

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИЦ  
ФГУП «ВНИИМС»  
В.Н. Яншин



*В.Н. Яншин* 2014 г.

## ИЗМЕРИТЕЛИ ТРЕХФАЗНЫЕ СА540

Руководство по эксплуатации  
Часть 2. Методика поверки  
ПДРМ.411182.001 РЭ2

г. Москва  
2014 г.

Настоящий документ является второй частью руководства по эксплуатации (далее – РЭ) измерителя трехфазного СА540 и содержит методику его поверки с помощью калибратора напряжения и тока (далее – калибратор).

Форма протокола поверки измерителя трехфазного СА540 с помощью калибратора приведена в файле "Форма протокола поверки СА540.xls", размещенном на диске с программным обеспечением (далее – протокол поверки).

Межповерочный интервал – 1 год.

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Методика поверки распространяется на измеритель трехфазный СА540 (далее – Измеритель) при выпуске из производства и после ремонта, а также в процессе эксплуатации. Методика поверки разработана в соответствии с требованиями РМГ 51 и устанавливает операции и средства поверки, требования безопасности, условия и порядок проведения, а также порядок обработки и оформления результатов поверки.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В данном документе имеются ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ Р 51350-99 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

РМГ 51 – 2002 Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения

## 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При поверке должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 3.1.

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения		№ пункта методики поверки
		При выпуске и после ремонта	В эксплуатации	
1	Внешний осмотр	Да	Да	8.1
2	Проверка электрической прочности изоляции	Да	Нет	8.2
3	Проверка электрического сопротивления изоляции	Да	Нет	8.3
4	Опробование	Да	Да	8.4
5	Проверка основной отно- сительной погрешности при измерении напряже- ния	Да	Да	8.5
6	Проверка основной отно- сительной погрешности при измерении силы тока при работе от внешнего источника питания	Да	Да	8.6
7	Проверка относительного отклонения напряжения на выходе встроенного одно- фазного источника питания от номинального значения	Да	Да	8.7

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения		№ пункта методики поверки
		При выпуске и после ремонта	В эксплуатации	
8	Проверка относительного отклонения напряжения на выходе встроенного трех-фазного источника питания от номинального и максимального значение относительной разности междуфазных напряжений	Да	Да	8.8
9	Проверка основной погрешности при измерении силы тока при работе от встроенного источника питания	Да	Да	8.9
10	Проверка основной абсолютной погрешности при измерении разности фаз между током и напряжением при работе от внешнего источника питания	Да	Да	8.10
11	Проверка основной абсолютной погрешности при измерении разности фаз между током и напряжением при работе от встроенного источника питания	Да	Да	8.11
12	Проверка основной относительной погрешности при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации) и основной абсолютной погрешности при измерении разности фаз между напряжениями	Да	Да	8.12
13	Проверка основной относительной погрешности при измерении частоты напряжения и тока	Да	Да	8.13
14	Подтверждение соответствия программного обеспечения	Да	Да	9

При отрицательных результатах любой из операций поверка Измерителя прекращается, неисправный Измеритель бракуется.

#### 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть применены рабочие эталоны, средства измерительной техники (СИТ) и вспомогательное оборудование, перечисленные в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Наименование средств измерительной техники	Технические характеристики средств измерительной техники	№ пункта методики поверки
Вольтметр переменного тока ВЗ-60	Основная относительная погрешность, %: $\pm(0,4-3)$	8.8
Измеритель нелинейных искажений автоматический С6-11	Конечные границы измерения коэффициента гармоник – 0,1; 0,3; 1; 3; 10; 30 %. В диапазоне частот от 20 Гц до 19,9 кГц, границы допускаемой основной абсолютной погрешности, в процентах, составляют $\pm(0,05 \cdot K + 0,05)$ , где K – конечная граница диапазона измерений	8.4-8.13
Барометр-анероид метеорологический БАММ-1	Диапазон измеряемого давления от 80 до 106 кПа. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,2$ кПа	7.1
Гигрометр психрометрический ВИТ-1	Диапазон измерения влажности воздуха – от 20 до 90 % при температуре от плюс 5 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности – $\pm 7$ %; диапазон измерения температуры – от 0 до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности – $\pm 0,2$ °С.	7.1
Мегаомметр Е6-16	Диапазон измерений от 2 до $2 \times 10^8$ Ом, Пределы допускаемой основной погрешности измерения – $\pm 1,5$ % от длины рабочей части шкалы.	8.2
Установка пробойная УПУ-10	Испытательное напряжение – от 0,2 до 10 кВ, погрешность установки напряжения $\pm 4$ %	8.2
Секундомер механический СОСпр-26-2-010	Класс точности – второй. Цена деления шкалы: секундной – 0,2 с; минутной – 1 мин. Допустимая погрешность при измерении интервала времени 60 мин составляет $\pm 1,8$ с	8.2
Калибратор напряжения и тока многофункциональный «ПАРМА ГС8.03»S (или калибратор переменного тока Ресурс-К2 или прибор электроизмерительный многофункциональный Энергомонитор 3.1КМ Х-05-000-00-0-50)	Диапазоны установки и измерения: – действующего значения напряжения – от 10 до 308 В; – действующего значения силы тока – от 0,05 до 7 А; – разности фаз между током и напряжением – от 0 до 360°; – номинальная частота – 50 Гц. Пределы допускаемых погрешностей: – напряжения: $\delta = \pm(0,016 + 0,0015 \cdot (U_k/U - 1))$ ; – силы тока: $\delta = \pm(0,1 + 0,002 \cdot (I_k/I - 1))$ ; – разности фаз – $\Delta = \pm 0,3^\circ$	8.5, 8.6, 8.9-8.11

Набор сопротивлений	3 кОм $\pm$ 5%, 5 Вт – 1 шт.; 5,6 кОм $\pm$ 5%, 5 Вт – 3 шт.;	8.4, 8.8
Конденсатор	25 мкФ, 450 В	8.7
Конденсатор	2 мкФ, 550 В – 3 шт.	8.8
Магазин сопротивлений Р4830/1	Диапазон значений от 0,01 до 10000 Ом, класс точности 0,05	8.9, 8.12
Магазин сопротивлений Р4830/2	Диапазон значений от 0,1 до 100000 Ом, класс точности 0,05	8.9, 8.12
Частотомер ЧЗ-32	Напряжение – от 0,1 до 100 В, частота – от 10 Гц до 3,5 МГц. Погрешность измерения частоты - $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ .	8.13
Автотрансформатор ЛАТР-5	Диапазон регулирования напряжения: от 0 до 250 В. Номинальная сила тока – 20 А.	8.7, 8.8, 8.13
Трансформатор УТН	Первичное напряжение – 220 В, вторичное напряжение – 220 В, Р <sub>макс</sub> = 60 В·А	8.13

Допускается применение других средств поверки с характеристиками не ниже, чем у вышеуказанных.

Все применяемые средства измерительной техники должны быть поверены или пройти Государственную метрологическую аттестацию.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки Измерителя должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019.

5.2 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на Измеритель, средства поверки и вспомогательное оборудование.

5.3 Измерения могут выполнять лица, которые имеют группу по электробезопасности не ниже третьей.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

Измерения должны выполнять лица, аттестованные как государственные поверители.

## 7 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха – от 18 до 22 °С;
- относительная влажность воздуха – от 30 до 80 %;
- напряжение сети питания (далее – сети) – от 198 до 242 В;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения сети – не более 5 %;
- частота сети – от 49,5 до 50,5 Гц.

7.2 Все работы с Измерителем должны проводиться в соответствии с документом "Измеритель трехфазный СА540. Руководство по эксплуатации. Часть 1" (далее – РЭ), а работы со средствами измерительной техники, применяемыми при поверке, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.3 Перед поверкой подготовить протокол поверки. Файл "Форма протокола поверки СА540.doc" размещен на диске с программным обеспечением.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие Из-

мерителя следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность Измерителя, отсутствие механических повреждений соединительных кабелей и разъемов;
- соответствие требованиям комплектности и маркировки, приведенным в паспорте Измерителя.

8.1.2 Соответствие требованиям комплектности и маркировки, а также отсутствие внешних механических повреждений проверять визуально.

Результат операции поверки считать положительным, если отсутствуют внешние механические повреждения Измерителя, а комплектность и маркировка соответствуют требованиям паспорта.

## **8.2 Проверка электрической прочности изоляции**

8.2.1 Проверку электрической прочности изоляции цепей питания 220 В 50 Гц Измерителя относительно его корпуса и измерительных цепей проводить с помощью пробойной установки УПУ-10 в следующей последовательности:

- подсоединить к Измерителю кабель питания КП(БИ);
- электрически соединить между собой штыри вилки кабеля питания КП(БИ), здесь и далее в качестве проводников использовать медные провода сечением не менее 0,2 мм<sup>2</sup>;
- установить выключатель питания Измерителя в положение "I";
- подключить кабели измерительные к соответствующим разъемам Измерителя: КИ (А) – к разъему "Фаза А", КИ (В) – к разъему "Фаза В", КИ (С) – к разъему "Фаза С", КИ (N) – к разъему "N", КИ (КТ) – к разъему "КТ(НН)";
- подключить кабель силовой КС (ВИ) к разъему "Внешний источник";
- электрически соединить на кабеле измерительном КИ (КТ) сигнальные выводы "а", "b", "с" и на кабеле силовом КС (ВИ) выводы питания "а", "b", "с", "N";
- электрически соединить между собой закороченные выводы кабеля силового КС (ВИ), закороченные выводы кабеля измерительного КИ (КТ), выводы кабелей измерительных КИ (А), КИ (В), КИ (С), КИ (N) и подключить их к зажиму "⊥" Измерителя;
- подсоединить один вывод универсальной пробойной установки УПУ-10, которая в момент подключения должна быть выключена, к соединенным штырям вилки кабеля питания КП(БИ), а второй вывод УПУ-10 – к контакту защитного заземления вилки кабеля питания КП(БИ);
- включить установку, подачу испытательного напряжения от 0 до максимального значения равного 1500 В, производить плавно в течение 3 минут, выдержать 1 минуту при максимальном напряжении, затем напряжение плавно понизить до нуля и отключить пробойную установку.

8.2.2 Проверку электрической прочности изоляции входов "Внешний источник" и "КТ(НН)" Измерителя относительно его корпуса проводить с помощью пробойной установки УПУ-10 в следующей последовательности:

- подключить кабели измерительные к соответствующим разъемам: КИ (А) к разъему "Фаза А"; КИ (В) – к разъему "Фаза В"; КИ (С) – к разъему "Фаза С"; КИ (N) – к разъему "N", КИ (КТ) – к разъему "КТ(НН)";
- подключить кабель силовой КС (ВИ) к разъему "Внешний источник";
- электрически соединить на кабеле измерительном КИ (КТ) сигнальные выводы "а", "b", "с";
- электрически соединить на кабеле силовом КС (ВИ) выводы питания "а", "b", "с", "N";
- электрически соединить между собой закороченные выводы кабеля силового КС (ВИ) и выводы кабелей измерительных КИ (А), КИ (В), КИ (С), КИ (N) и кабеля измерительного КИ (КТ);

- электрически соединить между собой закороченные выводы кабеля измерительного КИ (КТ) и зажим "⊥" Измерителя;
- подсоединить один вывод универсальной пробойной установки УПУ-10, которая в момент подключения должна быть выключена, к выводам кабеля силового КС (ВИ), а второй вывод УПУ-10 – к зажиму "⊥" Измерителя;
- включить установку, подачу испытательного напряжения от 0 до максимального значения равного 2000 В производить плавно в течение 3 минут, выдержать 1 минуту при максимальном напряжении, затем напряжение плавно понизить до нуля и отключить пробойную установку.

Результат операции проверки считать положительным, если при проведении испытаний не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции. Появление "короны" или специфического шума при испытании не является признаком неудовлетворительных результатов испытаний.

### 8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции между корпусом и измерительными цепями и изолированными от корпуса цепями питания 220 В 50 Гц Измерителя проводить в следующей последовательности:

- подсоединить к Измерителю кабель питания КП (БИ);
- электрически соединить между собой штыри вилки кабеля питания КП (БИ);
- установить выключатель питания Измерителя в положение "I";
- подключить кабели измерительные к соответствующим разъемам Измерителя: КИ (А) – к разъему "Фаза А", КИ (В) – к разъему "Фаза В", КИ (С) – к разъему "Фаза С", КИ (N) – к разъему "N", КИ (КТ) – к разъему "КТ(НН)";
- подключить кабель силовой КС (ВИ) к разъему "Внешний источник";
- электрически соединить на кабеле измерительном КИ (КТ) сигнальные выводы "а", "b", "с" и на кабеле силовом КС (ВИ) выводы питания "а", "b", "с", "N";
- электрически соединить между собой закороченные выводы кабеля силового КС (ВИ), закороченные выводы кабеля измерительного КИ (КТ), выводы кабелей измерительных КИ (А), КИ (В), КИ (С), КИ (N) и подключить их к зажиму "⊥" Измерителя;
- подсоединить один вывод мегаомметра к соединенным штырям вилки кабеля питания КП (БИ), а второй вывод мегаомметра – к выводу защитного заземления вилки кабеля питания КП (БИ) и выполнить измерение сопротивления изоляции с помощью мегаомметра на напряжении 500 В, показания мегаомметра отсчитывают через 1 минуту после подачи измерительного напряжения.

8.3.2 Проверку электрического сопротивления изоляции между корпусом и входами "Внешний источник", "КТ(НН)" Измерителя проводить в следующей последовательности:

- подключить кабели измерительные к соответствующим разъемам: КИ (А) – к разъему "Фаза А"; КИ (В) – к разъему "Фаза В"; КИ (С) – к разъему "Фаза С"; КИ (N) – к разъему "N", КИ (КТ) – к разъему "КТ(НН)";
- подключить кабель силовой КС (ВИ) к разъему "Внешний источник";
- электрически соединить на кабеле измерительном КИ (КТ) сигнальные выводы "а", "b", "с";
- электрически соединить на кабеле силовом КС (ВИ) выводы питания "а", "b", "с", "N";
- электрически соединить между собой закороченные выводы кабеля силового КС (ВИ) и выводы кабелей измерительных КИ (А), КИ (В), КИ (С), КИ (N) и выводы кабеля измерительного КИ(КТ);
- электрически соединить между собой закороченные выводы кабеля измерительного КИ (КТ) и зажим "⊥" Измерителя ;
- подсоединить один вывод мегаомметра к выводам кабеля силового КС (ВИ), а второй

вывод мегаомметра – к зажиму "⊥" Измерителя и выполнить измерение сопротивления изоляции с помощью мегаомметра на напряжении 500 В, показания мегаомметра отсчитывают через 1 минуту после подачи измерительного напряжения.

Результат операции проверки считать положительным, если измеренные значения сопротивления изоляции не менее 2 МОм.

## 8.4 Опробование

8.4.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 8.1. Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети.

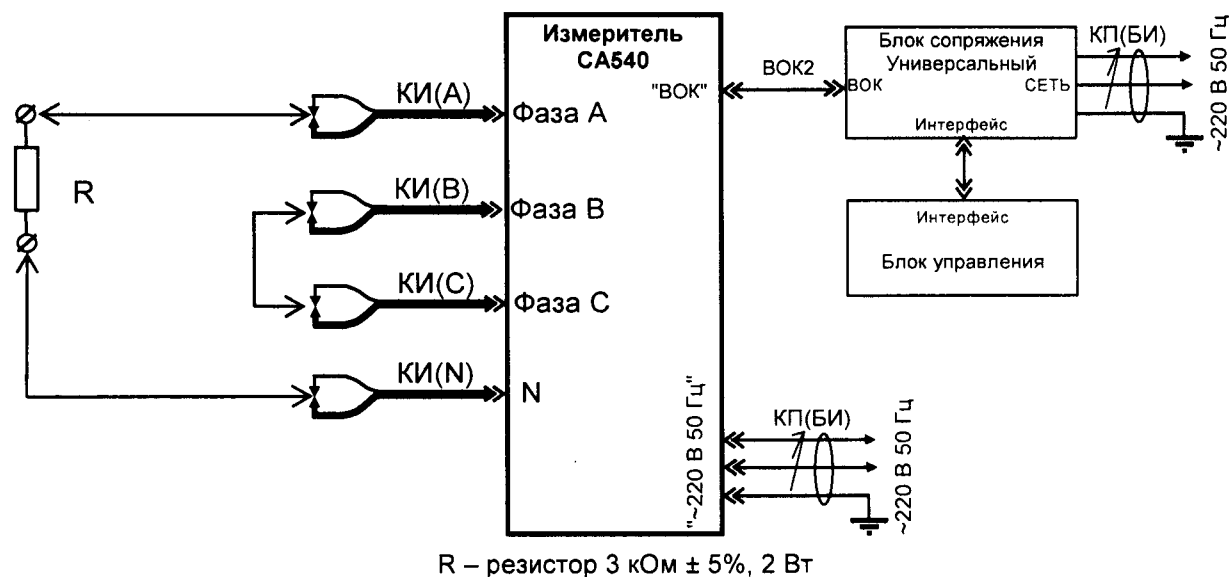


Рисунок 8.1

8.4.2 Включить Измеритель, для чего установить выключатели "СЕТЬ", размещенные на передней панели Блока измерительного и на блоке сопряжения универсальном, в положение "I".

8.4.3 Отобразить главное меню на блоке управления, для чего нажать<sup>1</sup> в любом месте экрана Блока управления (далее – БУ). На экране появится главное меню БУ (рисунок 8.2).

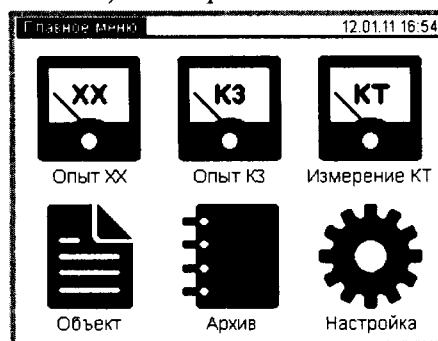



Рисунок 8.2

8.4.4 Нажать на кнопку , затем на строку "Проверка".

8.4.5 В появившемся окне выбрать "Пункт 8.4", затем закладку "a-b".

8.4.6 Выполнить измерение напряжения  $U$  и силы тока  $I$ , нажав на кнопку .

<sup>1</sup> Управление режимами Измерителя с помощью Блока управления осуществляется нажатием пальца или стилуса на экран (далее – нажать, нажатие).



8.4.7 Результаты измерения, появившиеся на экране (рисунок 8.3), занести в соответствующие ячейки таблицы А.8.1 протокола поверки, форма которого представлена на установочном диске, входящем в комплект поставки Измерителя. Форма таблицы А.8.1 представлена таблицей 8.1.

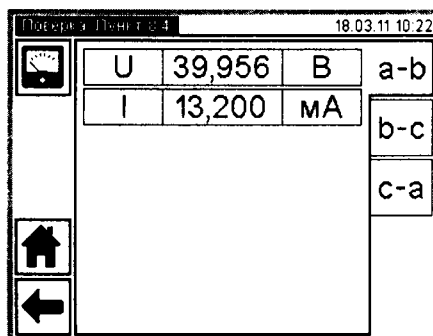


Рисунок 8.3

Таблица 8.1

№ измерения	Конфигурация цепи	Результат измерения напряжения	Результат измерения силы тока	Расчетное значение силы тока	Отклонение измеренного значения силы тока	
					Действительное значение	Пределы допускаемых значений
		$U_{CA540},$ В	$I_{CA540},$ А	$I_p,$ А	$\Delta I,$ А	$\Delta I_{доп},$ А
1	a-b					$\pm 0,002$
2	b-c					$\pm 0,002$
3	c-a					$\pm 0,002$

8.4.8 Определить расчетное значение силы тока  $I_p$ , А, по формуле

$$I_p = \frac{U_{CA540}}{R}, \quad (1)$$

где  $U_{CA540}$  – результат измерения напряжения, В;

$R$  – значение сопротивления, равное  $3 \cdot 10^3$  Ом.

Полученное значение занести в таблицу А.8.1.

8.4.9 Рассчитать отклонение измеренного значения силы тока от расчетного по формуле

$$\Delta I = I_{CA540} - I_p, \quad (2)$$

где  $I_{CA540}$  – результат измерения силы тока, А;

$I_p$  – расчетное значение силы тока, А.

Полученное значение занести в таблицу А.8.1 в ячейку столбца " $\Delta I$ ".

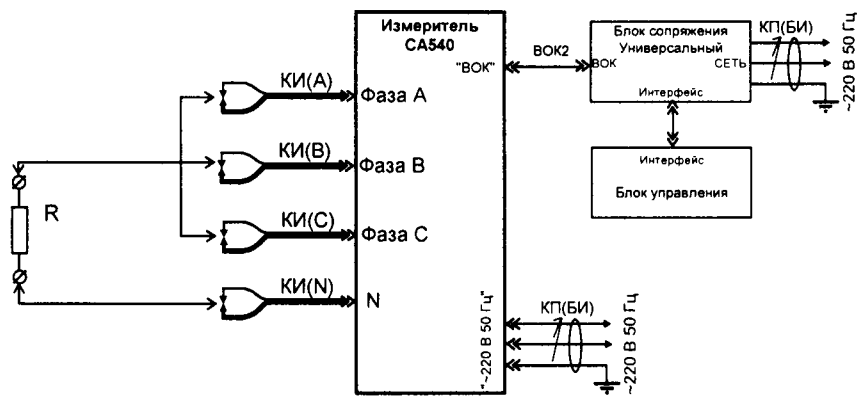
8.4.10 Собрать схему, представленную на рисунке 8.4.

8.4.11 Выбрать закладку "b-c" после чего повторить 8.4.6-8.4.9.

8.4.12 Собрать схему, представленную на рисунке 8.5.

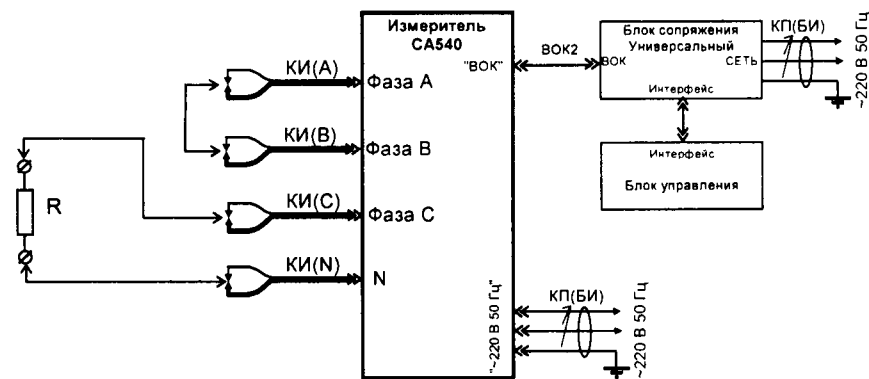
8.4.13 Выбрать закладку "c-a" после чего повторить 8.4.6- 8.4.9.

Результат операции опробования считать положительным, если во всех трех измерениях действительные значения отклонения измеренного значения силы тока  $\Delta I$  не превышают пределов допустимых значений, указанных в колонке " $\Delta I_{доп}$ " таблицы А.8.1.



R – резистор 3 кОм  $\pm$  5%, 2 Вт

Рисунок 8.4



R – резистор 3 кОм  $\pm$  5%, 2 Вт

Рисунок 8.5

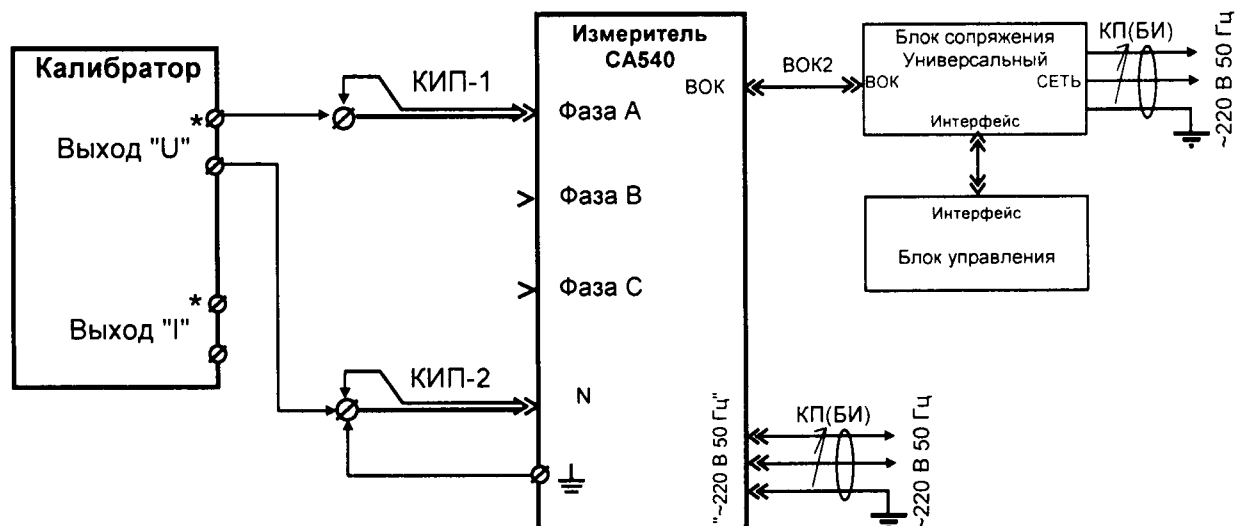
## 8.5 Проверка основной относительной погрешности при измерении напряжения

8.5.1 Собрать схему измерения, приведенную на рисунке 8.6. Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети.

8.5.2 Включить Измеритель. Отобразить главное меню на блоке управления.

8.5.3 Нажать на кнопку , затем на строку "Поверка".

8.5.4 В появившемся окне выбрать "Пункт 8.5", затем закладку "А".




КИП-1, КИП-2 – кабели измерительные для поверки Измерителя, входящие в комплект поставки

Рисунок 8.6

8.5.5 Установить напряжение на выходе калибратора 30 В, в соответствии с первой строкой колонки "Значение устанавливаемого напряжения" таблицы А.8.2 протокола поверки. Форма таблицы А.8.2 представлена таблицей 8.2.

8.5.6 Значение напряжения, установленное на выходе калибратора и отображаемое на его экране, занести в ячейку  $U_K$  таблицы А.8.2 протокола поверки.

8.5.7 Измерить значение напряжения на выходе калибратора с помощью Измерителя, нажав на кнопку . Внешний вид окна "Поверка. Пункт 8.5" показано на рисунке 8.7.

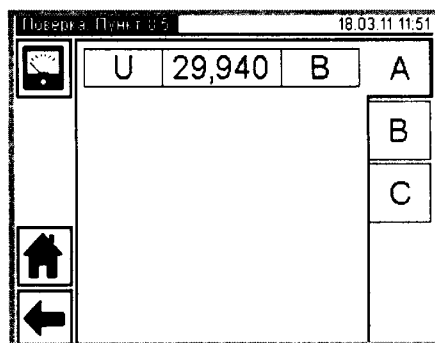


Рисунок 8.7

Результат измерения занести в ячейку  $U_{CA540}$  данной строки таблицы А.8.2 протокола поверки.

Таблица 8.2

№ измерения	Конфигурация цепи	Значение устанавливаемого напряжения	Действительное значение напряжения	Результат измерения напряжения	Основная относительная погрешность при измерении напряжения	
					Действительное значение	Пределы допускаемых значений
		$U_Y$ , В	$U_K$ , В	$U_{CA540}$ , В	$\delta_U$ , %	$\delta_{U_{доп}}$ , %
1	AN	30				$\pm 0,2$
2	AN	35				$\pm 0,2$
3	AN	40				$\pm 0,2$
4	AN	50				$\pm 0,2$
5	AN	200				$\pm 0,2$
6	AN	245				$\pm 0,2$
7	BN	30				$\pm 0,2$
8	BN	100				$\pm 0,2$
9	BN	245				$\pm 0,2$
10	CN	30				$\pm 0,2$
11	CN	100				$\pm 0,2$
12	CN	245				$\pm 0,2$

8.5.8 Рассчитать значение основной относительной погрешности измерения напряжения, в процентах, по формуле

$$\delta_U = \frac{(U_{CA540} - U_K)}{U_K} \cdot 100 \quad (3)$$

где  $U_{CA540}$  – результат измерения напряжения Измерителем, В;

$U_K$  – результат измерения напряжения калибратором, В.

Полученное значение занести в ячейку  $\delta_U$  данной строки таблицы А.8.2 протокола поверки.

8.5.9 Повторить 8.5.5-8.5.8 для значений напряжения, записанных в строках 2-6 таблицы А.8.2 протокола поверки.

8.5.10 Подключить кабель КИП-1 к разъему "Фаза В", расположенному на передней панели Измерителя. На экране блока управления выбрать закладку "В".

8.5.11 Повторить 8.5.5-8.5.8 для значений напряжения, записанных в строках 7- 9 таблицы А.8.2 протокола поверки.

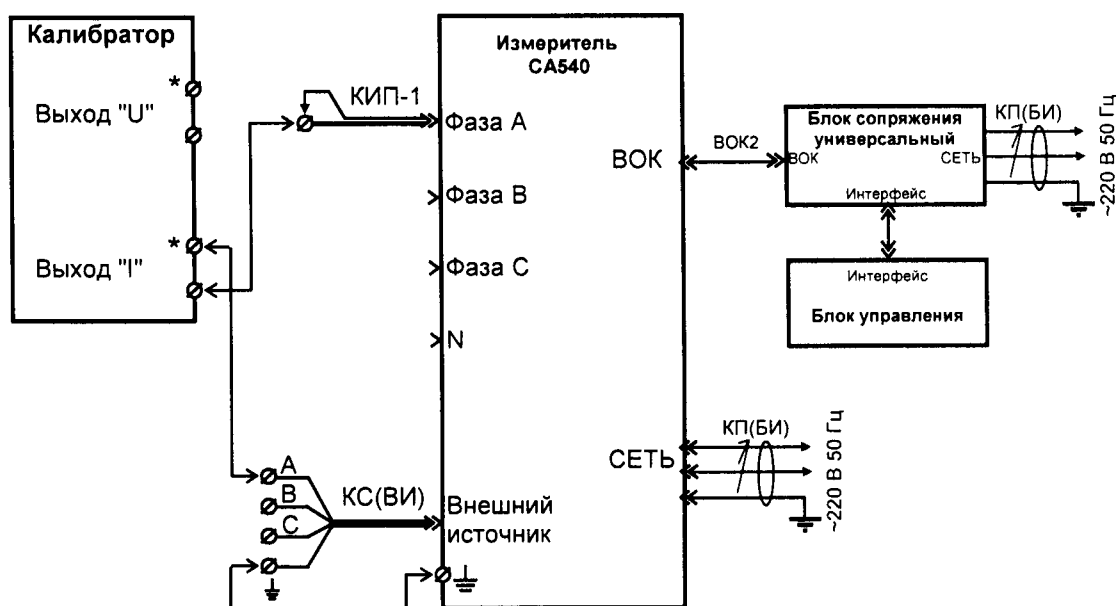
8.5.12 Подключить кабель КИП-1 к разъему "Фаза С", расположенному на передней панели Измерителя. На экране блока управления выбрать закладку "С".

8.5.13 Повторить 8.5.5-8.5.8 для значений напряжения, записанных в строках 10-12 таблицы А.8.2 протокола поверки.

Результат операции поверки считать положительным, если во всех двенадцати измерениях действительные значения основной относительной погрешности при измерении напряжения  $\delta_U$  не превышают соответствующих пределов допустимых значений, указанных колонке " $\delta_{U_{доп}}$ " таблицы А.8.2.

## 8.6 Проверка основной относительной погрешности при измерении силы тока при работе от внешнего источника питания

8.6.1 Собрать схему измерения, приведенную на рисунке 8.8. Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети.



КИП-1 – кабель измерительный для поверки Измерителя, входящий в комплект поставки

КС(ВИ) – кабель силовой для подключения внешнего источника, входящий в комплект поставки

Рисунок 8.8

8.6.2 Включить Измеритель. Отобразить главное меню на блоке управления.

8.6.3 Нажать на кнопку , затем на строку "Поверка".

Таблица 8.3

№ измерения	Конфигурация цепи	Устанавливаемое значение силы тока	Действительное значение силы тока	Результат измерения силы тока	Основная относительная погрешность при измерении силы тока	
					Действительное значение	Пределы допускаемых значений
		$I_y$ , А	$I_k$ , А	$I_{CA540}$ , А	$\delta_I$ , %	$\delta_{Iдоп}$ , %
1	A	0,2				$\pm 0,4$
2	A	0,6				$\pm 0,4$
3	A	0,7				$\pm 0,4$
4	A	6				$\pm 0,4$
5	A	7				$\pm 0,4$
6	B	0,2				$\pm 0,4$
7	B	0,7				$\pm 0,4$
8	B	7				$\pm 0,4$
9	C	0,2				$\pm 0,4$
10	C	0,7				$\pm 0,4$
11	C	7				$\pm 0,4$

8.6.4 В появившемся окне выбрать "Пункт 8.6", затем закладку "А".

8.6.5 Установить значение силы тока на выходе калибратора равным 0,2 А в соответствии с первой строкой колонки "Устанавливаемое значение силы тока" таблицы А.8.3 протокола поверки. Форма таблицы А.8.3 представлена таблицей 8.3.

8.6.6 Значение силы тока, реально протекающего в цепи, отображаемое на экране калибратора, занести в ячейку  $I_k$  данной строки таблицы А.8.3 протокола.

8.6.7 Измерить значение силы тока в цепи с помощью Измерителя, нажав на кнопку



Внешний вид окна "Поверка. Пункт 8.6" показано на рисунке 8.9.

Результат измерения занести в ячейку  $I_{CA540}$  данной строки таблицы А.8.3 протокола поверки.

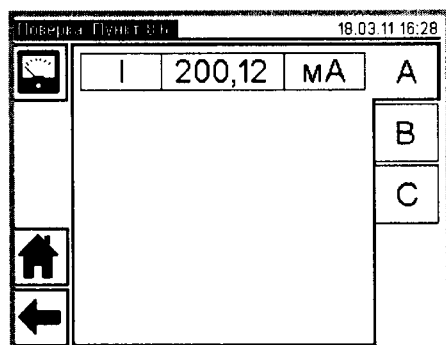


Рисунок 8.9

8.6.8 Рассчитать значение основной относительной погрешности при измерении силы тока, в процентах, по формуле

$$\delta_I = \frac{(I_{CA540} - I_K)}{I_K} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $I_{CA540}$  – результат измерения силы тока Измерителем, А;  
 $I_K$  – результат измерения силы тока калибратором, А.

Полученное значение занести в ячейку  $\delta_I$  данной строки таблицы А.8.3 протокола поверки.

8.6.9 Повторить 8.6.5 - 8.6.8 для значений силы тока, записанных в строках 2-5 таблицы А.8.3 протокола поверки.

8.6.10 Подключить кабель КИП-1 к разъему "Фаза В", расположенному на передней панели Измерителя. На экране блока управления выбрать закладку "В".

8.6.11 Повторить 8.6.5- 8.6.8 для значений силы тока, записанных в строках 6-8 таблицы А.8.3 протокола поверки.

8.6.12 Подключить кабель КИП-1 к разъему "Фаза С", расположенному на передней панели Измерителя. На экране блока управления выбрать закладку "С".

8.6.13 Повторить 8.6.5-8.6.8 для значений силы тока, записанных в строках 9-11 таблицы А.8.3 протокола поверки.

Результат операции поверки считать положительным, если во всех измерениях действительные значения основной относительной погрешности при измерении силы тока  $\delta_I$  не превышают соответствующих пределов допустимых значений, указанных колонке " $\delta_{\text{доп}}$ " таблицы А.8.3.

## 8.7 Проверка относительного отклонения напряжения на выходе встроенного однофазного источника питания от номинального значения

8.7.1 Собрать схему, представленную на рисунке 8.10. Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети.

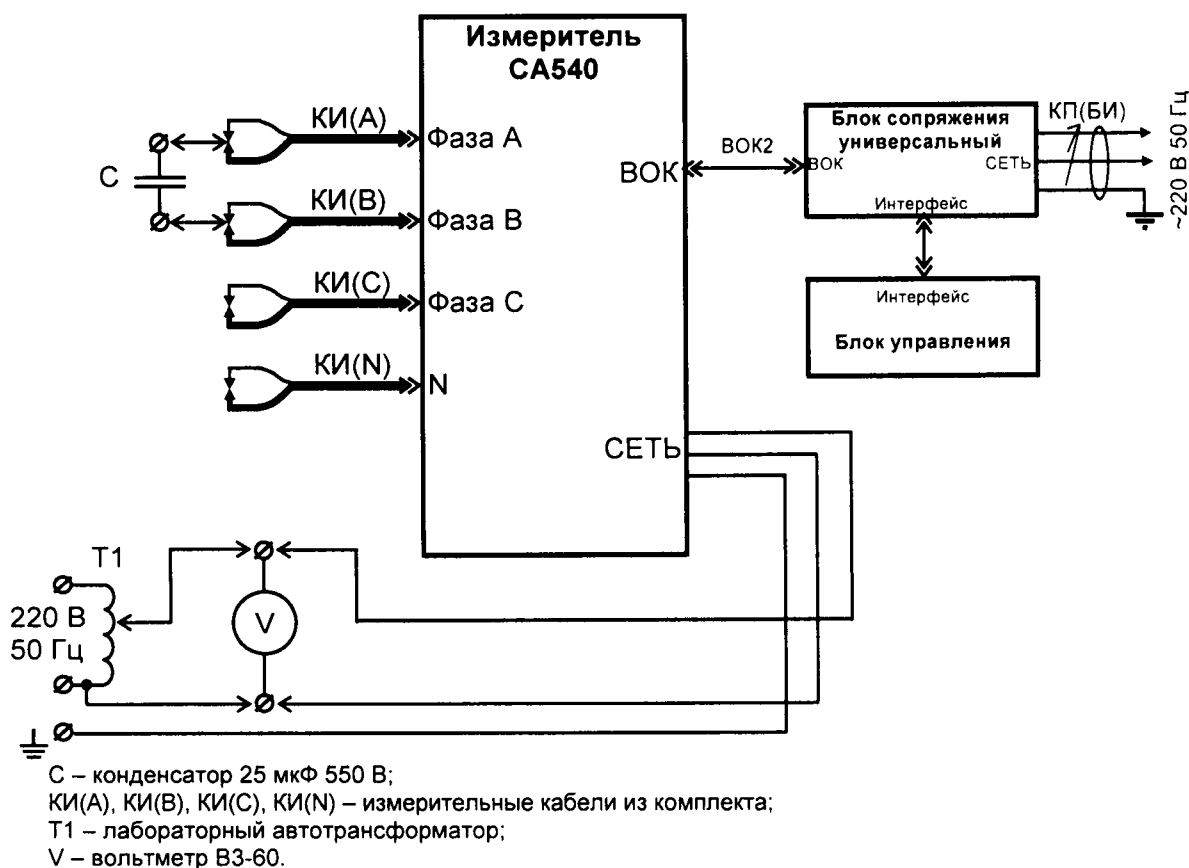


Рисунок 8.10

8.7.2 Установить на выходе трансформатора Т1 значение напряжения, равное  $(198 \pm 2)$  В. Напряжение контролировать по показаниям вольтметра.

8.7.3 Включить Измеритель. Отобразить главное меню на блоке управления.

8.7.4 Нажать на кнопку , затем на строку "Поверка".

8.7.5 В появившемся окне выбрать "Пункт 8.7".

8.7.6 В предложенном перечне значений "Напряжения встроенного источника" (данное окно представлено рисунком 8.11) выбрать значение 40 В, как указано в ячейке " $U_y$ " первой строки таблицы А.8.4 протокола, после чего нажать кнопку "→". Форма таблицы А.8.4 представлена таблицей 8.4.

Таблица 8.4

№ измерения	Конфигурация цепи	Напряжение питания Измерителя	Номинальное значение напряжения	Результат измерения напряжения	Относительное отклонение напряжения от номинального значения	
					Действительное значение	Пределы допускаемых значений
		$U_{П},$ В	$U_y,$ В	$U_{CA540},$ В	$\delta_{U_{уст}},$ %	$\delta_{U_{уст доп}},$ %
1	a-b	198				$\pm 1$
2	a-b	198				$\pm 0,5$
3	a-b	198				$\pm 0,5$
4	a-b	198				$\pm 0,5$
5	a-b	242				$\pm 1$
6	a-b	242				$\pm 0,5$
7	a-b	242				$\pm 0,5$
8	a-b	242				$\pm 0,5$
9	a-b	220				$\pm 1$
10	a-b	220				$\pm 0,5$
11	a-b	220				$\pm 0,5$
12	a-b	220				$\pm 0,5$
13	b-c	220				$\pm 1$
14	b-c	220				$\pm 0,5$
15	b-c	220				$\pm 0,5$
16	b-c	220				$\pm 0,5$
17	c-a	220				$\pm 1$
18	c-a	220				$\pm 0,5$
19	c-a	220				$\pm 0,5$
20	c-a	220				$\pm 0,5$

8.7.7 В окне "Поверка. Пункт 8.7" (рисунок 8.12) выбрать конфигурацию цепи, нажав закладку "a-b", как указано в ячейке "Конфигурация цепи" первой строки таблицы А.8.4 протокола.

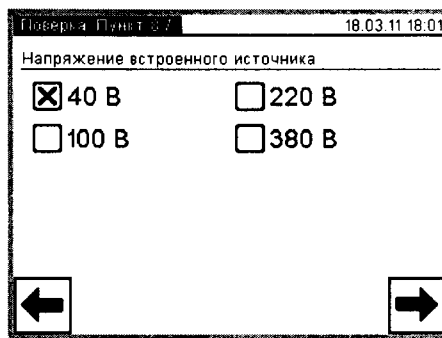


Рисунок 8.11

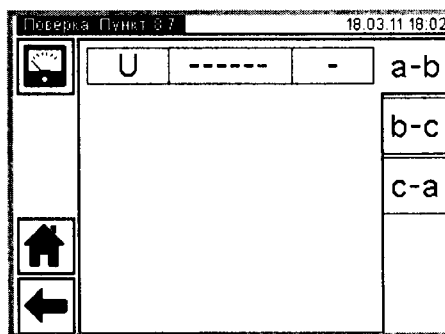


Рисунок 8.12

8.7.8 Выполнить измерение, нажав на кнопку .

8.7.9 Показание, появившееся на экране, занести в ячейку "Результат измерения напряжения  $U_{CA540}$ " данной строки таблицы А.8.4 протокола поверки.


8.7.10 Рассчитать значение отклонения напряжения от номинального по формуле

$$\delta_{U_{уст}} = \frac{(U_{CA540} - U_y)}{U_y} \cdot 100, \quad (5) \quad (5)$$

где  $U_{CA540}$  – результат измерения напряжения на выходе встроенного однофазного источника, в вольтах;

$U_y$  – номинальное значение устанавливаемого напряжения, указанное в таблице А.8.4, в вольтах.

Полученный результат занести в ячейку " $\delta_{U_{уст}}$ " данной строки таблицы А.8.4.

8.7.11 Нажать кнопку " в окне "Поверка. Пункт 8.7", рисунок 8.12, для возврата к окну, представленному рисунком 8.11.

8.7.12 Повторить 8.7.6-8.7.11 для строк 2-4 таблицы А.8.4 протокола поверки, устанавливая в 8.7.6 значение напряжения, указанное в ячейке " $U_y$ " соответствующей строки таблицы А.8.4 протокола (100, 220 или 380 В).

8.7.13 Установить на выходе трансформатора Т1 значение напряжения, равное  $(242 \pm 2)$  В. Напряжение контролировать по показаниям вольтметра.

8.7.14 Повторить 8.7.6-8.7.11 для строк 5-8 таблицы А.8.4 протокола поверки, устанавливая в 8.7.6 значение напряжения, указанное в ячейке " $U_y$ " соответствующей строки таблицы А.8.4 протокола (100, 220 или 380 В).

8.7.15 Установить на выходе трансформатора Т1 значение напряжения, равное  $(220 \pm 2)$  В. Напряжение контролировать по показаниям вольтметра.

8.7.16 Повторить 8.7.6-8.7.11 для строк 9-12 таблицы А.8.4 протокола поверки, устанавливая в 8.7.6 значение напряжения, указанное в ячейке " $U_y$ " соответствующей строки таблицы А.8.4 протокола (100, 220 или 380 В).



8.7.17 Подключить нагрузочный конденсатор С, представленный на схеме (рисунок 8.10), к зажимам кабелей КИ(В) и КИ(С).

8.7.18 Повторить 8.7.6-8.7.11 для строк 13-16 таблицы А. 8.4, устанавливая в 8.7.7 конфигурацию цепи "b-c", указанную в таблице А.8.4 для этих строк. В 8.7.6 устанавливать значение напряжения, указанное в ячейке "U<sub>y</sub>" соответствующей строки таблицы.

8.7.19 Подключить нагрузочный конденсатор С, представленный на схеме (рисунок 8.10), к зажимам кабелей КИ(А) и КИ(С).

8.7.20 Повторить 8.7.6-8.7.11 для строк 17-20 таблицы А. 8.4, устанавливая в 8.7.7 конфигурацию цепи "c-a", указанную в таблице А.8.4 для этих строк. В 8.7.6 устанавливать значение напряжения, указанное в ячейке "U<sub>y</sub>" соответствующей строки таблицы.

Результат операции проверки считать положительным, если все полученные значения погрешности установки заданного значения напряжения на выходе встроенного однофазного источника питания " $\delta_{U_{уст}}$ " не превышают соответствующих пределов, указанных в колонке " $\delta_{U_{уст}} \text{ доп}$ " таблицы А.8.4 протокола проверки.

## 8.8 Проверка относительного отклонения напряжения на выходе встроенного трехфазного источника питания от номинального и максимального значения относительной разности междуфазных напряжений

8.8.1 Собрать схему, представленную на рисунке 8.13. Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети.

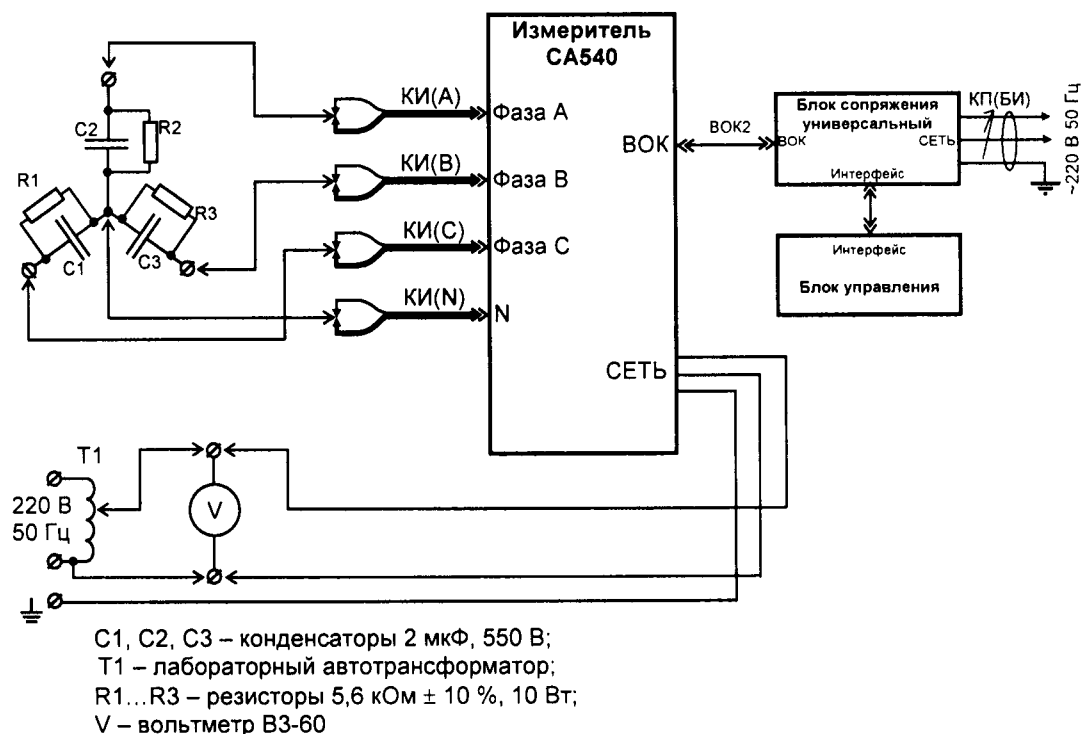


Рисунок 8.13

8.8.2 Установить на выходе трансформатора Т1 значение напряжения, равное  $(198 \pm 2)$  В. Напряжение контролировать по показаниям вольтметра.

8.8.3 Включить Измеритель. Отобразить главное меню на блоке управления.

8.8.4 Нажать на кнопку , затем на строку "Проверка".

8.8.5 В появившемся окне выбрать "Пункт 8.8".

8.8.6 В предложенном перечне значений "Напряжение встроенного источника" (данное окно представлено рисунком 8.14) выбрать значение 40 В, как указано в ячейке "U<sub>y</sub>" первой строки таблицы А.8.5 протокола, после чего нажать кнопку "→". Форма таблицы А.8.5 представлена таблицей 8.5.

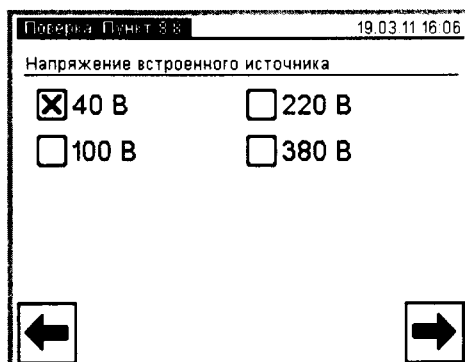



Рисунок 8.14

Таблица 8.5

№ измерения	Напряжение питания Измерителя	Номинальное значение междуфазного напряжения	Результат измерения междуфазного напряжения	Относительное отклонение междуфазного напряжения от номинального						Относительная разность междуфазных напряжений	
				Действительное значение			Пределы допускаемых значений			Максимальное значение	Пределы допускаемых значений
				$U_{AB},$ В	$U_{BC},$ В	$U_{CA},$ В	$\delta_{UAB},$ %	$\delta_{UBC},$ %	$\delta_{UCA},$ %	$\delta_{U_{доп}},$ %	$\delta_{U_{м}},$ %
1	198	40								$\pm 10$	$\pm 1$
2	198	100								$\pm 10$	$\pm 1$
3	198	220								$\pm 10$	$\pm 1$
4	198	380								$\pm 10$	$\pm 1$
5	220	40								$\pm 10$	$\pm 1$
6	220	100								$\pm 10$	$\pm 1$
7	220	220								$\pm 10$	$\pm 1$
8	220	380								$\pm 10$	$\pm 1$
9	242	40								$\pm 10$	$\pm 1$
10	242	100								$\pm 10$	$\pm 1$
11	242	220								$\pm 10$	$\pm 1$
12	242	380								$\pm 10$	$\pm 1$

8.8.7 Выполнить измерение междуфазных напряжений, нажав на кнопку  в окне "Поверка. Пункт 8.8", рисунок 8.15.

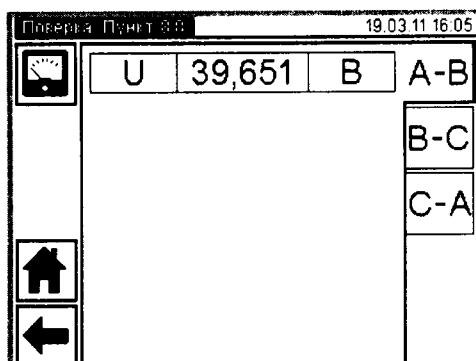


Рисунок 8.15

8.8.8 Выбирая поочередно закладки "А-В", "В-С" и "С-А", занести отображенные в них результаты измерения междуфазных напряжений  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$  и  $U_{CA}$  в соответствующие ячейки данной строки таблицы А.8.5 протокола.

8.8.9 Для каждого значения междуфазного напряжения ( $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$ ) рассчитать относительное отклонение от номинального значения по формуле

$$\delta_U = \frac{(U - U_y)}{U_y} \cdot 100, \quad (6)$$

где  $U$  – значение результата измерения напряжения  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$ , в вольтах;

$U_y$  – номинальное значение напряжения, устанавливаемого на выходе встроенного трехфазного источника, в вольтах, указанное в данной строке таблицы А.8.5 протокола.

Полученные результаты занести в ячейки " $\delta_{U_{AB}}$ ", " $\delta_{U_{BC}}$ " и " $\delta_{U_{CA}}$ " данной строки таблицы А.8.5.


8.8.10 Рассчитать максимальное значение относительной разности междуфазных напряжений, в процентах, по формуле

$$\delta_{U_m} = \frac{(U_{\max} - U_{\min})}{U_{\min}} \cdot 100, \quad (7)$$

где  $U_{\max}$  – значение максимального из результатов измерения напряжений  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$  и  $U_{CA}$ , в вольтах;

$U_{\min}$  – значение минимального из результатов измерения напряжений  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$  и  $U_{CA}$ , в вольтах.

Полученный результат занести в ячейку " $\delta_{U_m}$ " данной строки таблицы А.8.5.

8.8.11 Нажать кнопку " в окне "Поверка. Пункт 8.8", рисунок 8.14, для возврата к окну, представленному рисунком 8.13.

8.8.12 Повторить 8.8.6-8.8.11 для измерений 2-4 таблицы А.8.5, устанавливая в 8.8.6 значение напряжения, указанное в ячейке " $U_y$ " соответствующей строки таблицы А.8.5 протокола (100, 220 или 380 В).

8.8.13 Установить на выходе трансформатора Т1 значение напряжения, равное  $(220 \pm 2)$  В. Напряжение контролировать по показаниям вольтметра.

8.8.14 Повторить 8.8.6-8.8.11 для измерений 5-8 таблицы А.8.5, устанавливая в 8.8.6 значение напряжения, указанное в ячейке " $U_y$ " соответствующей строки таблицы А.8.5 протокола (40, 100, 220 или 380 В).

8.8.15 Установить на выходе трансформатора Т1 значение напряжения, равное  $(242 \pm 2)$  В. Напряжение контролировать по показаниям вольтметра.


8.8.16 Повторить 8.8.6-8.8.11 для измерений 9-12 таблицы А.8.5, устанавливая в 8.8.6 значение напряжения, указанное в ячейке " $U_y$ " соответствующей строки таблицы А.8.5 протокола (40, 100, 220 или 380 В).

Результат операции поверки считать положительным, если для всех измерений относительные отклонения междуфазных напряжений от их номинального значения не превышают пределов, указанных в колонке " $\delta_{U_{доп}}$ " таблицы А.8.5 протокола поверки, а значение максимальной относительной разности междуфазных напряжений  $\delta_{U_m}$  не превышает предельных значений, указанных в соответствующей строке колонки " $\delta_{U_{m доп}}$ " таблицы.

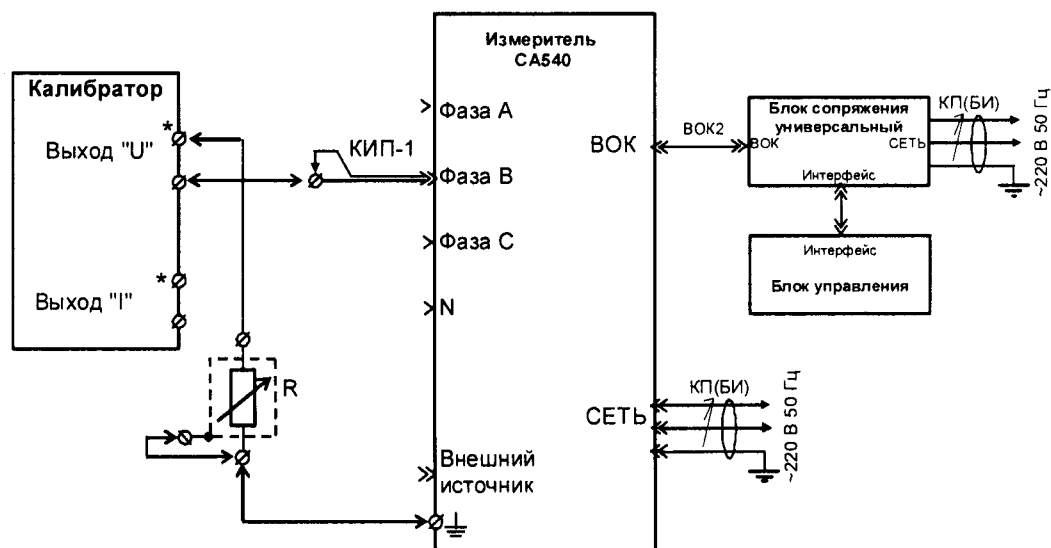
## 8.9 Проверка основной погрешности при измерении силы тока при работе от встроенного источника питания

8.9.1 Собрать схему, представленную на рисунке 8.16. Все подключаемые устройства должны быть отключены от сети.

8.9.2 Включить Измеритель. Отобразить главное меню на блоке управления.

8.9.3 Нажать на кнопку , затем на строку "Поверка".

8.9.4 В появившемся окне выбрать "Пункт 8.9".



R – магазин сопротивлений типа P4830/1;  
КИП-1 – кабель измерительный для поверки Измерителя, входит в комплект поставки

Рисунок 8.16


8.9.5 На магазине сопротивлений R установить значение сопротивления 1 кОм.

8.9.6 Установить на выходе "U" калибратора значение напряжения, равное 10 В в соответствии с первой строкой таблицы А.8.6 протокола поверки. Форма таблицы А.8.6 представлена таблицей 8.6.

Таблица 8.6

№ измерения	Устанавливаемое значение напряжения	Значение сопротивления	Действительное значение напряжения	Расчетное значение силы тока	Результат измерения силы тока	Основная относительная погрешность при измерении силы тока	
						Действительное значение	Пределы допускаемых значений
	$U_y$ , В	$R$ , кОм	$U_k$ , В	$I_p$ , А	$I_{CA540}$ , А	$\delta_I$ , %	$\delta_{Iдоп}$ , %
1	10	1					$\pm 0,3$
2	50	1					$\pm 0,3$
3	60	1					$\pm 0,3$

Действительное значение напряжения на выходе калибратора (показание калибратора) занести в ячейку  $U_k$  данной строки таблицы А.8.6 протокола.

8.9.7 Провести измерение силы тока, нажав кнопку  на экране БУ. Внешний вид окна представлен на рисунке 8.17. Результат измерения силы тока занести в ячейку  $I_{CA540}$  данной строки таблицы А.8.6 протокола.

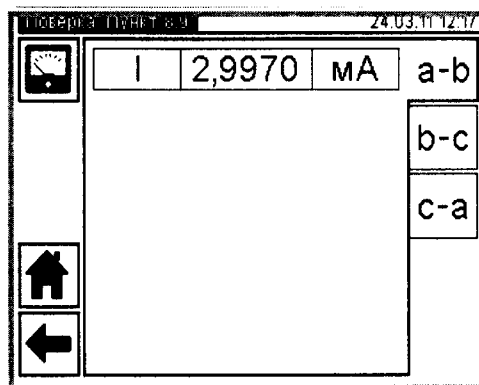


Рисунок 8.17

8.9.8 Рассчитать значение силы тока  $I_P$  по формуле:

$$I_P = \frac{U_K}{R} \quad (8)$$

где  $U_K$  – действительное значение напряжения на выходе калибратора, в вольтах;

$R$  – значение сопротивления, установленное на магазине сопротивлений, в омах.

Полученное значение занести в ячейку  $I_P$  данной строки таблицы А.8.6.

8.9.9 Рассчитать значение основной относительной погрешности измерения силы тока в процентах, по формуле:

$$\delta_i = \frac{(I_{CA540} - I_P)}{I_P} \cdot 100, \quad (9)$$

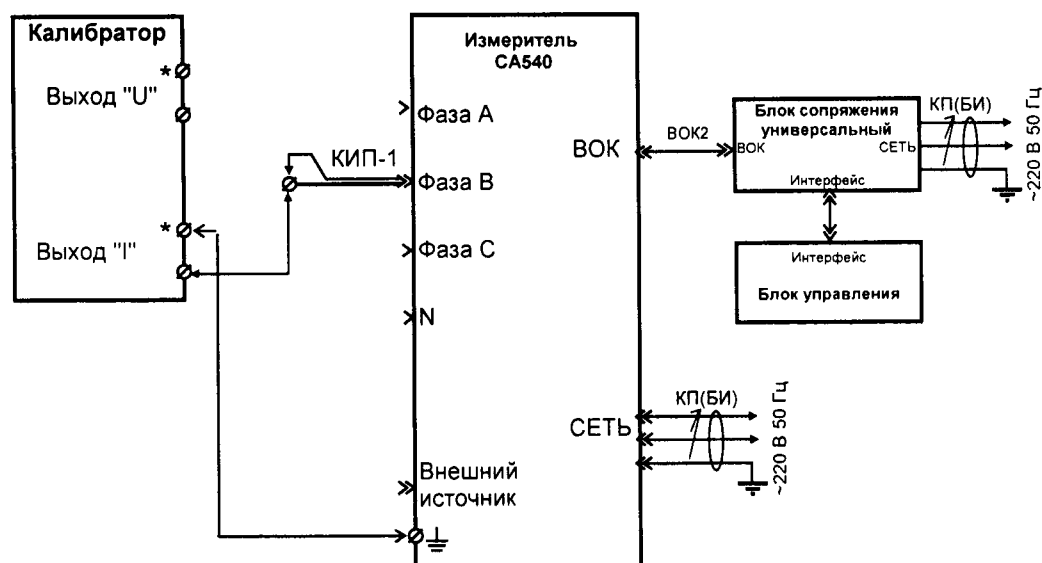
где  $I_{CA540}$  – результат измерения силы тока с помощью CA540, в амперах;

$I_P$  – расчетное значение силы тока, в амперах.

Полученное значение занести в ячейку  $\delta_i$  данной строки таблицы А.8.6.

8.9.10 Повторить 8.9.6-8.9.9 для строк 2 и 3 таблицы А.8.6. При этом в 8.9.6 на выходе "U" калибратора устанавливать значение напряжения, указанное ячейке  $U_y$  соответствующей строки таблицы А.8.6 протокола поверки.

8.9.11 Собрать схему, представленную на рисунке 8.18.




КИП-1 – кабель измерительный для поверки Измерителя, входит в комплект поставки

Рисунок 8.18

8.9.12 Установить на выходе "I" калибратора значение силы тока, равное 0,5 А в соответствии с первой строкой таблицы А.8.7 протокола поверки. Форма таблицы А.8.7 представлена таблицей 8.7.

Действительное значение силы тока на выходе калибратора (показание калибратора) занести в ячейку  $I_K$  данной строки таблицы А.8.7 протокола.

8.9.13 Провести измерение силы тока, нажав кнопку  на экране БУ. Внешний вид окна представлен на рисунке 8.17.

Результат измерения тока занести в ячейку  $I_{CA540}$  первой строки таблицы А.8.7 протокола.

8.9.14 Рассчитать значение основной относительной погрешности измерения силы тока в процентах, по формуле:

$$\delta_1 = \frac{(I_{CA540} - I_K)}{I_K} \cdot 100 \quad (10)$$

где  $I_{CA540}$  – результат измерения силы тока с помощью CA540, в амперах;

$I_K$  – действительное значение силы тока, в амперах.

Таблица 8.7

№ измерения	Устанавливаемое значение силы тока	Действительное значение силы тока	Результат измерения силы тока	Основная относительная погрешность при измерении силы тока	
				Действительное значение	Пределы допускаемых значений
	$I_y$ , А	$I_K$ , А	$I_{CA540}$ , А	$\delta_1$ , %	$\delta_{\text{доп}}$ , %
1	0,5				$\pm 0,3$
2	0,6				$\pm 0,3$
3	3				$\pm 0,3$

Полученное значение занести в ячейку  $\delta_1$  первой строки таблицы А.8.7.

8.9.15 Повторить 8.9.12-8.9.14 для строк 2 и 3 таблицы А.8.7. При этом в 8.9.12 на выходе "I" калибратора устанавливать значение силы тока, указанное ячейке  $I_y$  соответствующей строки таблицы А.8.7 протокола поверки.

Результат операции поверки считать положительным, если для всех измерений значения погрешности при измерении силы тока не превышают пределов, указанных в ячейках " $\delta_{\text{доп}}$ " соответствующих строк таблиц А.8.6 и А.8.7 протокола поверки.

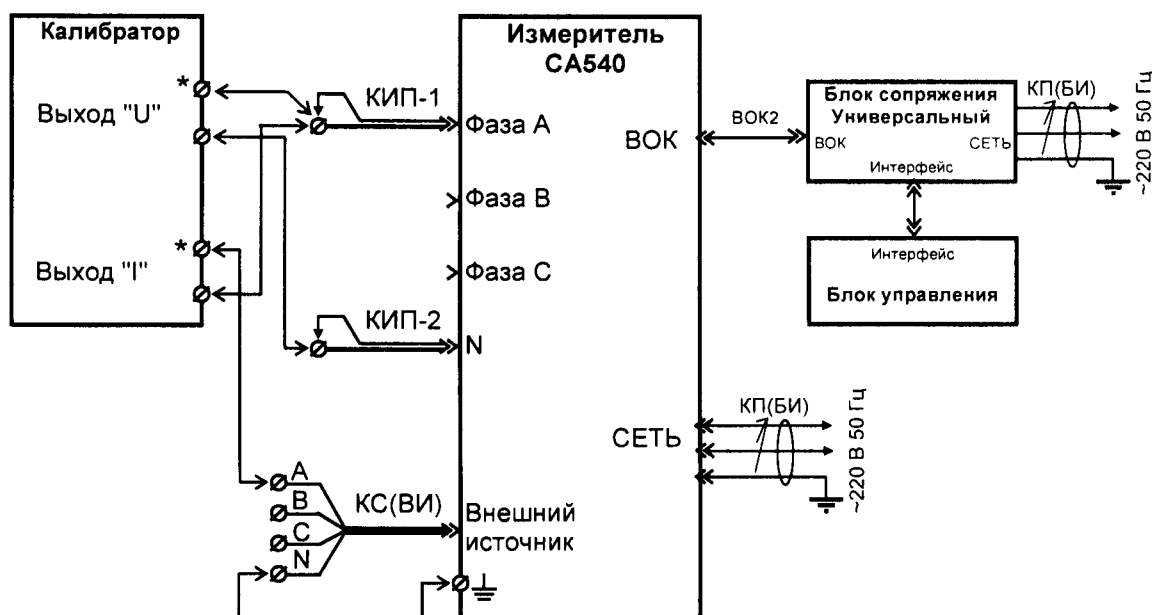
## 8.10 Проверка основной абсолютной погрешности при измерении разности фаз между током и напряжением при работе от внешнего источника питания

8.10.1 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 8.19. Все подключаемые устройства должны быть предварительно отключены от сети.

8.10.2 Включить Измеритель. Отобразить главное меню на блоке управления.

8.10.3 Нажать на кнопку , затем на строку "Поверка".

8.10.4 В появившемся окне выбрать "Пункт 8.10", затем закладку "А".




КИП-1 – кабель измерительный для поверки Измерителя, входящий в комплект поставки  
КС(ВИ) – кабель силовой для подключения внешнего источника, входящий в комплект поставки

Рисунок 8.19

8.10.5 Установить на выходах калибратора значения напряжения, силы тока и разности фаз между током и напряжением в соответствии с первой строкой таблицы А.8.8 протокола поверки. Форма таблицы А.8.8 представлена таблицей 8.8.

Действительное значение разности фаз между током и напряжением на выходах калибратора (показание калибратора) занести в ячейку  $\varphi_K$  данной строки таблицы А.8.8 протокола.

8.10.6 Провести измерение разности фаз между током и напряжением Измерителем, нажав кнопку  на экране БУ. Внешний вид окна представлен на рисунке 8.20.

Результат измерения разности фаз занести в ячейку  $\varphi_{СА540}$  данной строки таблицы А.8.8 протокола.

8.10.7 Рассчитать основную абсолютную погрешность измерения разности фаз между током и напряжением,  $\Delta\varphi$ , в градусах, по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{СА540} - \varphi_K \quad (11)$$

где  $\varphi_{СА540}$  – результат измерения разности фаз Измерителем, в градусах;

$\varphi_K$  – действительное значение разности фаз (показание калибратора), в градусах.

Таблица 8.8

№ измерения	Конфигурация	Устанавливаемое значение силы тока	Устанавливаемое значение напряжения	Устанавливаемое значение разности фаз между током и напряжением	Действительное значение разности фаз между током и напряжением	Результат измерения разности фаз между током и напряжением	Основная абсолютная погрешность при измерении разности фаз между током и напряжением	
		$I_y$ ,	$U_y$ ,	$\varphi_y$ ,	$\varphi_K$ ,	$\varphi_{СА540}$ ,	Действительное значение	Пределы допускаемых значений
		А	В	°	°	°		
1	А	0,2	245	0				$\pm 0,06$
2	А	0,2	245	90				$\pm 0,06$

3	A	0,2	245	-60				$\pm 0,06$
4	A	7	30	0				$\pm 0,11$
5	A	7	30	90				$\pm 0,11$
6	A	7	30	-60				$\pm 0,11$
7	B	0,2	245	0				$\pm 0,06$
8	B	0,2	245	90				$\pm 0,06$
9	B	0,2	245	-60				$\pm 0,06$
10	B	7	30	0				$\pm 0,11$
11	B	7	30	90				$\pm 0,11$
12	B	7	30	-60				$\pm 0,11$
13	C	0,2	245	0				$\pm 0,06$
14	C	0,2	245	90				$\pm 0,06$
15	C	0,2	245	-60				$\pm 0,06$
16	C	7	30	0				$\pm 0,11$
17	C	7	30	90				$\pm 0,11$
18	C	7	30	-60				$\pm 0,11$

8.10.8 Повторить 8.10.5-8.10.7 для строк 2-6 таблицы А.8.8 протокола. При этом в 8.10.5 устанавливать значения силы тока, напряжения и разности фаз между ними равные значениям, указанным в соответствующей строке таблицы.

8.10.9 Выключить сигналы на выходах "U" и "I" калибратора. Переключить кабель измерительный КИП-1 на вход фазы В Измерителя, а вывод "\*" выхода "U" калибратора – на вывод "B" кабеля КС(ВИ) Измерителя.

8.10.10 В окне "Поверка. Пункт 8.10" выбрать закладку "B".

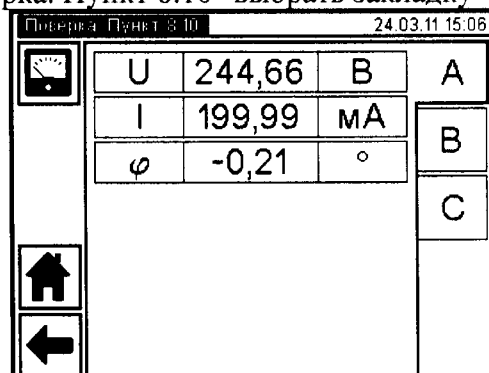


Рисунок 8.20

8.10.11 Повторить 8.10.5-8.10.7 для строк 7-12 таблицы А.8.8 протокола. При этом в 8.10.5 устанавливать значения силы тока, напряжения и разности фаз между ними равные указанным в соответствующей строке таблицы.

8.10.12 Выключить сигналы на выходах "U" и "I" калибратора. Переключить кабель измерительный КИП-1 на вход фазы С Измерителя, а вывод "\*" выхода "U" калибратора – на вывод "C" кабеля КС(ВИ) Измерителя.

8.10.13 В окне "Поверка. Пункт 8.10" выбрать закладку "C".

8.10.14 Повторить 8.10.5-8.10.7 для строк 13-18 таблицы А.8.8 протокола. При этом в 8.10.5 устанавливать значения силы тока, напряжения и разности фаз между ними равные указанным в соответствующей строке таблицы.


Результат операции поверки считать положительным, если полученные значения основной абсолютной погрешности при измерении разности фаз между током и напряжением  $\Delta\varphi$  не превышают пределов допускаемых погрешностей, указанных в ячейках " $\Delta\varphi_{\text{доп}}$ " соответствующих строк таблицы А.8.8.

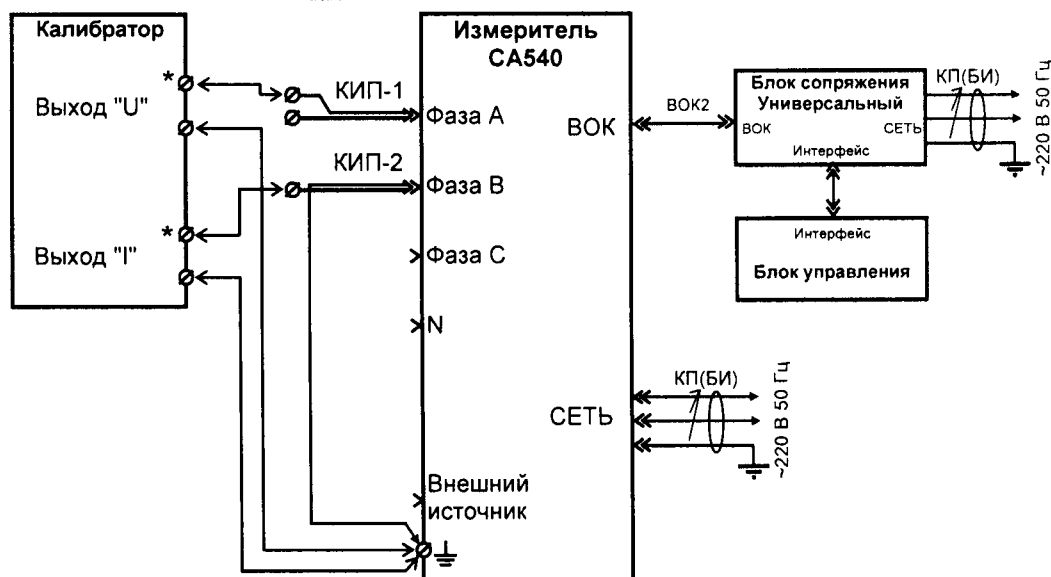


8.11 Проверка основной абсолютной погрешности при измерении разности фаз между током и напряжением при работе от встроенного источника питания

8.11.1 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 8.21. Все подключаемые устройства должны быть предварительно отключены от сети.

8.11.2 Включить Измеритель. Отобразить главное меню на блоке управления.

8.11.3 Нажать на кнопку , затем на строку "Поверка".




КИП-1, КИП-2 – кабели измерительные для поверки Измерителя, входящие в комплект поставки

Рисунок 8.21

8.11.4 В появившемся окне выбрать "Пункт 8.11", затем закладку "a-b".

8.11.5 Установить на выходах калибратора значения напряжения, силы тока и разности фаз между током и напряжением в соответствии с первой строкой таблицы А.8.9 протокола поверки. Форма таблицы А.8.9 представлена таблицей 8.9.

Действительное значение разности фаз между током и напряжением на выходах калибратора (показание калибратора) занести в ячейку  $\varphi_K$  данной строки таблицы А.8.9 протокола.

8.11.6 Провести измерение разности фаз между током и напряжением Измерителем, нажав кнопку  на экране БУ. Внешний вид окна представлен на рисунке 8.22.

U	I	$\varphi$
244,74 В	199,48 мА	0,11 °

Рисунок 8.22

Таблица 8.9

№ измерения	Конфигурация	Устанавливаемое значение силы тока	Устанавливаемое значение напряжения	Устанавливаемое значение разности фаз между током и напряжением	Действительное значение разности фаз между током и напряжением	Результат измерения разности фаз между током и напряжением	Основная абсолютная погрешность при измерении разности фаз между током и напряжением	
		$I_y$ , А	$U_y$ , В	$\varphi_y$ , °	$\varphi_k$ , °	$\varphi_{CA540}$ , °	Действительное значение $\Delta\varphi$ , °	Пределы допускаемых значений $\Delta\varphi_{доп}$ , °
1	a-b	0,2	300	0				$\pm 0,1$
2	a-b	0,2	300	90				$\pm 0,1$
3	a-b	0,2	300	-60				$\pm 0,1$
4	a-b	3	40	0				$\pm 0,1$
5	a-b	3	40	90				$\pm 0,1$
6	a-b	3	40	-60				$\pm 0,1$
7	b-c	0,2	300	0				$\pm 0,1$
8	b-c	0,2	300	90				$\pm 0,1$
9	b-c	0,2	300	-60				$\pm 0,1$
10	b-c	3	40	0				$\pm 0,1$
11	b-c	3	40	90				$\pm 0,1$
12	b-c	3	40	-60				$\pm 0,1$
13	c-a	0,2	300	0				$\pm 0,1$
14	c-a	0,2	300	90				$\pm 0,1$
15	c-a	0,2	300	-60				$\pm 0,1$
16	c-a	3	40	0				$\pm 0,1$
17	c-a	3	40	90				$\pm 0,1$
18	c-a	3	40	-60				$\pm 0,1$

Результат измерения разности фаз занести в ячейку  $\varphi_{CA540}$  данной строки таблицы А.8.9 протокола.

8.11.7 Рассчитать основную абсолютную погрешность измерения разности фаз между током и напряжением,  $\Delta\varphi$ , в градусах, по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{CA540} - \varphi_k \quad (11)$$

где  $\varphi_{CA540}$  – результат измерения разности фаз Измерителем, в градусах;

$\varphi_k$  – действительное значение разности фаз (показание калибратора), в градусах.

8.11.8 Повторить 8.11.5-0 для строк 2-6 таблицы А.8.9 протокола. При этом в 8.11.5 устанавливать значения силы тока, напряжения и разности фаз между ними равные указанным в соответствующей строке таблицы.

8.11.9 Выключить сигналы на выходах "U" и "I" калибратора. Переключить кабель измерительный КИП-1 на вход фазы В Измерителя, кабель измерительный КИП-2 – на вход фазы С Измерителя.

8.11.10 В окне "Поверка. Пункт 8.11" выбрать закладку "b-c".

8.11.11 Повторить 8.11.5-0 для строк 7-12 таблицы А.8.9 протокола. При этом в 8.11.5 устанавливать значения силы тока, напряжения и разности фаз между ними равные указанным в соответствующей строке таблицы.

8.11.12 Выключить сигналы на выходах "U" и "I" калибратора. Переключить кабель измерительный КИП-1 на вход фазы С Измерителя, кабель измерительный КИП-2 – на вход фазы

А Измерителя.

8.11.13 В окне "Поверка. Пункт 8.11" выбрать закладку "с-а".


8.11.14 Повторить 8.11.5-0 для строк 13-18 таблицы А.8.9 протокола. При этом в 8.11.5 устанавливать значения силы тока, напряжения и разности фаз между ними равные указанным в соответствующей строке таблицы.

Результат операции поверки считать положительным, если полученные значения основной абсолютной погрешности измерения разности фаз между током и напряжением  $\Delta\varphi$  не превышают пределов допускаемых погрешностей, указанных в ячейках " $\Delta\varphi_{\text{доп}}$ " соответствующих строк таблицы А.8.9 протокола поверки.

### 8.12 Проверка основной относительной погрешности при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации) и основной абсолютной погрешности при измерении разности фаз между напряжениями

8.12.1 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 8.23. При подключении Измеритель должен быть отключен от сети.

8.12.2 Включить Измеритель. Отобразить главное меню на блоке управления.

8.12.3 Нажать на кнопку , затем на строку "Поверка".

8.12.4 В появившемся окне выбрать "Пункт 8.12". В окне "Напряжение встроенного источника" (рисунок 8.24) выбрать значение 380 В, как указано в ячейке  $U_y$  первой строки таблицы А.8.10, после чего нажать кнопку "→". Форма таблицы А.8.10 представлена таблицей 8.10.

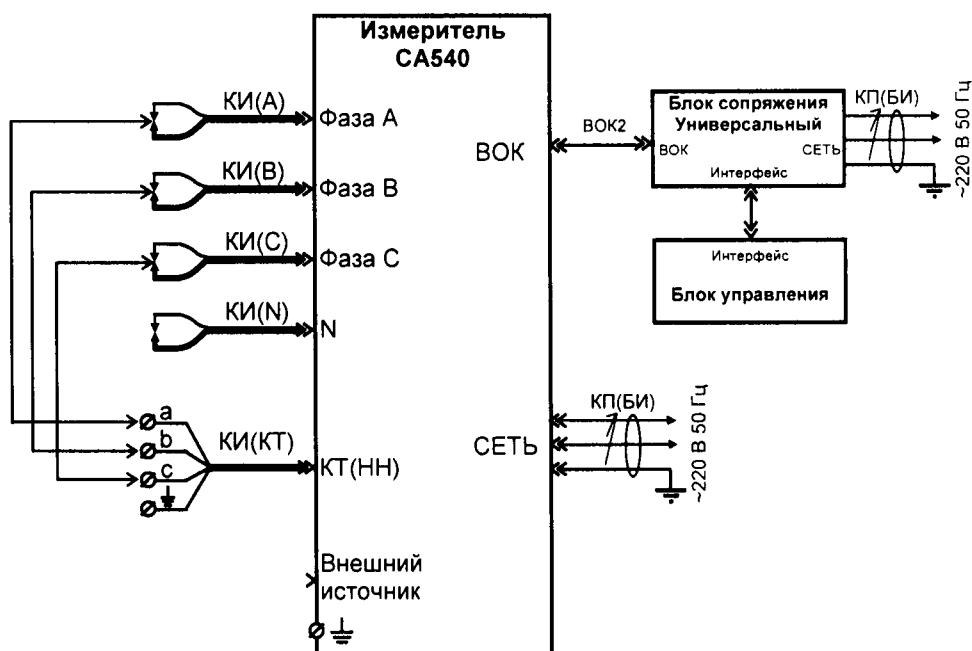


Рисунок 8.23

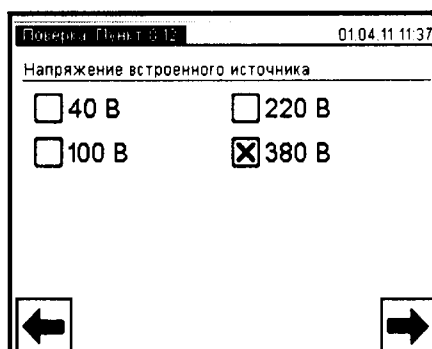

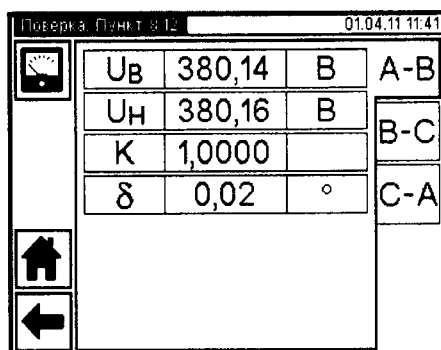


Рисунок 8.24

8.12.6 Выполнить измерение, нажав кнопку .

8.12.7 Результаты измерения отношения напряжений К и разности фаз между ними  $\delta$ , в градусах, занести в ячейки " $K_{CA540}$ " и " $\delta_{CA540}$ " первой строки таблицы А.8.10 протокола.

№ измерения	Конфигурация цепи	Установленное значение напряжения встроенного источника	Установленное значение разности фаз между напряжениями	Значения сопротивлений, установленных на магазинах сопротивлений		Отношение напряжений				Разность фаз между напряжениями		
						Расчетное значение	Результат измерения	Основная относитель- ная по- грешность		Результат измерения	Основная абсолютная погреш- ность	
								Действитель- ное значение	Пределы допускаемых значений		Действитель- ное значение	Пределы допускаемых значений
$U_y$	$\delta_y$	$R1$	$R2$	$K_{расч}$	$K_{CA540}$	$\Delta_K$	$\Delta_K \text{ доп}$	$\delta_{CA540}$	$\Delta_\delta$	$\Delta_\delta \text{ доп}$		
		В	°	Ом	Ом			%	%	°	°	°
1	A-B	380	0	-	-	1			± 0,3			± 0,1
2	A-B	220	0	100000	100,10	1000			± 0,3			± 0,1
3	A-B	220	0	10000	101,01	100			± 0,3			± 0,1
4	A-B	220	180	10000	256,41	40			± 0,3			± 0,1
5	A-B	40	180	1000	111,11	10			± 0,3			± 0,1
6	B-C	380	0	-	-	1			± 0,3			± 0,1
7	B-C	220	0	100000	100,10	1000			± 0,3			± 0,1
8	B-C	220	0	10000	101,01	100			± 0,3			± 0,1
9	B-C	220	180	10000	256,41	40			± 0,3			± 0,1
10	B-C	40	180	1000	111,11	10			± 0,3			± 0,1
11	C-A	380	0	-	-	1			± 0,3			± 0,1
12	C-A	220	0	100000	100,10	1000			± 0,3			± 0,1
13	C-A	220	0	10000	101,01	100			± 0,3			± 0,1
14	C-A	220	180	10000	256,41	40			± 0,3			± 0,1
15	C-A	40	180	1000	111,11	10,0			± 0,3			± 0,1



28

8.12.8 Рассчитать значение основной относительной погрешности при измерении отношения напряжений  $\Delta_K$  и основной абсолютной погрешности при измерении разности фаз между напряжениями  $\Delta_\delta$  по формулам

$$\Delta_K = \frac{K_{CA540} - K_{расч}}{K_{расч}} \times 100 \quad (12)$$

$$\Delta_\delta = \delta_{CA540} - \delta_y \quad (13)$$

где  $K_{CA540}$  и  $\delta_{CA540}$  - показания Измерителя,

$K_{расч}$  - расчетное значение отношения напряжений, указанное в данной строке таблицы А.8.10 протокола,

$\delta_y$  - установленное значение разности фаз, указанное в данной строке таблицы.

8.12.9 Выбрать закладку "В-С".

8.12.10 Повторить 8.12.6-8.12.8 для шестой строки таблицы А.8.10 протокола.

8.12.11 Выбрать закладку "С-А".

8.12.12 Повторить 8.12.6-8.12.8 для одиннадцатой строки таблицы А.8.10.

8.12.13 Нажать кнопку " $\leftarrow$ " для возврата к окну, представленному на рисунке 8.24.

8.12.14 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 8.26.

8.12.15 В окне, представленном на рисунке 8.24, выбрать значение напряжения 220 В, как указано в ячейке  $U_y$  второй строки таблицы А.8.10 протокола, после чего нажать кнопку " $\rightarrow$ ".

8.12.16 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные во второй строке таблицы А.8.10 протокола.

8.12.17 Выбрать закладку "А-В".

8.12.18 Повторить 8.12.6-8.12.8 для второй строки таблицы А.8.10 протокола.

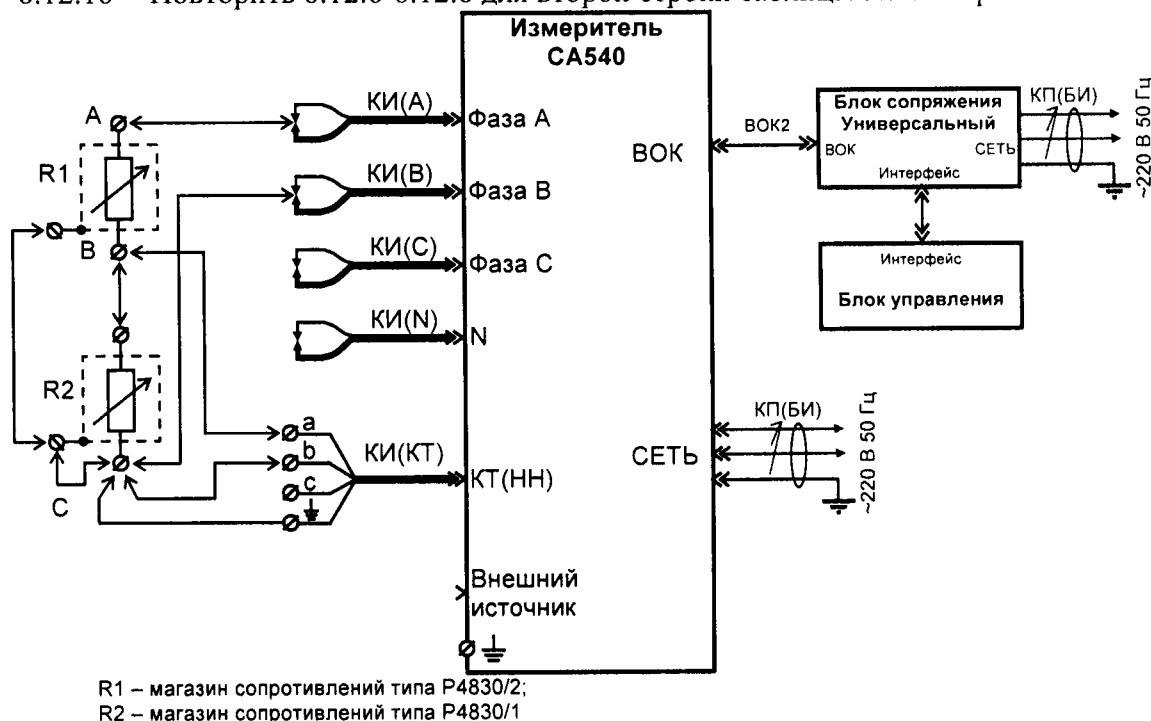


Рисунок 8.26

8.12.19 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в третьей строке таблицы А.8.10 протокола.

8.12.20 Повторить 8.12.6-8.12.8 для третьей строки таблицы А.8.10.

8.12.21 Подключить вывод "а" кабеля КИ(КТ) к точке "С" делителя, а вывод "б" кабеля КИ(КТ) – к точке "В" (рисунок 8.26).

8.12.22 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в четвертой строке таблицы А.8.10 протокола.

- 8.12.23 Повторить 8.12.6-8.12.8 для четвертой строки таблицы А.8.10.
- 8.12.24 Нажать кнопку "→", выбрать значение напряжения 100 В, как указано в ячейке  $U_y$  пятой строки таблицы А.8.10, после чего нажать кнопку "→".
- 8.12.25 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в пятой строке таблицы А.8.10 протокола.
- 8.12.26 Повторить 8.12.6-8.12.8 для пятой строки таблицы А.8.10.
- 8.12.27 Нажать кнопку "→" для возврата к окну, представленному на рисунке 8.24.
- 8.12.28 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 8.27.

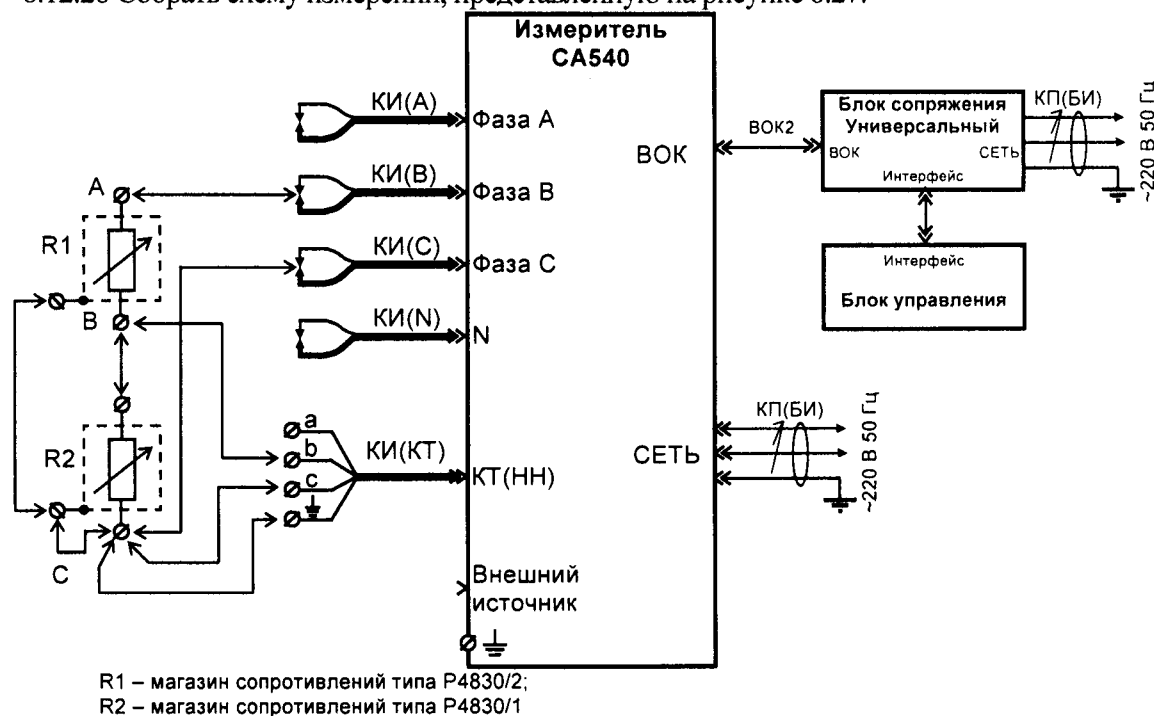


Рисунок 8.27

- 8.12.29 Выбрать значение напряжения 220 В, как указано в ячейке  $U_y$  седьмой строки таблицы А.8.10 протокола, после чего нажать кнопку "→".
- 8.12.30 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в седьмой строке таблицы А.8.10 протокола.
- 8.12.31 Выбрать закладку "В-С".
- 8.12.32 Повторить 8.12.6-8.12.8 для седьмой строки таблицы А.8.10 протокола.
- 8.12.33 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в восьмой строке таблицы А.8.10 протокола.
- 8.12.34 Повторить 8.12.6-8.12.8 для восьмой строки таблицы А.8.10 протокола.
- 8.12.35 Подключить вывод "в" кабеля КИ(КТ) к точке "С" делителя, а вывод "с" кабеля КИ(КТ) – к точке "В" (рисунок 8.27).
- 8.12.36 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в девятой строке таблицы А.8.10 протокола.
- 8.12.37 Повторить 8.12.6-8.12.8 для девятой строки таблицы А.8.10 протокола.
- 8.12.38 Нажать кнопку "→", выбрать значение напряжения 100 В, как указано в ячейке  $U_y$  десятой строки таблицы А.8.10 протокола, после чего нажать кнопку "→".
- 8.12.39 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в десятой строке таблицы А.8.10 протокола.
- 8.12.40 Повторить 8.12.6-8.12.8 для десятой строки таблицы А.8.10 протокола.
- 8.12.41 Нажать кнопку "→" для возврата к окну, представленному на рисунке 8.23.
- 8.12.42 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 8.28.

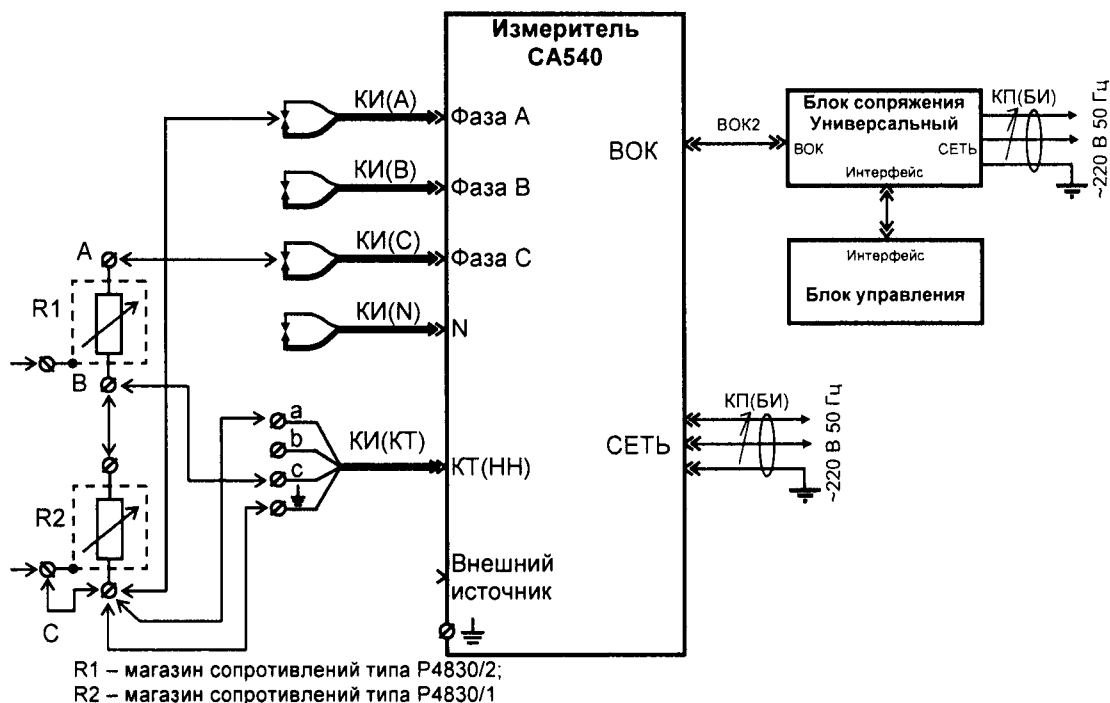


Рисунок 8.28

8.12.43 Выбрать значение напряжения 220 В, как указано в ячейке  $U_y$  двенадцатой строки таблицы А.8.10 протокола, после чего нажать кнопку " $\rightarrow$ ".

8.12.44 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в двенадцатой строке таблицы А.8.10 протокола.

8.12.45 Выбрать закладку "С-А".

8.12.46 Повторить 8.12.6-8.12.8 для двенадцатой строки таблицы А.8.10.

8.12.47 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в тринадцатой строке таблицы А.8.10 протокола.

8.12.48 Повторить 8.12.6-8.12.8 для тринадцатой строки таблицы А.8.10.

8.12.49 Подключить вывод "а" кабеля КИ(КТ) к точке "В" делителя, а вывод "с" кабеля КИ(КТ) – к точке "С" (рисунок 8.28).

8.12.50 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в четырнадцатой строке таблицы А.8.10 протокола.

8.12.51 Повторить 8.12.6- 8.12.8 для четырнадцатой строки таблицы А.8.10.

8.12.52 Нажать кнопку " $\rightarrow$ ", выбрать значение напряжения 100 В, как указано в ячейке  $U_y$  пятнадцатой строки таблицы А.8.10, после чего нажать кнопку " $\rightarrow$ ".

8.12.53 Установить на магазинах сопротивлений значения сопротивлений, указанные в пятнадцатой строке таблицы А.8.10 протокола.


8.12.54 Повторить 8.12.6-8.12.8 для пятнадцатой строки таблицы А.8.10.

Результат операции поверки считать положительным, если полученные значения основной относительной погрешности при измерении отношения напряжений (коэффициента трансформации)  $\Delta_K$  и основной абсолютной погрешности при измерении разности фаз между напряжениями  $\Delta_\delta$  не превышают пределов допускаемых погрешностей, указанных в ячейках " $\Delta_{K\text{доп}}$ " и " $\Delta_{\delta\text{доп}}$ " соответствующих строк таблицы А.8.10 протокола поверки.

### 8.13 Проверка основной относительной погрешности при измерении частоты напряжения и тока


8.13.1 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 8.29. Все подключаемые устройства должны быть предварительно отключены от сети. Выход трансформатора Т1 – в нулевом положении.

8.13.2 Включить Измеритель. Отобразить главное меню на блоке управления.

8.13.3 Нажать на кнопку , затем на строку "Поверка".

8.13.4 В появившемся окне выбрать "Пункт 8.13".

8.13.5 Установить на выходе трансформатора Т1 напряжение  $(40 \pm 2)$  В, как указано в таблице А.8.11 протокола, контролируя его значение по показаниям вольтметра. Форма таблицы А.8.11 представлена таблицей 8.11.

8.13.6 Провести измерение частоты Измерителем, нажав кнопку  на экране БУ. Результат измерения частоты Измерителем, в герцах, занести в ячейку  $f_{CA540}$  таблицы А.8.11 протокола.

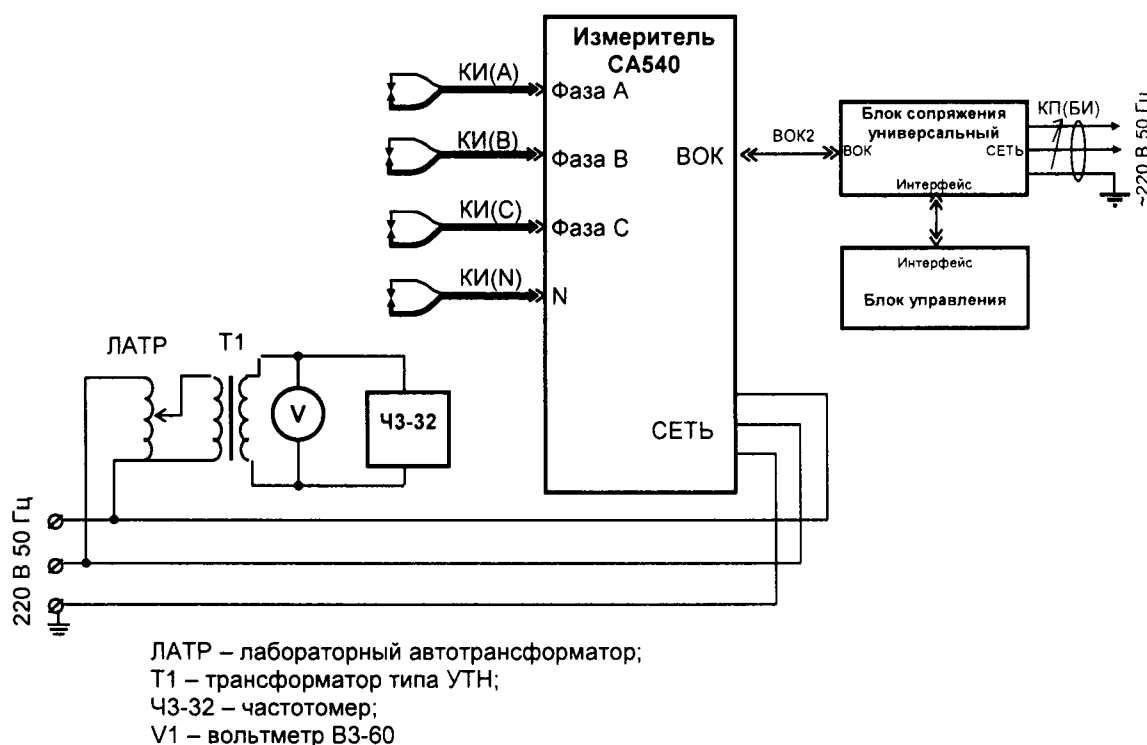


Рисунок 8.29

Таблица 8.11

Значение напряжения на выходе Т1	Результат измерения частоты		Основная относительная погрешность при измерении частоты	
	Частотомером ЧЗ-32	Измерителем	Действительное значение	Пределы допускаемых значений
$U$ , В	$f_{\text{ч}}$ , Гц	$f_{CA540}$ , Гц	$\delta_f$ , %	$\delta_{f\text{доп}}$ , %
40				$\pm 0,3$

8.13.7 Результат измерения частоты частотомером, в герцах, занести в ячейку  $f_{\text{ч}}$  таблицы А.8.11 протокола.

8.13.8 Рассчитать основную относительную погрешность измерения частоты  $\delta_f$  в процентах, по формуле:

$$\delta_f = \frac{(f_{CA540} - f_{\text{ч}})}{f_{\text{ч}}} \cdot 100 \quad (14)$$

8.13.9 Полученное значение занести в ячейку  $\delta_f$  таблицы А.8.11 протокола.



Результат операции поверки считать положительным, если полученное значение основной относительной погрешности при измерении частоты  $\delta_f$  не превышает пределов допускаемых погрешностей, указанных в ячейке " $\delta_{f\text{ доп}}$ " соответствующих таблицы А.8.11 протокола поверки.

## **9 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСВИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Встроенное программное обеспечение (далее по тексту – ПО) может быть проверено, установлено или переустановлено только на заводе-изготовителе с использованием специальных программно-технических устройств. Встроенное ПО не может быть считано с устройства без применения специальных программно-технических устройств, поэтому при поверке встроенное программное обеспечение не проверяется.

Идентификацию внешнего программного обеспечения заключается в проверке идентификационного наименования и номера версии ПО.

Результаты поверки внешнего ПО считаются удовлетворительными, если идентификационное наименование и номер версии ПО совпадает с указанными в описании типа СИ.

## **10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

10.1.1 При положительном результате поверки производится запись в паспорт измерителя и ставится оттиск поверительного клейма с указанием срока следующей поверки.

10.1.2 В случае отрицательного результата поверки выдается справка о непригодности измерителя, а также производится соответствующая запись в паспорте измерителя.