к корпусам трансформаторов













Рисунок 7.7








- 2) Подготовить Компаратор к работе и включить его в соответствии с разделом 6.1, 6.3.
- 3) Включить эталонный ТТ CA535, для чего установить выключатель "СЕТЬ" в положение "I".
- 4) Включить Магазин нагрузок CA5018-1(-5) в соответствии с указаниями раздела 6 документа "Руководство по эксплуатации. Магазины нагрузок CA5018. Часть 1. Техническая эксплуатация" ПДРМ.411640.001 РЭ.
- 5) Включить источник тока. Если используется CA3600, установить выключатель питания "СЕТЬ" блока коммутаций (авт.) (рисунок 5.12, поз.4) в положение "I".
- 6) Дальнейшие действия выполнять в соответствии с таблицей 7.13.

Таблица 7.13

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	<p>Войти в меню и выбрать режим "Оборудование", для чего:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  , установить курсор > на строку "Оборудование". 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Меню:</p> <p>Звук</p> <p>>Оборудование</p> <p>Выбор трансф.</p> </div>
2	<p>Отметить устройства, которые входят в измерительную схему, для чего:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  , установить курсор > на строку, например, "CA3600 (авт.) выкл". 3) нажать кнопку  . По аналогии отметить остальные устройства, входящие в состав схемы, и вернуться в меню, для чего нажать  . 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Оборудование:</p> <p>CA3600 (авт.) вкл</p> <p>CA535, РД564 вкл</p> <p>>CA5018-5 вкл</p> <p>CA5018-1 выкл</p> </div>

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
3	<p>Установить тип поверяемого трансформатора, для чего:</p> <p>1) используя кнопки  и , установить курсор > на строку "Выбор трансф.".</p> <p>2) включить режим "Выбор трансф.", для чего нажать кнопку .</p> <p>3) используя кнопки  и , установить курсор > на строку "Трансф. тока".</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Меню: Оборудование >Выбор трансф. Название объекта</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>Выбор трансф.: >Трансф. тока Трансф. напряжения</p> </div>
4	<p>Выбрать один из вариантов паспортного значения сил первичных токов $I_{1Н}$ эталонного и поверяемого ТТ, для чего</p> <p>1) нажать кнопку ; используя кнопки  и , установить курсор > на нужный вариант;</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Ввод $I_{1Н}$: $I_{1Н}=5A$ $I_{1Н}=7,5A$ $I_{1Н}=10A$ >$I_{1Н}=300A$ $I_{1Н}=2000A$ $I_{1Н}=3000A$</p> </div>
	<p>Выбрать один из вариантов паспортного значения сил вторичных токов эталонного и поверяемого ТТ $I_{2Н}$, если используются трансформаторы с равнономинальными вторичными токами или выбрать строку "$I_{2ЭН}=5A$", если используются трансформаторы с соотношением номинальных вторичных 5:1, для чего:</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Ввод $I_{2Н}$: $I_{2Н}=2,5A$ $I_{2Н}=5A$ $I_{2ЭН}=5A$ $I_{2ХН}=1A$ Другой</p> </div>

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
5	<p>1) нажать кнопку .</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор > на нужный вариант. <i>Значение равнономинальных вторичных токов можно выбрать из предлагаемого ряда или с помощью пункта меню "Другой" ввести любое значение в диапазоне от 0,1 до 7 А</i></p> <p>3) Если выбран пункт меню "Другой", то нажать  и ввести необходимое значение $I_{2Н}$:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перемещение курсора по знакоместам:  + 4 <i>ЛМН</i>,  + 6 <i>ТУХХ</i>; – ввод цифр 0 – 9 осуществляется однократным нажатием на одну из кнопок  - . – удаление символа перед курсором осуществляется с помощью кнопки . 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Введите $I_{2Н}$:</p> <p>$I_{2Н}=_$ A</p> </div>
6	<p>Выбрать один из вариантов значения номинальной нагрузки, которую будет воспроизводить магазин нагрузок CA5018, для чего:</p> <p>1) нажать кнопку ; используя кнопки  и , установить курсор > на нужный вариант.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Ввод $S_{2Н}$: $S_{2Н}=7,5$ ВА $\cos\varphi=1$ >$S_{2Н}=10$ ВА $\cos\varphi=1$ $S_{2Н}=15$ ВА $\cos\varphi=1$</p> </div>






№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
7	Выбрать класс поверяемого трансформатора, для чего: 1) нажать кнопку  ; 2) используя  и  , установить курсор > на нужный вариант.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Класс: 0,2 S >0,5 0,5 S </div>
8	Выбрать наименование ГОСТа, которому соответствует поверяемый трансформатор, для чего: 1) нажать кнопку  ; 2) используя  и  , установить курсор > на нужный вариант.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> ГОСТ: >7746 (ТТ) 23624 (лабор.ТТ) IEC 60044-1 </div>
9	Вернуться в основное окно, для чего нажать кнопку  .	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 10/07/14 14:15:40 Тип трансформ.: ТТ I_{1Н}=300А I_{2Н}=5А Автоматический режим </div>

7.1.3.2 Измерение относительной разности сил вторичных токов и разности фаз вторичных токов двух трансформаторов тока





1) Подготовить Компаратор к работе в соответствии с разделом 7.1.2.1.










2) Дальнейшие действия выполнять в соответствии с таблицей 7.14.



Таблица 7.14

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ																		
1	Ввести число усредняемых измерений п.п.1-4 таблицы 7.3	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 10/07/08 14:15:40 Тип трансформ.: ТТ I_{1Н}=300А I_{2Н}=5А Автоматический режим </div>																		
2	Если необходимо, то выполнить размагничивание трансформатора (размагничивание выполняется при разомкнутой вторичной обмотке поверяемого трансформатора, при этом через первичную обмотку пропускается ток, равный 10% номинального значения первичного тока, который затем плавно снижается до нулевого значения) ⁴ , для чего: 1) отсоединить провод от зажима "I ₂ "(ТТх) Компаратора; 2) нажать кнопку  ; 3) используя  и  , установить курсор > на строку "Размагничивание"; 4) нажать кнопку  или  .	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Программа измерений >Размагничивание По ГОСТ 8.217 Программа оператора </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>I, %</th> <th>S, BA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> </div>	N	I, %	S, BA	1	10	15	2	-	-	3	-	-	...	-	-	9	-	-
N	I, %	S, BA																		
1	10	15																		
2	-	-																		
3	-	-																		
...	-	-																		
9	-	-																		



⁴ Размагничивание выполняется в соответствии с рекомендациями раздела 4.3.3 (второй способ размагничивания ТТ) ГОСТа 8.217.





№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ															
	5) После появления на экране меню подсоединить провод к зажиму "I2"(ТТ _x) Компаратора	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Подготовка</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Уст.10 % □□□□ □□□□</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Сброс тока</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Программа измерений >Размагничивание По ГОСТ 8.217 Программа оператора</div>															
3	<p>Выбрать вариант программы измерений:</p> <p>1) используя кнопки  и , установить курсор > на нужный вариант программы:</p> <p>а) если выбран вариант программы измерений "По ГОСТ 8.217", то нажать  или ;</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Программа измерений Размагничивание >По ГОСТ 8.217 Программа оператора</div> <p>На экране появится таблица с параметрами измерительных точек в соответствии с рекомендациями ГОСТ 8.217</p> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>I, %</th> <th>S, BA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>100</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>120</td> <td>3,75</td> </tr> </tbody> </table>	N	I, %	S, BA	1	5	10	2	20	10	3	100	10	4	120	3,75
N	I, %	S, BA															
1	5	10															
2	20	10															
3	100	10															
4	120	3,75															

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ																														
	<p>б) если выбран вариант программы измерений "Программа оператора", то нажать  или , и ввести параметры измерительных точек в таблицу.</p> <p>Ввод параметров измерительных точек в таблицу выполняется построчно:</p> <p>1) выбор строки с помощью кнопок  и ;</p> <p>2) активизация 1-ой ячейки выбранной строки и ввод в нее данных с помощью кнопок ,  - ;</p> <p>3) переход во 2-ую ячейку выбранной строки с помощью кнопки  и ввод данных с помощью кнопок  - ;</p> <p>4) завершение ввода в выбранную строку с помощью  и активизация следующей строки и т.д.</p>	<p>На экране появится пустая таблица либо таблица с параметрами измерительных точек, использованных в предыдущем сеансе</p> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>I, %</th> <th>S, BA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>> 1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Символы ">","<" указывают, что для ввода выбрана 1-ая строка</p> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>I, %</th> <th>S, BA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>>5<</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Символы ">","<" указывают, что 1-ая ячейка активна и в нее можно вводить данные</p>	N	I, %	S, BA	> 1	-	-	2	-	-	3	-	-	4	-	-	N	I, %	S, BA	1	>5<	-	2	-	-	3	-	-	4	-	-
N	I, %	S, BA																														
> 1	-	-																														
2	-	-																														
3	-	-																														
4	-	-																														
N	I, %	S, BA																														
1	>5<	-																														
2	-	-																														
3	-	-																														
4	-	-																														
4	Установить значение нагрузки S в соответствии с программой измерений																															

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
5	<p>Начать измерения в соответствии с выбранной программой измерений, для чего:</p> <p>1) нажать кнопку  или ;</p> <p>Идет установка относительного значения силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}/I_{2Н}=5\%$</p> <p>Идет установка относительного значения силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}/I_{2Н}=20\%$. Одновременно показан результат измерения f_{D1}, δ_{D1} при $I_{2Э}/I_{2Н}=5,01\%$.</p>	<p>На экране будет показана информация о первой точке измерения и процессе регулировки тока</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Подготовка</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Уст.5% □□□□□□□□</div> <p>После завершения регулировки тока начнется процесс измерений.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Измерение f_{D1}, δ_{D1} □□□□□□□□</div> <p>На экране появится информация о результате измерения в первой точке измерений, например</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Погрешности ТТ: $I_{2Э}/5A=5,01\%$ $f_{D1}=0,00064\%$ $\delta_{D1}=-0,05889'$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Уст.20% □□□□□□□□ $I_{2Э}/5A=5,01\%$ $f_{D1}=0,00064\%$ $\delta_{D1}=-0,05889'$</div>

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
	<p>Идет установка относительного значения силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}/I_{2Н}=100\%$. Одновременно показан результат измерения f_{D1}, δ_{D1} при</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Измерение f_{D1}, δ_{D1} □□□□□□□□</div> <p>На экране появится информация о результате измерения во второй точке измерений, например</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Погрешности ТТ: $I_{2Э}/5A=20,12\%$ $f_{D1}=0,00054\%$ $\delta_{D1}=-0,05669'$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Уст.100% □□□□□□□□ $I_{2Э}/5A=20,12\%$ $f_{D1}=0,00054\%$ $\delta_{D1}=-0,05669'$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Измерение f_{D1}, δ_{D1} □□□□□□□□</div> <p>На экране появится информация о результате измерения в третьей точке измерений, например</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Погрешности ТТ: $I_{2Э}/5A=100,1\%$ $f_{D1}=0,00054\%$ $\delta_{D1}=-0,05669'$</div>

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
	Идет сброс относительного значения силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}/I_{2Н}$ до 0. Одновременно показан результат измерения f_{D1} , δ_{D1} при $I_{2Э}/I_{2Н}=100,1\%$.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Сброс тока $I_{2Э}/5A=100,1\%$ $f_{D1}=0,00054\%$ $\delta_{D1}=-0,05669'$ </div>
	2) установить номинальное значение нагрузки в соответствии рекомендацией и нажать кнопку  или  ;	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Смените нагрузку </div>
	Идет установка относительного значения силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}/I_{2Н}=120\%$.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Уст.120 % □□□□□□□□ </div>
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Измерение f_{D1}, δ_{D1} □□□□□□□□ </div>
		<p>На экране появится информация о результате измерения в четвертой точке измерений, например</p>
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Погрешности ТТ: $I_{2Э}/5A=120,1\%$ $f_{D1}=0,00097\%$ $\delta_{D1}=-0,047'$ </div>
	Идет сброс относительного значения силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}/I_{2Н}$ до 0. Одновременно показан результат измерения f_{D1} , δ_{D1} при $I_{2Э}/I_{2Н}=120,1\%$.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Сброс тока $I_{2Э}/5A=120,1\%$ $f_{D1}=0,00097\%$ $\delta_{D1}=-0,047'$ </div>

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
6	Для просмотра результатов измерения использовать кнопки  и  .	<p>Когда относительное значение силы вторичного тока эталонного трансформатора $I_{2Э}/I_{2Н}$ станет равным 0, на экране появятся все результаты измерения</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Просм. результатов: $I_{2Э}/5A=100,1\%$ $f_{D1}=0,00054\%$ $\delta_{D1}=-0,05669'$ </div>
7	Для возврата в основное окно нажать кнопку  или  .	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 10/07/14 14:18:40 Тип трансформ.: ТТ $I_{1Н}=300A$ $I_{2Н}=5A$ Автоматический режим </div>

7.2 Измерение параметров нагрузок трансформаторов

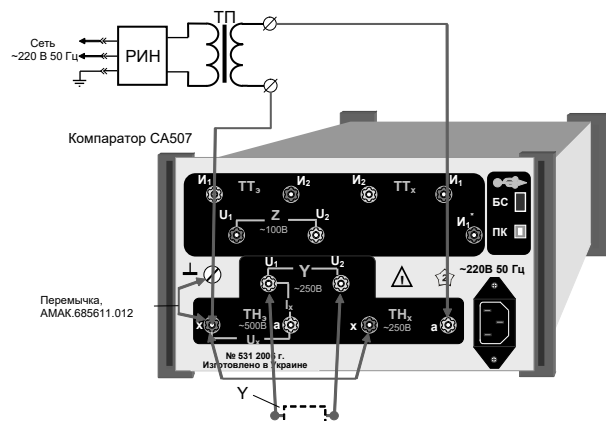
Данный режим позволяет измерять параметры магазинов нагрузок в процессе их изготовления, поверки и калибровки.

Компаратор позволяет также измерять нагрузку, подключенную к трансформатору, непосредственно в месте его установки, двумя способами:

- измерение параметров нагрузки, отключенной от вторичной обмотки трансформатора;
- измерение параметров нагрузки в процессе эксплуатации трансформатора.

7.2.1 Измерение параметров магазина нагрузок ТН или нагрузки ТН, отключенной от его вторичной цепи

- 1) Собрать схему, в соответствии с рисунком 7.8



РИН – регулируемый источник напряжения; ТП – трансформатор питающий; Y – магазин нагрузок ТН или нагрузка ТН, отключенная от вторичной цепи ТН (далее – нагрузка ТН)

Рисунок 7.8

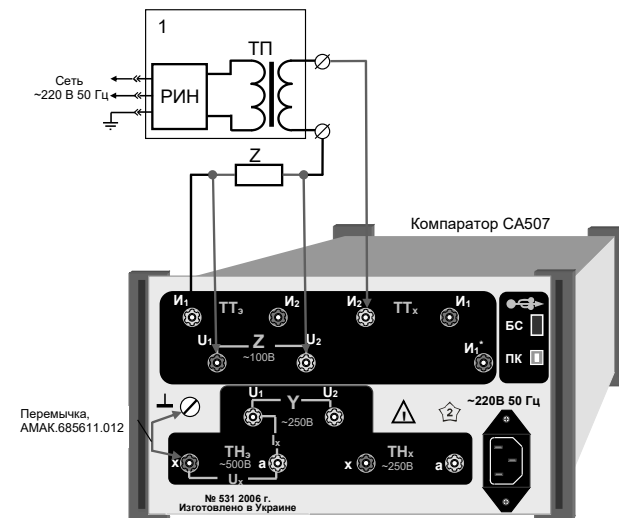
2) Подготовить Компаратор к работе и включить питание Компаратора, в соответствии с разделом 6.1, 6.3.

3) Ввести исходные данные в соответствии с таблицей 7.1, причем в качестве значения $U_{2н}$ установить номинальное значение напряжения нагрузки ТН.

4) Измерить проводимость нагрузки ТН и мощности, выделяемой на нагрузке ТН, в соответствии с разделами 7.1.1.4 или 7.1.1.5.

7.2.2 Измерение параметров магазинов нагрузок ТТ или нагрузки ТТ, отключенной от его вторичной цепи

- 1) Собрать схему, в соответствии с рисунком 7.9. В качестве источника тока рекомендуется применять СА3600.



1 – источник тока, включающий РИН (регулируемый источник напряжения) и ТП (трансформатор питающий); Z – магазин нагрузок ТТ или нагрузка ТТ, отключенная от вторичной цепи ТТ (далее – нагрузка ТТ)

Рисунок 7.9

2) Подготовить Компаратор к работе и включить питание Компаратора, в соответствии с разделом 6.1, 6.3.

3) Ввести исходные данные в соответствии с таблицей 7.9, причем в качестве значения $I_{2н}$ установить номинальное значение силы тока нагрузки ТТ.

4) Произвести измерения сопротивления нагрузки ТТ и мощности, выделяемой на ней, в соответствии с разделами 7.1.2.4 или 7.1.2.5.

7.3 Измерение напряжения и силы тока в цепях, питаемых от сети

В Компараторе предусмотрены дифференциальные входы для измерения напряжения и силы тока в цепях, питаемых от промышленной цепи.

В этом режиме питание Компаратора и измерительной цепи должно осуществляться от когерентных источников, т.е. разность фаз указанных источников не должна изменяться во времени!

7.3.1 Измерение напряжения в цепях, питаемых от сети

7.3.1.1 Подготовка к работе




- 1) Отключить объект измерений от сети!
- 2) Снять с Компаратора перемычку ПДРМ.685611.012.
- 3) Подключить кабель измерительный КИ(U) ПДРМ.685611.008 к Компаратору, для чего выводы с U-образными наконечниками подсоединить к зажимам "х", "а" (U_x), а вывод с кольцевым наконечником к зажиму "⊥".
- 4) Подключить кабель измерительный КИ(U) ПДРМ.685611.008 к объекту измерений, для чего вывод (желто-зеленый провод) подсоединить к выводу "Земля" электрической цепи, в состав которой входит объект измерений, а остальные два вывода кабеля к выводам объекта измерений.






5) Подготовить Компаратор к работе и включить питание Компаратора, в соответствии с разделом 6.1, 6.3.

7.3.1.2 Измерение напряжения

- 1) Измерения выполнять в соответствии с таблицей 7.15.

Таблица 7.15

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	<p>Для измерения напряжения войти в меню и выбрать режим "Измерение напряж.", для чего:</p> <p>1) нажать кнопку  ;</p> <p>2) используя кнопки  и , установить курсор > на строку "Измерение напряж."</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Меню: Измерение тока >Измерение напряж. CA535 5-300 А</p> </div>

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
2	<p>Включить режим измерения напряжения, для чего нажать кнопку .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Измерение напр.: U=0,32В F=50,0Гц >Быстр<Средн Медл</p> </div>
3	<p>Подключить электрическую цепь, в состав которой входит объект измерений, к сети.</p>	
4	<p>Выбрать режим измерений "Быстр", "Средн", "Медл" с помощью кнопок  и .</p> <p>При снижении скорости выдачи результатов измерения уменьшается случайная составляющая погрешности измерения.</p> <p>В режиме "Медл" выполняется накопление результатов измерений, поэтому первое показание может быть считано только через 10 секунд после завершения всех регулировок, а последующие – через каждые 2 секунды.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Измерение напр.: U=62,32В F=50,0Гц Быстр Средн >Медл<</p> </div>
5	<p>Для учета влияния помехи об-щего вида нажать кнопку .</p>	<p><i>Выбор режима измерений осуществлять, анализируя постоянно обновляющиеся результаты измерений</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Измерение напр.: U=62,02В F=50,0Гц Быстр Средн >Медл<</p> </div>
6	<p>Для завершения процесса измерения и возврата в основное окно нажать кнопку .</p> <p>Перед отключением кабеля измерительного КИ(U) от объекта измерений измерительную цепь необходимо обесточить!</p>	<p><i>На экране появится основное окно, например:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТН U_{2Н}=100В</p> </div>

7.3.2 Измерение силы тока в цепях, питаемых от сети




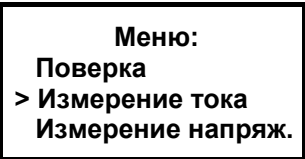

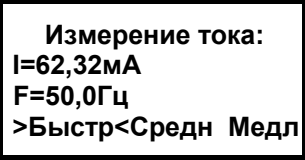
7.3.2.1 Подготовка к работе.



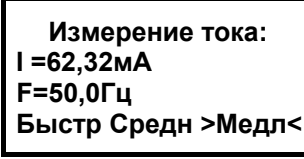
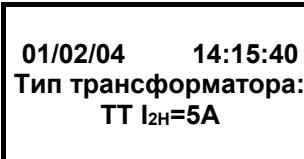
- 1) Отключить объект измерений от сети!
- 2) Подключить выводы с U-образными наконечниками кабеля измерительного КИ (I) ПДРМ.685611.009 к зажимам "U₁", "a" (I_x) на задней панели Компаратора.
- 3) Подключить выводы кабеля измерительного КИ(I) ПДРМ.685611.009 в разрыв электрической цепи, где необходимо измерить силу тока.
- 4) Подготовить Компаратор к работе и включить питание Компаратора в соответствии с разделами 6.1, 6.3.

7.3.2.2 Измерение силы тока

- 1) Измерения выполнять в соответствии с таблицей 7.17.

Таблица 7.17

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Для измерения тока войти в меню и выбрать режим "Измерение тока", для чего: 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  , установить курсор > на строку "Измерение тока".	
2	Включить режим измерения тока, для чего нажать кнопку  .	<i>На экране появятся постоянно обновляющиеся результаты измерений</i> 
3	Подключить измерительную цепь к сети.	

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
4	Выбрать режим измерений "Быстр", "Средн", "Медл" с помощью кнопок  и  . При снижении скорости выдачи результатов измерений уменьшается случайная составляющая погрешности измерения. В режиме "Медл" выполняется накопление результатов измерений, поэтому первое показание может быть считано только через 10 секунд после завершения всех регулировок, а последующие – через каждые 2 секунды.	<i>Выбор режима измерений осуществлять, анализируя постоянно обновляющиеся результаты измерений</i> 
5	Для завершения процесса измерения и возврата в основное меню нажать кнопку  . Перед отключением кабеля измерительного КИ (I) от объекта измерений измерительную цепь необходимо обесточить!	<i>На экране появится основное меню, например:</i> 







7.4 Дополнительные функции










7.4.1 Сохранение результатов измерений в памяти Компаратора


Память Компаратора может хранить до 1000 записей результатов измерений в хронологическом порядке. Когда количество записей в памяти превысит 1000, каждая последующая запись будет записываться на место самой "старой". Таким образом, количество записей в памяти не может превысить 1000. Записи результатов измерений в архиве могут идентифицироваться по дате и времени, а также по названию объекта, которое можно ввести перед проведением измерений (раздел 6.2).

Результаты измерений можно просмотреть на экране Компаратора. Просмотр результатов измерений на экране Компаратора, выполнять в соответствии с таблицей 7.18.

Таблица 7.18

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
1	Войти в меню режимов и выбрать режим "Архив", для чего: 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  , установить курсор > на строку "Архив".	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Меню: Дата/Время >Архив Накопление </div>
2	Включить режим "Архив", для чего: 1) нажать кнопку  ; 2) используя кнопки  и  , установить курсор > на строку "Просмотр".	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Архив: >Просмотр Передать на ПК </div>

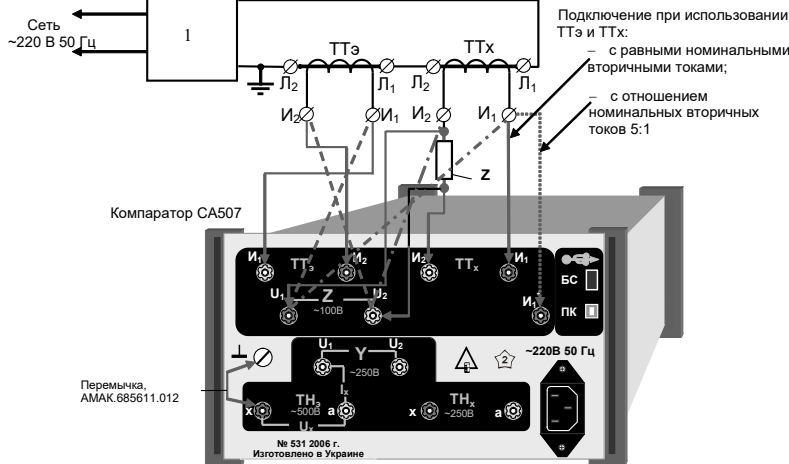
№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
3	Начать просмотр архива, для чего нажать кнопку  . Для просмотра результатов измерения, сохраненных в данной записи, использовать кнопки  и  .	<p><i>На экране появится последняя по дате и времени запись результатов измерений, например:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 01/02/04 14:16:44 Название объекта: <МФ0200 УЗ > $I_{z3}/(5A)=100,2\%$ </div> <p><i>Продолжение:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> P=1,000Вт Q=0,00033 В·А S=1,000 В·А R=1,000 Ом </div> <p><i>Продолжение:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> X=330,17 мкОм Z=1,000 Ом cos φ=1,000 инд </div>
4	Для просмотра записей использовать кнопки:  4 ЛМН – переход к предыдущей записи;  6 ТУФХ – переход к последующей записи;  +  4 ЛМН – переход к записям предыдущего дня;  +  6 ТУФХ – переход к записям последующего дня.	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 01/02/04 14:26:44 Название объекта: <МФ0200 УЗ > $I_{z3}/(5A)=1,2\%$ </div> <p><i>Продолжение:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> $f_{D1} = 0,5154\%$ $\delta_{D1} = -10,15'$ СКО(f_{D1})=4,3% СКО(δ_{D1})=7,0 </div>

№ п/п	Действия	Вид экрана ЖКИ
5	Для завершения просмотра архива и возврата в основное окно нажать кнопку  .	На экране появится основное окно, например: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТТ I_{2ЭН}=5А I_{2ХН}=1А</div>

7.4.2 Определение дополнительного сопротивления, вносимого Компаратором в цепи нагрузок эталонного и поверяемого ТТ

При необходимости определения общей нагрузки эталонного или поверяемого ТТ Компаратор позволяет измерить дополнительные сопротивления, включающие входные сопротивления Компаратора и сопротивления соединительных проводов.

1) Собрать схему, в соответствии с рисунком 7.12. Подключение при измерении дополнительного поверяемого эталонного трансформатора показано пунктиром, а поверяемого ТТ – штрих-пунктирными линиями. Провода, которыми осуществляется данное подключение, должны быть скручены (сбифилированы).



1 – источник тока; ТТЭ – трансформатор тока эталонный; ТТХ – трансформатор тока поверяемый; Z – нагрузка.

Рисунок 7.12

2) Измерить дополнительное сопротивление, вносимое Компаратором в цепи нагрузок эталонного или поверяемого ТТ, в зависимости от собранной схемы, выполнив указания раздела 7.1.2.4.

8 ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ОПЕРАТОРА И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

При обнаружении неисправности в работе Компаратора на экран ЖКИ выводится соответствующее сообщение. Для выхода из окна сообщения необходимо нажать любую кнопку.

Рекомендуемые действия оператора при некоторых неисправностях приведены в таблице 8.1

Таблица 8.1

Текст сообщения	Вероятная причина ошибки	Рекомендуемые действия оператора
"Перегрузка. Подан большой ток или напряжение"	Значения рабочего напряжения или силы тока находятся вне диапазона измерений.	Убедиться в правильности подключения оборудования и установки рабочего напряжения или силы тока.
"Вторичное напряжение ТН _х не соответствует вторичному напряжению ТН _э "	Вторичные напряжения отличаются более, чем на 20%. Возможно, характеристики эталонного трансформатора не соответствуют характеристикам поверяемого.	Проверить соответствие паспортных данных подключенных трансформаторов. Проверить схему измерения.
"Вторичный ток ТТ _х не соответствует вторичному току ТТ _э "	Вторичные токи отличаются более, чем на 20%. Возможно, характеристики эталонного трансформатора не соответствуют характеристикам поверяемого.	Проверить соответствие паспортных данных подключенных трансформаторов. Проверить схему измерения.

Текст сообщения	Вероятная причина ошибки	Рекомендуемые действия оператора
"Фаза вторичного тока ТТ _x не соответствует фазе вторичного тока ТТ _э "	Подключение поверяемого и эталонного трансформаторов не соответствует схеме, приведенной в настоящем Руководстве по эксплуатации.	Поменять фазу подключения одного из трансформаторов.
"Недостаточно тока или напряжения!"	Не подан ток при измерении параметров ТТ или напряжение при измерении параметров ТН.	1. Убедиться в правильности подключения оборудования. 2. Проверить, запитана ли измерительная цепь.
"Проверьте цепь подключения нагрузки!"	Фазы измеряемых тока и напряжения отличаются более, чем на 90°.	Сменить фазу тока или напряжения на 180°.
"Компаратор не подключен"	Отсутствует связь между ПК и Компьютером	Убедиться в правильности подключения оборудования.
"ТТЭ CA535 не подключен"	Трансформатор тока эталонный CA535 не подключен. Не включено питание CA535 .	Убедиться в правильности подключения оборудования. Установить выключатель "Сеть" на CA535 в положение "I".

Текст сообщения	Вероятная причина ошибки	Рекомендуемые действия оператора
"РД564 не подключен"	Расширитель РД564 не подключен. Не включено питание CA535.	Убедиться в правильности подключения оборудования. Установить выключатель "Сеть" на CA535 в положение "I".

9 ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

При использовании Компаратора в составе передвижной лаборатории он должен быть установлен в рабочий отсек в сумке укладочной ПДРМ.323382.007 для дополнительной амортизации.

10 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

10.1 К эксплуатации и обслуживанию Компаратора должны допускаться лица, изучившие "Руководство по эксплуатации. Часть 1. Техническая эксплуатация. ПДРМ.411439.001РЭ"; "Руководство по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки. ПДРМ.411439.001РЭ1"; "Правила устройства электроустановок".

10.2 Вид контроля метрологических характеристик после ремонта и в процессе эксплуатации определяют, исходя из области применения Компаратора. Межповерочный интервал – не более двух лет. Рекомендованный интервал между калибровками – 2 года.

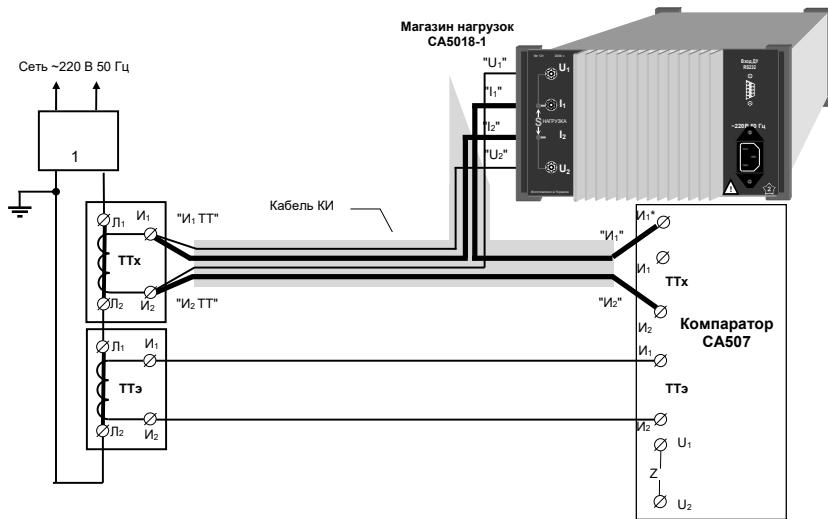
10.3 Поверку или калибровку выполнять в соответствии с указаниями "Руководства по эксплуатации. Часть 2. Методика поверки. ПДРМ.411439.001РЭ1".

10.4 Необходимо строго соблюдать график периодических поверок или калибровок.

Приложение 1

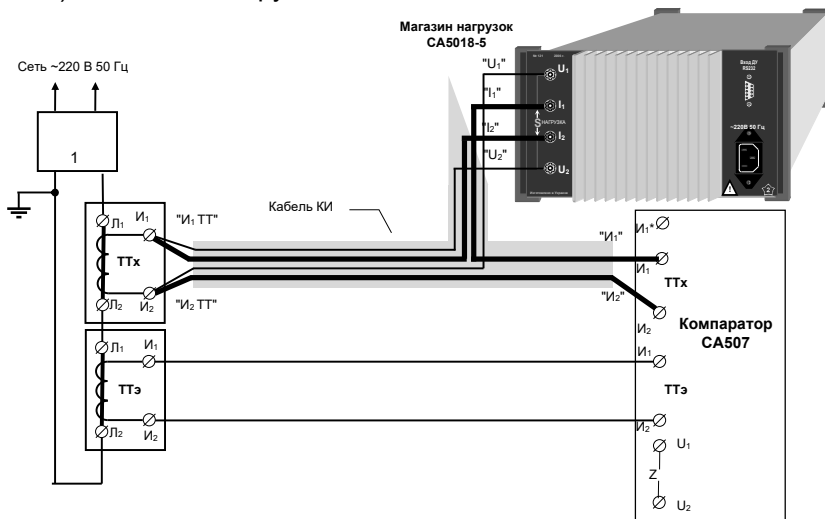
Схемы подключения при поверке (калибровке) ТТ:

1) Магазина нагрузок CA5018-1



1 – источник тока

2) Магазина нагрузок CA5018-5



1 – источник тока

Приложение 2

Определение метрологических характеристик⁵ трансформаторов напряжения с заземленной вторичной обмоткой

При определении метрологических характеристик трансформаторов напряжения с заземленной вторичной обмоткой при их калибровке и поверке подключение Компаратора CA507 к объекту измерения выполняется с использованием трансформатора согласующего CA5072.

1 Трансформатор согласующий CA5072

1.1 Технические характеристики

1.1.1 Диапазон значений разности вторичных напряжений двух трансформаторов, подключенных к трансформатору согласующему CA5072 (далее – ТС), составляет от 0 до 10 В.

1.1.2 ТС не вносит дополнительных погрешностей при измерении относительной разности вторичных напряжений и разности фаз вторичных напряжений двух трансформаторов напряжения при использовании в комплекте с компаратором CA507. Пределы основной абсолютной погрешности при измерении относительной разности вторичных напряжений и разности фаз вторичных напряжений двух трансформаторов напряжения соответствуют значениям, приведенным в разделе 2.2 документа “Компаратор CA507. Руководство по эксплуатации. Часть 1. Техническая эксплуатация. ААЕЛ.411439.001РЭ”.

1.1.3 Частота рабочего напряжения ТС составляет от 49 Гц до 51 Гц.

1.1.4 Корпус ТС по степени защиты от проникновения твердых предметов и воды соответствует IP20 по ГОСТ 14254.

1.1.5 Масса ТС составляет не более 1 кг.

1.1.6 Габаритные размеры ТС составляют не более (179x102x80) мм.

1.2 Устройство и принцип работы

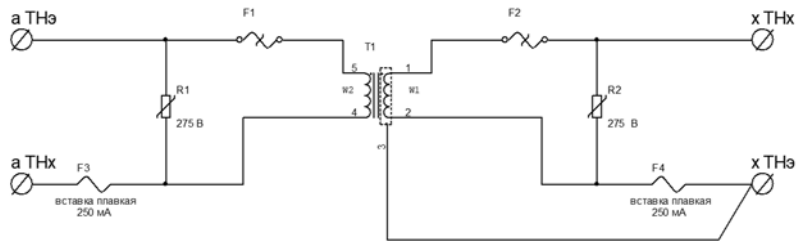
На рисунке 1 представлена схема электрическая принципиальная, а на рисунке 2 – общий вид трансформатора согласующего CA5072.

После подачи напряжения на первичные обмотки эталонного (ТНэ) и поверяемого (ТНх) трансформаторов напряжения между выводами «а, ТНэ» и «а, ТНх» трансформатора согласующего CA5072 будет действовать напряжение равное разности вторичных напряжений эталонного и поверяемого трансформаторов напряжения.

2 Порядок работы

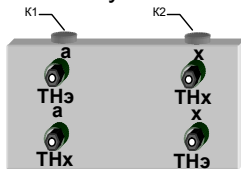
2.1 Собрать схему, как показано на рисунке 3. Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети!

⁵ Измерение мощности и проводимости нагрузки вторичной цепи ТН при его поверке и калибровке в этом режиме не выполняется.



T1 – трансформатор 1:1;
 F1, F2 – предохранители самовосстанавливающиеся;
 F3, F4 – вставки плавкие ВП1-0,25А-250 В 4×15;
 R1, R2 – варисторы

Рисунок 1



K1, K2 – крышки держателей вставок плавких F3, F4 (ВП1-0,25А-250 В 4×15)

Рисунок 2

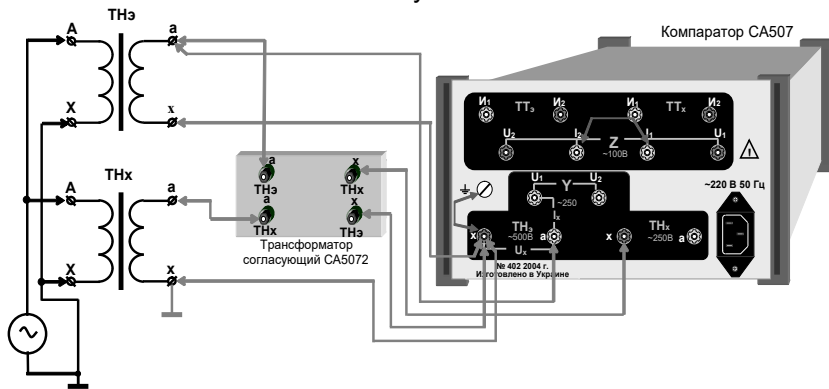


Рисунок 3

2.2 Подготовить Компаратор к работе и включить питание Компаратора, в соответствии с разделом 6 настоящего руководства по эксплуатации.

2.3 Выполнить измерение относительной разности вторичных напряжений и разности фаз вторичных напряжений эталонного и поверяемого трансформаторов напряжения в соответствии с рекомендациями раздела 7.1.1.

