

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора  
ФБУ «Пензенский ЦСМ»

Ю. Г. Тюрина

14 февраля 2024 г.

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

# КАНАЛЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СТЕНДОВ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ АРМАТУРЫ «КРОНА-517М»

## Методика поверки

НПКР 2.758.016 МП1

с изменением № 1

г. Пенза

2024 г.

## Общие положения

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства проведения первичной и периодической поверки каналов измерительных стенда контроля параметров электроприводной арматуры «Крона-517М» (далее – каналы), предназначенных для измерений напряжения переменного и постоянного электрического тока, силы переменного электрического тока, сопротивления постоянному электрическому току и интервалов времени.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений напряжения переменного тока, В	от 0 до 7 от 0 до 425
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения переменного тока, %	±0,5
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 10 от 0 до 600
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	±0,5
Диапазоны измерений силы переменного тока, А	от 0 до 1,25 от 0 до 2,5 от 0 до 5 от 0 до 25 от 0 до 50 от 0 до 100 от 0 до 200
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений силы переменного тока, %	±1
Диапазоны измерений электрического сопротивления постоянному току, Ом	от 2 до 10 от 10 до 100
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений сопротивления постоянному току, %: – в диапазоне от 2 до 10 Ом включ. – в диапазоне св. 10 до 100 Ом	±1,5 ±1
Диапазоны измерений интервалов времени, с	от 0,1 до 500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени, мс	±(1,5·10 <sup>-5</sup> ·t + 0,1)
Примечание: При определении приведенной погрешности нормирующим значением является верхнее значение диапазона измерений.	

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечиваются:

– передача единицы силы переменного электрического тока от  $1 \cdot 10^{-8}$  до 100 А в диапазоне частот  $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^6$  Гц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 17 марта 2022 г. № 668, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ88-2014;

– передача единицы постоянного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ13-2023;

– передача единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот  $10^3$  -  $10^7$  Гц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 1706 от 18.08.2023, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону ГЭТ89-2008;

– передача единицы электрического сопротивления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ14-2014;

– передача единицы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ1-2022.

При определении метрологических характеристик поверяемых каналов используются:

– метод прямых измерений при определении погрешностей измерений напряжения постоянного и переменного электрического тока и сопротивления постоянному электрическому току;

– метод непосредственного сличения при определении погрешности измерений силы переменного электрического тока;

– метод измерений относительной разности частот с использованием компаратора при определении погрешности измерений интервалов времени.

Каналы поверяются только в составе стенда «Крона-517М».

Проверка каналов в сокращенном объеме невозможна.

Возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов отсутствует.

## 1 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	5
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	–	–	6
Контроль условий поверки	да	да	6.1
Подготовка к поверке	да	да	6.2
Опробование	да	да	6.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	7
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	–	–	8

Определение приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока	да	да	8.1
Определение приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока каналами I типа	да	да	8.2
Определение приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока каналами I типа	да	да	8.3
Определение приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока каналами II типа	да	да	8.4
Определение приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока каналами II типа	да	да	8.5
Определение основной относительной погрешности измерений сопротивления постоянному току *	да	да	8.6
Определение допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени	да	да	8.7
Оформление результатов поверки	да	да	9

(Измененная редакция, Изм. № 1)

## 2 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
  - относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
  - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84 до 106 (от 630 до 795);
  - напряжение питания переменного тока, В от 187 до 242;
  - частота питающего напряжения, Гц от 49 до 51.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

### 3 Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Основные средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 8	Рабочие эталоны единицы силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^6$ Гц 2-го разряда в диапазоне измерений от 0 до 200 А по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668.	Амперметр цифровой СА3010/3 (рег. № 27219-04 в ФИФ ОЕИ)
	Рабочие эталоны единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 \cdot 3 \cdot 10^7$ Гц 3-го разряда в диапазоне измерений от 0 до 425 В по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 сентября 2021 г. № 1942.	Калибратор универсальный Fluke-5520A (рег. № 29282-05 в ФИФ ОЕИ)
	Рабочие эталоны единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда в диапазоне измерений от 0 до 600 В по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520.	Калибратор универсальный Fluke-5520A (рег. № 29282-05 в ФИФ ОЕИ)
	Рабочие эталоны единицы электрического сопротивления 4-го разряда в диапазоне измерений от 2 до 100 Ом по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456.	Магазин сопротивлений Р4831-М1 (рег. № 48930-12 в ФИФ ОЕИ)
	Рабочие эталоны единицы времени 5-го разряда в диапазоне измерений от 0,1 до 500 с по ГПС, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360.	Генератор сигналов специальной и произвольной формы Rigol DG1011 (рег. № 36589-07 в ФИФ ОЕИ)
		Частотомер электронно-счетный Ч3-54 (рег. № 5480-76 в ФИФ ОЕИ)

Таблица 4 – Вспомогательные средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Пункт 6.1	<p>Диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа (от 700 до 1100 гПа), пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений атмосферного давления <math>\pm 0,25</math> кПа (<math>\pm 2,5</math> гПа).</p> <p>Диапазон измерений температуры от 0 до <math>+60</math> °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры <math>\pm 0,3</math> °С.</p> <p>Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности <math>\pm 2</math> %.</p>	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (Рег. № 46434-11 в ФИФ ОЕИ)
Раздел 8	Диапазон воспроизведения силы переменного электрического тока от 0,1 до 200 А.	Устройство для питания измерительных цепей постоянного и переменного токов УИ300.1 (Рег. № 35739-08 в ФИФ ОЕИ)
	Диапазон воспроизведения силы переменного электрического тока от 20 до 200 А.	Трансформатор тока лабораторный ТЛЛ-0,66-1 (Рег. № 42509-09 в ФИФ ОЕИ)

3.2 Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемым каналам.

3.3 Средства поверки должны соответствовать требованиям пунктов 14-16 Приказа Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

#### 4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные действующими «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», требования разделов «Указания мер безопасности», приведённых в эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, имеющие II квалификационную группу по электробезопасности в электроустановках до 1000 В.

4.3 Лица, выполняющие измерения, должны быть ознакомлены со всеми действующими инструкциями и правилами по безопасному выполнению работ и требованиями, указанными в эксплуатационных документах на каналы и средства поверки.

4.4 Средства поверки, имеющие заземляющую клемму, должны быть заземлены в соответствии с требованиями действующих «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

4.5 Клеммы защитного заземления средств поверки необходимо присоединять

заземляющим проводником к контуру защитного заземления раньше других присоединений и отсоединять в последнюю очередь.

## 5 Внешний осмотр средства измерений

5.1 При внешнем осмотре должны быть установлены:

– соответствие внешнего вида каналов приведенному в описании типа;

– отсутствие механических повреждений, ослабления креплений, нарушения покрытия и следов коррозии, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики каналов;

– соответствие комплектности и маркировки каналов эксплуатационной документации и описанию типа.

5.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если при проверке подтверждается их соответствие требованиям 5.1.

5.3 При отрицательных результатах внешнего осмотра дальнейшие операции поверки не проводятся.

## 6 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

6.1 Контроль условий поверки

6.1.1 Контроль условий поверки проводить средствами поверки, приведенными в таблице 4.

6.1.2 Результаты контроля условий поверки считаются положительными, если подтверждается их соответствие требованиям раздела 2.

6.1.3 При отрицательных результатах контроля условий поверки дальнейшие операции поверки не проводятся до достижения условиями поверки требуемых значений.

### 6.2 Подготовка к поверке

Должны быть выполнены следующие действия:

– подготовить к работе каналы согласно их эксплуатационной документации;

– подготовить к работе средства поверки согласно их эксплуатационной документации;

– включить питание каналов. Каналы должны быть прогреты в течение 15 минут после включения питания.

### 6.3 Опробование средства измерений

6.3.1 Проверить работоспособность каналов в режиме самоконтроля в соответствии с разделом «Самоконтроль» руководства по эксплуатации.

6.3.2 Результаты опробования считаются положительными, если самоконтроль прошел без ошибок.

## 7 Проверка программного обеспечения средства измерений

7.1 Проверить идентификационные данные метрологически значимого программного обеспечения, для чего войти в меню главного окна «О программе» и считать номера версий и контрольные суммы файлов.

7.2 Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные метрологически значимого программного обеспечения соответствуют приведенным в описании типа.

## 8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 8.1 Определение приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока

8.1.1 Приведенная погрешность определяется методом сравнения показаний стенда с показаниями эталонного амперметра. В качестве средств поверки используются установка поверочная УИ300.1 в режиме задания силы переменного тока, трансформатор тока ТЛЛ-0,66-1 и амперметр СА3010/3 в режиме измерений силы переменного тока.

8.1.2 Приведенная погрешность определяется приблизительно в следующих контрольных точках:  $X_1 = 0$ ,  $X_2 = 0,05X_k$ ,  $X_3 = 0,1X_k$ ;  $X_4 = 0,2X_k$ ;  $X_5 = 0,4X_k$ ;  $X_6 = 0,8X_k$ ;  $X_7 = X_k$ , где  $X_k$  – конечное значение диапазона адаптера тока бесконтактного (далее – АТБ).

8.1.3 Для проверки каналов на пределах измерений 1,25; 2,5; 5 А собрать схему согласно рисунку А.1 приложения А.

8.1.4 Подключить адаптеры АТБ-100/5 А к разъемам блока преобразования напряжения (далее – БПН). Включить БПН и прогреть его в течение 15 минут. Установить переключатель диапазона на токовых клещах в положение 5 А.

Согласно руководству оператора запустить программу поверки каналов стенда и выбрать диапазон рабочего тока в каналах **Ia**, **Ib**, **Ic**, равный 1,25 А (**Сервис / Поверка стенда**, в окне **Ток / Диапазон адаптеров 5/1,25 А**).

8.1.5 Установить величину образцового сигнала, соответствующую контрольной точке диапазона адаптера по п. 8.1.2. Зафиксировать показания стенда в каналах **Ia**, **Ib**, **Ic** (СКЗ).

8.1.6 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле:

$$\gamma = \frac{I_c - I_{oob}}{X_k} \cdot 100\% \quad (1)$$

где:  $I_c$  – показание стенда, А (СКЗ);

$I_{oob}$  – значение тока, установленное на образцовом приборе, А;

$X_k$  – конечное значение диапазона, А.

Полученное значение погрешности занести в таблицу Б.1 приложения Б.

8.1.7 Повторить п. 8.1.5, п. 8.1.6 для остальных контрольных точек диапазона по п. 8.1.2.

8.1.8 Выбрать диапазон рабочего тока в каналах **Ia**, **Ib**, **Ic**, равный 2,5 А (5/2,5 А), и повторить п. 8.1.5, п. 8.1.6.

8.1.9 Выбрать диапазон рабочего тока в каналах **Ia**, **Ib**, **Ic**, равный 5 А (5/5 А), и повторить п. 8.1.5, п. 8.1.6.

8.1.10 Установить переключатель диапазона на АТБ в положение 100 А.

8.1.11 Для проверки каналов на пределе 25 А (100/25 А) собрать схему согласно рисунку А.2 приложения А. Выбрать диапазон рабочего тока в каналах **Ia**, **Ib**, **Ic**, равный 25 А, и повторить п. 8.1.5, п. 8.1.6.

8.1.12 Для проверки каналов на пределе 50 А (100/50 А) собрать схему согласно рисунку А.3 приложения А. Выбрать диапазон рабочего тока в каналах **Ia**, **Ib**, **Ic**, равный 50 А, и выполнить п. 8.1.5, п. 8.1.6.

8.1.13 Для проверки каналов на диапазоне 100 А (100/100 А) собрать схему согласно рисунку А.4 приложения А. Выбрать диапазон рабочего тока в каналах **Ia**, **Ib**, **Ic**, равный 100 А, и выполнить п. 8.1.5, п. 8.1.6.

8.1.14 Подключить адаптеры АТБ-200 А к разъемам БПН.

8.1.15 Для проверки каналов на пределе 50 А (200/50 А) собрать схему согласно рисунку А.3 приложения А. Выбрать диапазон рабочего тока в каналах **Ia**, **Ib**, **Ic**, равный 200 А, и повторить п. 8.1.5, п. 8.1.6.

8.1.16 Для проверки каналов на пределе 100 А (200/100 А) собрать схему согласно рисунку А.4 приложения А. Выбрать диапазон рабочего тока в каналах **Ia, Ib, Ic**, равный 200 А, и повторить п. 8.1.5, п. 8.1.6.

8.1.17 Для проверки каналов на пределе 200 А (200/200 А) собрать схему согласно рисунку А.5 приложения А. Выбрать диапазон рабочего тока в каналах **Ia, Ib, Ic**, равный 200 А, и повторить п. 8.1.5, п. 8.1.6.

8.1.18 Рассчитанные значения погрешности не должны превышать пределы, приведенные в таблице 1.

## 8.2 Определение приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока каналами I типа

8.2.1 Приведенная погрешность определяется методом прямых измерений с помощью калибратора Fluke 5520А в режиме задания переменного напряжения.

8.2.2 Приведенная погрешность определяется приблизительно в следующих контрольных точках диапазона:  $X_1 = 0$ ;  $X_2 = 105$ ;  $X_3 = 210$ ;  $X_4 = 320$ ;  $X_5 = 425$  В.

8.2.3 Собрать схему согласно рисунку А.6 приложения А.

Установить частоту выходного сигнала калибратора, равную 50 Гц.

8.2.4 Установить величину образцового сигнала, соответствующую контрольной точке диапазона по п. 8.2.2.

Зафиксировать показания стенда в каналах **Ua, Ub, Uc, U1...U4**.

8.2.5 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле:

$$\gamma = \frac{U_c - U_{обр}}{X_k} \cdot 100\% \quad (2)$$

где:  $U_c$  – показание стенда, В (СКЗ);

$U_{обр}$  – значение напряжения, установленное на выходе калибратора, В;

$X_k$  – конечное значение диапазона равное 425 В.

Полученное значение погрешности занести в таблицу Б.2 приложения Б.

8.2.6 Повторить п. 8.2.4, п. 8.2.5 для остальных контрольных точек диапазона по п. 8.2.2.

8.2.7 Рассчитанные значения погрешности не должны превышать пределы, приведенные в таблице 1.

## 8.3 Определение приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока каналами I типа

8.3.1 Приведенная погрешность определяется методом прямых измерений с помощью калибратора универсального Fluke 5520А в режиме задания постоянного напряжения.

8.3.2 Приведенная погрешность определяется приблизительно в следующих контрольных точках диапазона:  $X_1 = -600$ ;  $X_2 = -320$ ;  $X_3 = -210$ ;  $X_4 = -105$ ;  $X_5 = 0$ ;  $X_6 = 105$ ;  $X_7 = 210$ ;  $X_8 = 320$ ;  $X_9 = 600$  В.

8.3.3 Собрать схему согласно рисунку А.6 приложения А.

8.3.4 Установить величину образцового сигнала, соответствующую контрольной точке диапазона по п. 8.3.2. Зафиксировать показания стенда в каналах **Ua, Ub, Uc, U1...U4**.

8.3.5 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле (2), при этом  $X_k = 600$  В. Полученное значение погрешности занести в таблицу Б.3 приложения Б.

8.3.6 Повторить п. 8.3.4, п. 8.3.5 для остальных контрольных точек диапазона по п. 8.3.2.

8.3.7 Рассчитанные значения погрешности не должны превышать пределы, приведенные в таблице 1.

#### 8.4 Определение приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока каналами II типа

8.4.1 Приведенная погрешность определяется методом прямых измерений с помощью калибратора универсального Fluke 5520A.

8.4.2 Приведенная погрешность определяется приблизительно в следующих контрольных точках диапазона:  $X_1 = -10$ ;  $X_2 = -8$ ;  $X_3 = -6$ ;  $X_4 = -4$ ;  $X_5 = -2$ ;  $X_6 = 0$ ;  $X_7 = 2$ ;  $X_8 = 4$ ;  $X_9 = 6$ ;  $X_{10} = 8$ ;  $X_{11} = 10$  В.

8.4.3 Подключить ко входам «ВХОДЫ +/-10 В» выход калибратора напряжения согласно рисунку А.7 приложения А.

8.4.4 Установить величину образцового сигнала, соответствующую контрольной точке диапазона по п. 8.4.2. Зафиксировать показания каналов 1...2.

8.4.5 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле (2), при этом  $X_k = 10$  В. Полученное значение погрешности занести в таблицу Б.4 приложения Б.

8.4.6 Повторить п. 8.4.4, п. 8.4.5 для всех остальных контрольных точек диапазона по п. 8.4.2.

8.4.7 Рассчитанные значения погрешности не должны превышать пределы, приведенные в таблице 1.

#### 8.5 Определение приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока каналами II типа

8.5.1 Приведенная погрешность измерений определяется методом прямых измерений с помощью калибратора универсального Fluke 5520A.

8.5.2 Приведенная погрешность определяется приблизительно в следующих контрольных точках диапазона:  $X_1 = 0$ ;  $X_2 = 1,75$ ;  $X_3 = 3,5$ ;  $X_4 = 5,25$ ;  $X_5 = 7$  В.

8.5.3 Подключить выход калибратора напряжения ко входам каналов «ВХОДЫ +/-10 В» согласно рисунку А.5 приложения А. Установить частоту выходного сигнала калибратора, равную 110 Гц.

8.5.4 Установить величину образцового сигнала, соответствующую очередной контрольной точке по п. 8.5.2. Зафиксировать показания каналов 1...2 стенда (СК3).

8.5.5 Погрешность в контрольной точке вычислить по формуле (2), при этом  $X_k = 7$  В. Полученное значение погрешности занести в таблицу Б.5 приложения Б.

8.5.6 Повторить п. 8.5.4, п. 8.5.5 для контрольных точек диапазона по п. 8.5.2.

8.5.7 Рассчитанные значения погрешности не должны превышать пределы, приведенные в таблице 1.

#### 8.6 Определение основной относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току

8.6.1 Относительная погрешность определяется методом прямых измерений с помощью магазина сопротивлений Р4831-М1.

8.6.2 Относительная погрешность определяется в следующих контрольных точках:

- на диапазоне от 2 до 10 Ом: 2, 4, 6, 8, 10 Ом;
- на диапазоне от 10 до 100 Ом: 10, 20, 40, 60, 80, 100 Ом.

8.6.3 В соответствии с руководством оператора установить режим **Проверка стенда**.

8.6.4 В окне **Проверка стенда** выбрать диапазон сопротивлений **10 Ом**.

8.6.5 Подключить магазин сопротивлений к входам каналов **Ua** и **Ub**.

8.6.6 Установить на магазине сопротивлений контрольную точку. В окне **Проверка стенда** нажать кнопку **Rab**, зафиксировать показание стенда.

8.6.7 Повторить п. 8.6.6 для всех контрольных точек диапазона.

8.6.8 Погрешность в контрольных точках вычислить по формуле:

$$\gamma = \frac{R_{изм} - R_{обр}}{R_{обр}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где:  $R_{изм}$  – измеренное значение стендом;

$R_{обр}$  – установленное значение на магазине сопротивлений.

8.6.9 Полученные значения погрешности занести в таблицу Б.6 приложения Б.

8.6.10 Подключить магазин сопротивлений к входам каналов  $U_a$  и  $U_c$ .

8.6.11 Установить на магазине сопротивлений контрольную точку. В окне **Проверка стендса** нажать кнопку **Rac** зафиксировать показание стендса.

8.6.12 Повторить п. 8.6.11 для всех контрольных точек диапазона. Вычислить погрешность по формуле (3).

8.6.13 Подключить магазин сопротивлений к входам каналов  $U_b$  и  $U_c$ .

8.6.14 Установить на магазине сопротивлений контрольную точку. В окне **Проверка стендса** нажать кнопку **Rbc** зафиксировать показание стендса.

8.6.15 Повторить п. 8.6.14 для всех контрольных точек диапазона. Вычислить погрешность по формуле (3).

8.6.16 В окне **Проверка стендса** выбрать диапазон сопротивлений **100 Ом**.

8.6.17 Повторить пп. 8.6.5-8.6.15.

8.6.18 Рассчитанные значения погрешности не должны превышать пределы, приведенные в таблице 1.

## 8.7 Определение абсолютной погрешности измерений интервалов времени

8.7.1 Абсолютная погрешность измерений определяется путем сравнения курсорных измерений временного интервала по полученному графику и показаниями образцового прибора.

8.7.2 Абсолютная погрешность определяется приблизительно в следующих контрольных точках диапазона:  $X_1 = 100$ ,  $X_2 = 1000$ ,  $X_3 = 9000$ ,  $X_4 = 100000$ ,  $X_5 = 480000$  мс.

8.7.3 В качестве эталона используется частотомер Ч3-54 в режиме измерения временного интервала. В качестве входного сигнала используется подаваемый с генератора Rigol DG1011 прямоугольный сигнал амплитудой 9,999 В. Временные интервалы формируются также с помощью генератора.

8.7.4 Собрать схему согласно рисунку А.8 приложения А.

8.7.5 Запрограммировать генератор в режим выдачи положительных прямоугольных импульсов с параметрами, приведенными в таблице 5.

Таблица 5

Контрольная точка	Period	HiLev	LoLev	DtyCyc
X1	100 мс	9,99 V	0,00 V	50 %
X2	1000 мс			
X3	9 с			
X4	100 с			
X5	480 с			

Установить на частотомере:

– переключатель **РОД РАБОТЫ** в положение **Б период**;

– ручку регулятора **ВРЕМЯ ИНДИКАЦИИ** по часовой стрелке до упора;

– переключатель **МЕТКИ ВРЕМЕНИ** в положение **1  $\mu$ s**;

– клавиша **ПАМЯТЬ** отжата.

Пользуясь руководством оператора, установить время записи, равное 10 с (вкладка **Настройка / Ожидаемое время записи**); дискретность записи 100 мкс (вкладка **Настройка / Дискретность записи**). Установить на генераторе параметры для контрольной точки X1.

8.7.6 Запустить программу записи сигналов стендом и через 1...2 с нажать на генераторе кнопку Output. По окончании записи вывести на экран временные диаграммы сигналов  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$  и  $U_1...U_4$ .

8.7.7 Максимально растянуть временную диаграмму. Установить метку начала блока на середину переднего фронта смены нулевого состояния сигнала на единичное (т.е.  $0.5U_i$ ), а метку конца блока на середину заднего фронта смены единичного состояния сигнала на нулевое.

8.7.8 Зафиксировать показания стендса по временным диаграммам всех каналов (выводятся на экран в скобках на верхней строке окна результатов измерений) и значение временного интервала, измеренного частотометром.

8.7.9 Погрешность в контрольной точке каждого из каналов в миллисекундах вычислить по формуле:

$$\Delta t = t_c - t_i \quad (4)$$

где:  $t_c$  – показание стендса, мс;

$t_i$  – показание частотометра, мс;

8.7.10 Установить на генераторе параметры для контрольной точки X2. Повторить пп. 8.7.6-8.7.9.

8.7.11 Установить ожидаемое время записи 20 с, а на генераторе параметры для контрольной точки X3. Повторить пп. 8.7.7-8.7.10.

8.7.12 Установить ожидаемое время записи 250 с, а на генераторе параметры для контрольной точки X4. Повторить пп. 8.7.7-8.7.10.

8.7.13 Установить на частотомете переключатель **МЕТКИ ВРЕМЕНИ** в положение 1 ms. Установить ожидаемое время записи 1000 с, а на генераторе параметры для контрольной точки X5. Повторить пп. 8.7.7-8.7.10.

8.7.14 Полученное значение погрешности занести в таблицу Б.7 приложения Б.

8.7.15 Рассчитанные значения погрешности не должны превышать пределы, приведенные в таблице 1.

## 9 Оформление результатов поверки

9.1 Сведения о результатах поверки каналов должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с указаниями части 3 статьи 20 Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку, в сроки, установленные Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

9.2 По заявлению владельца каналов или лица, представившего каналы на поверку, в случае положительных результатов поверки выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510. При этом знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

9.3 По заявлению владельца каналов или лица, представившего каналы на поверку, в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению, по форме и содержанию удовлетворяющее требованиям Приказа Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510, с указанием причин непригодности.

9.4 По заявлению владельца каналов или лица, представившего каналы на поверку, оформляют протокол поверки по форме, приведенной в приложении Б.

**Приложение А**  
(обязательное)

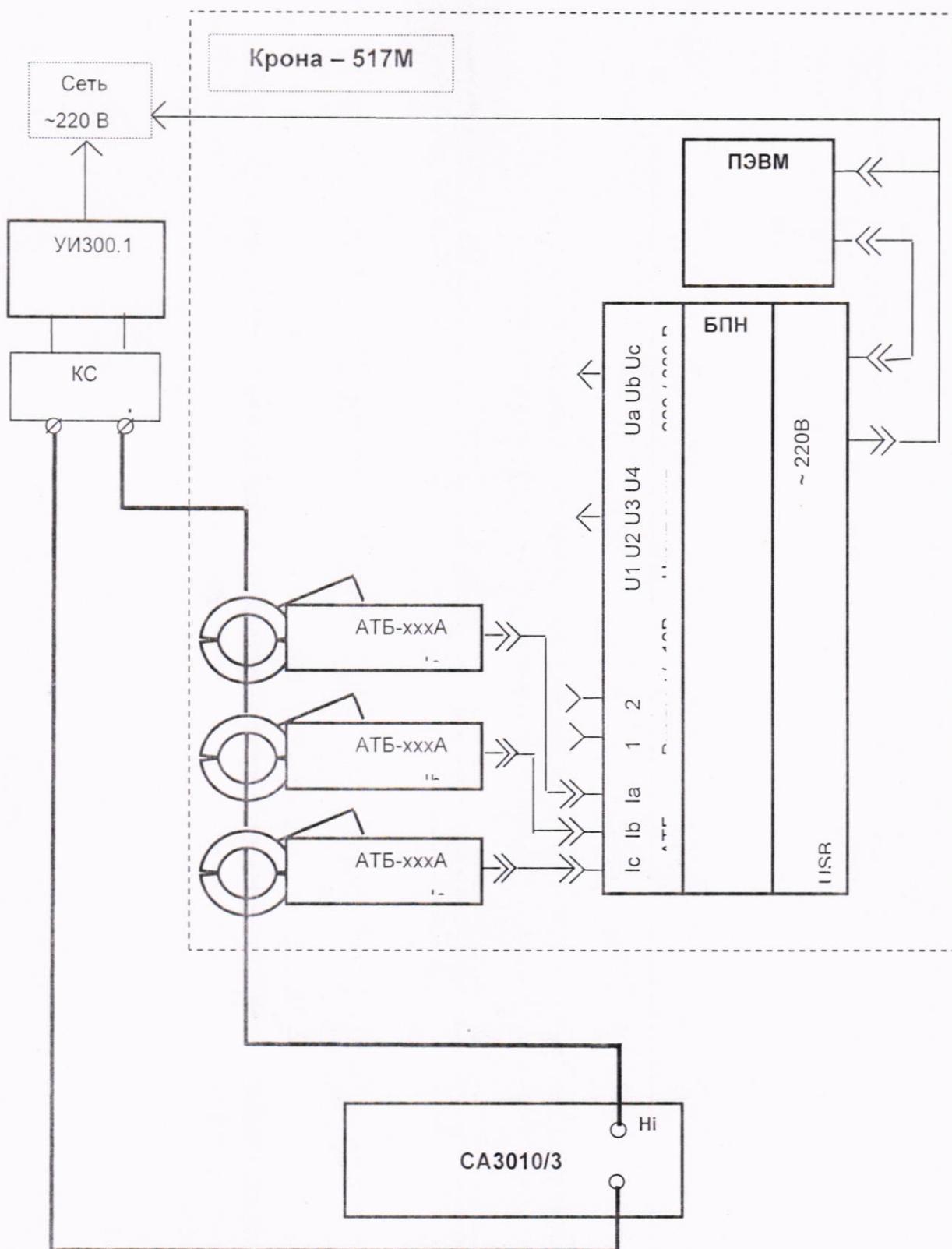
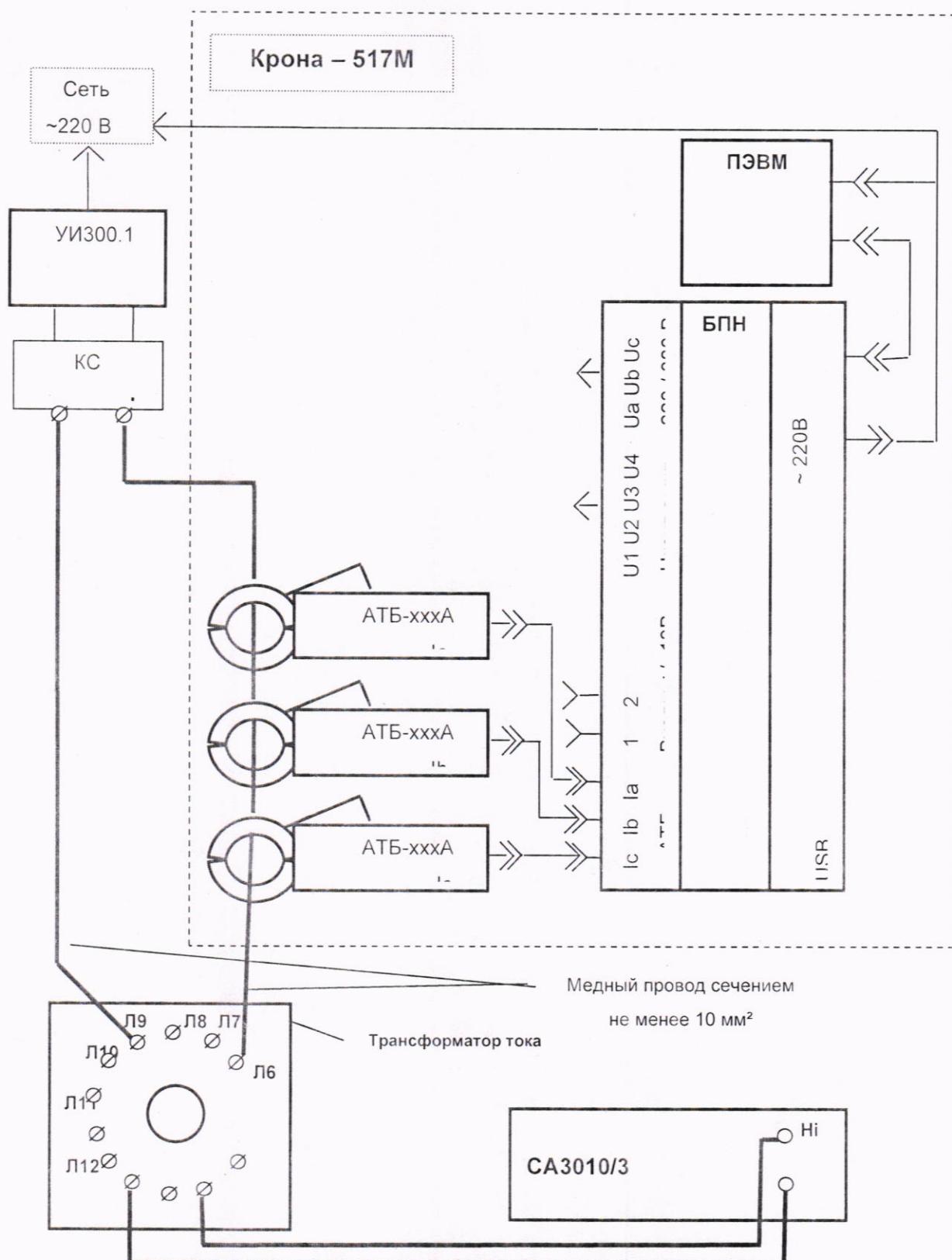


Рисунок А.1

Схема подключения стенда при определении погрешности измерений силы переменного тока на пределах до 10 А включительно



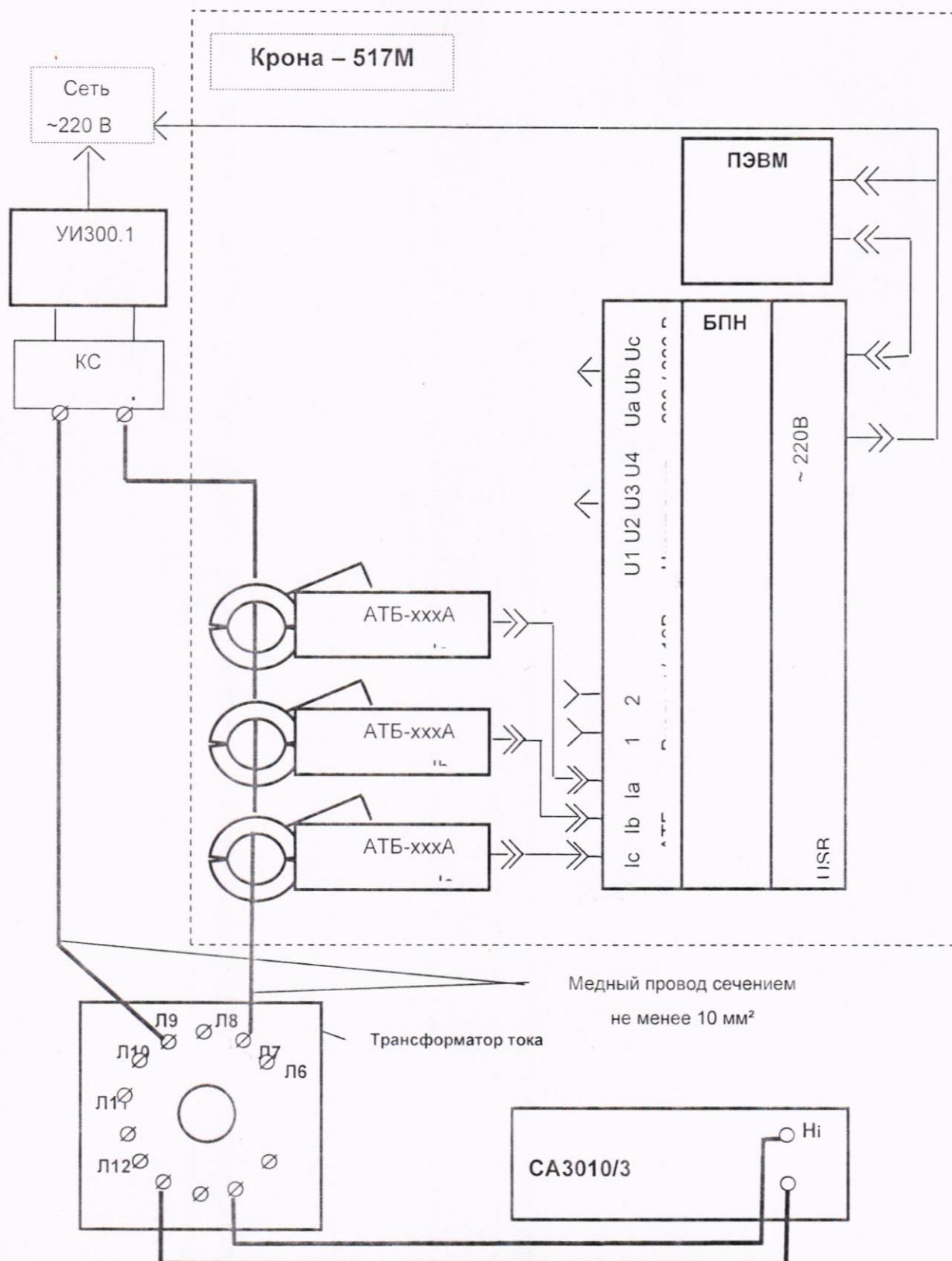


Рисунок А.3  
Схема подключения стенда при определении погрешности измерений  
силы переменного тока на пределе 50 А

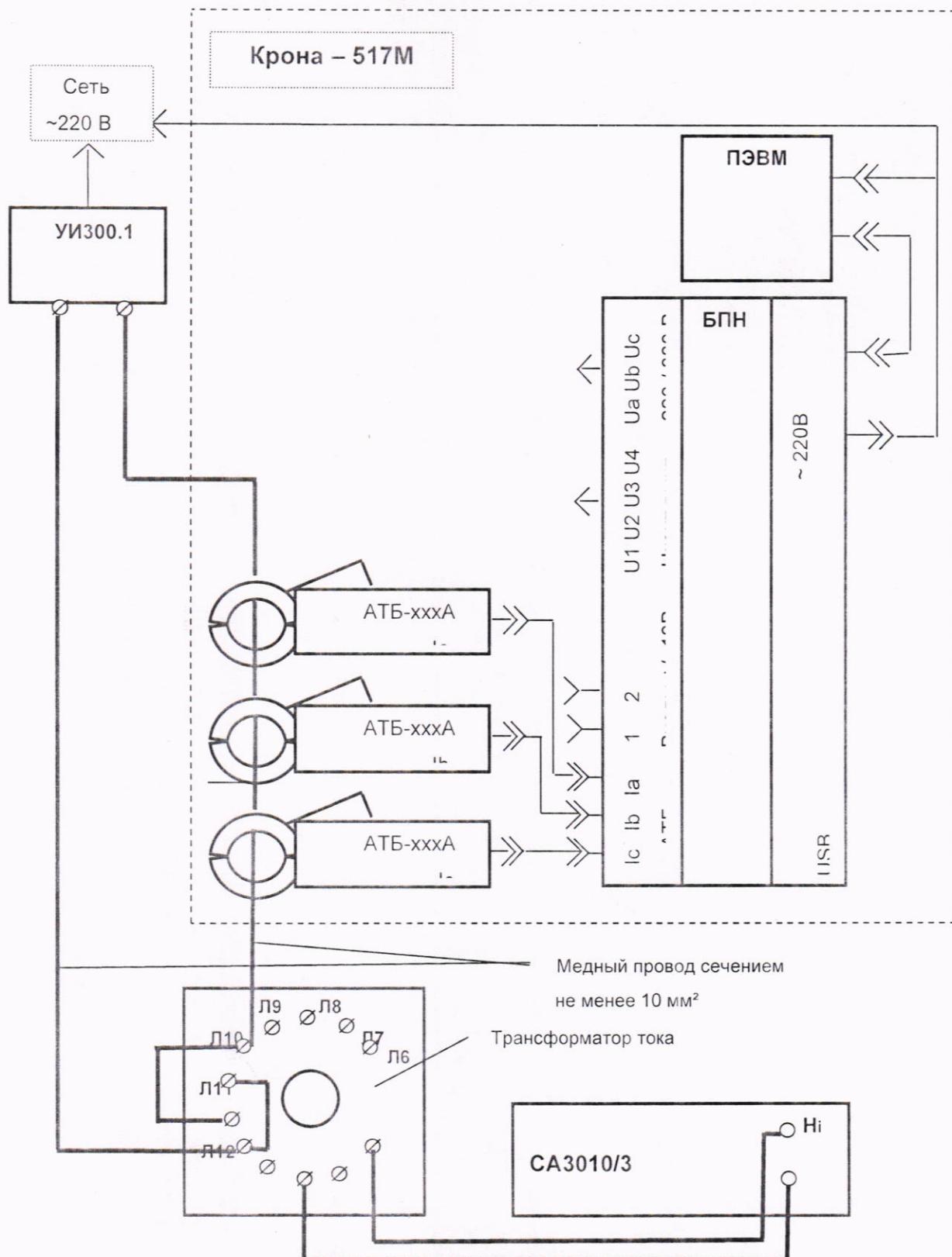


Рисунок А.4

Схема подключения стенда при определении погрешности измерений силы переменного тока на пределе 100 А

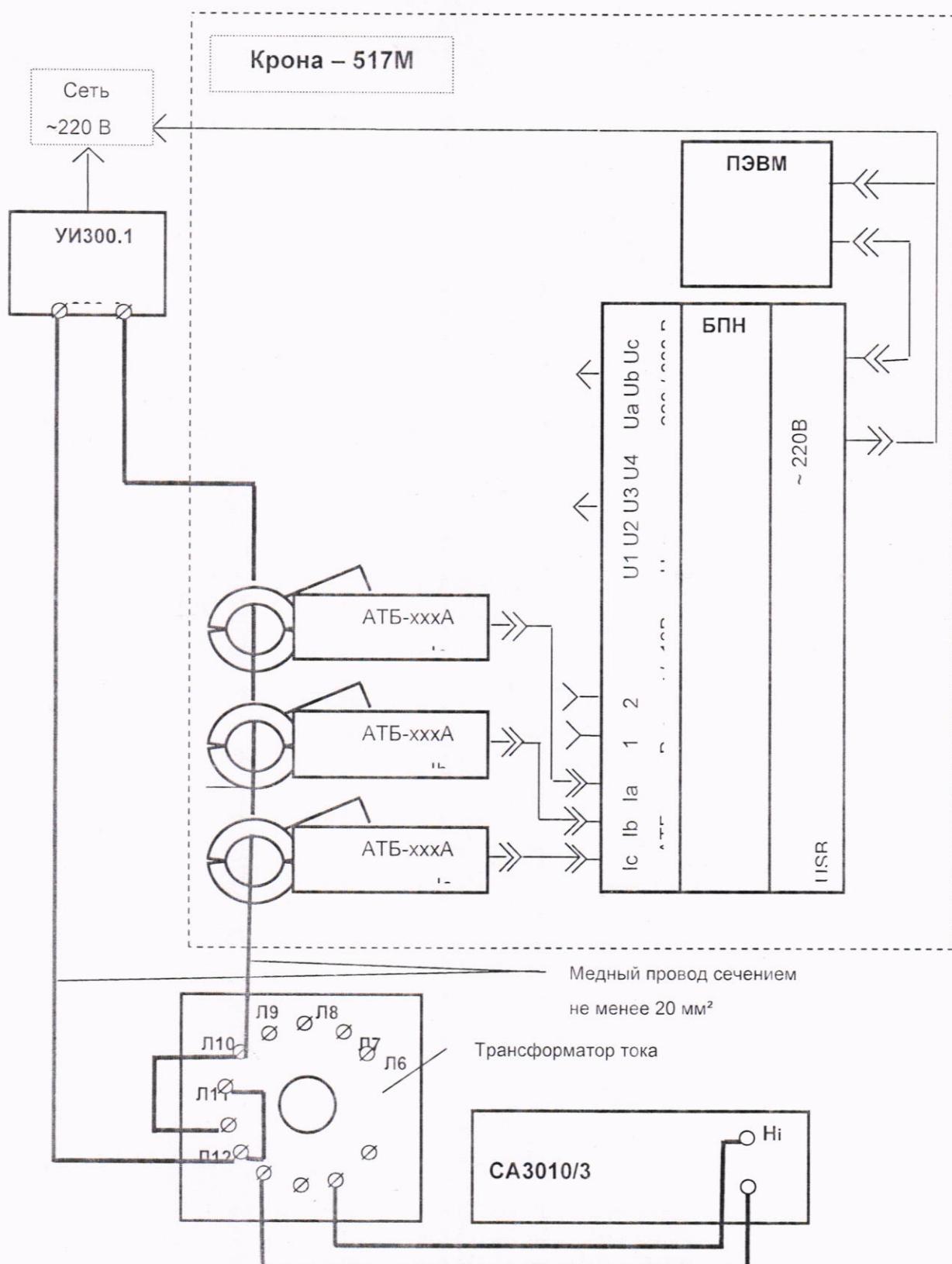


Рисунок А.5

Схема подключения стенда при определении погрешности измерений силы переменного тока на пределе 200 А

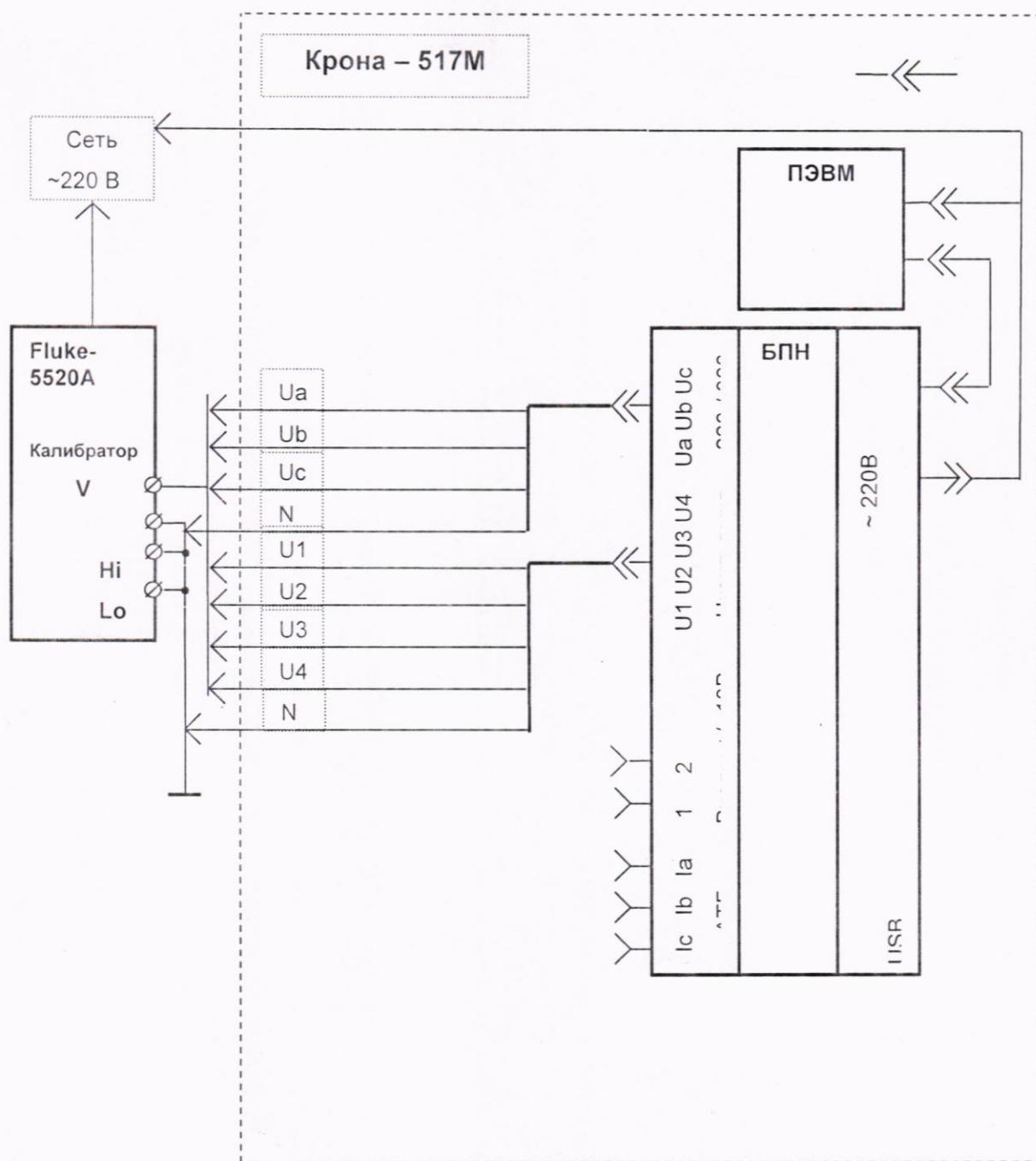


Рисунок А.6

Схема подключения стенда при определении погрешности измерений переменного (постоянного) напряжения питания ЭД, напряжения от контактов выключателей каналами I типа

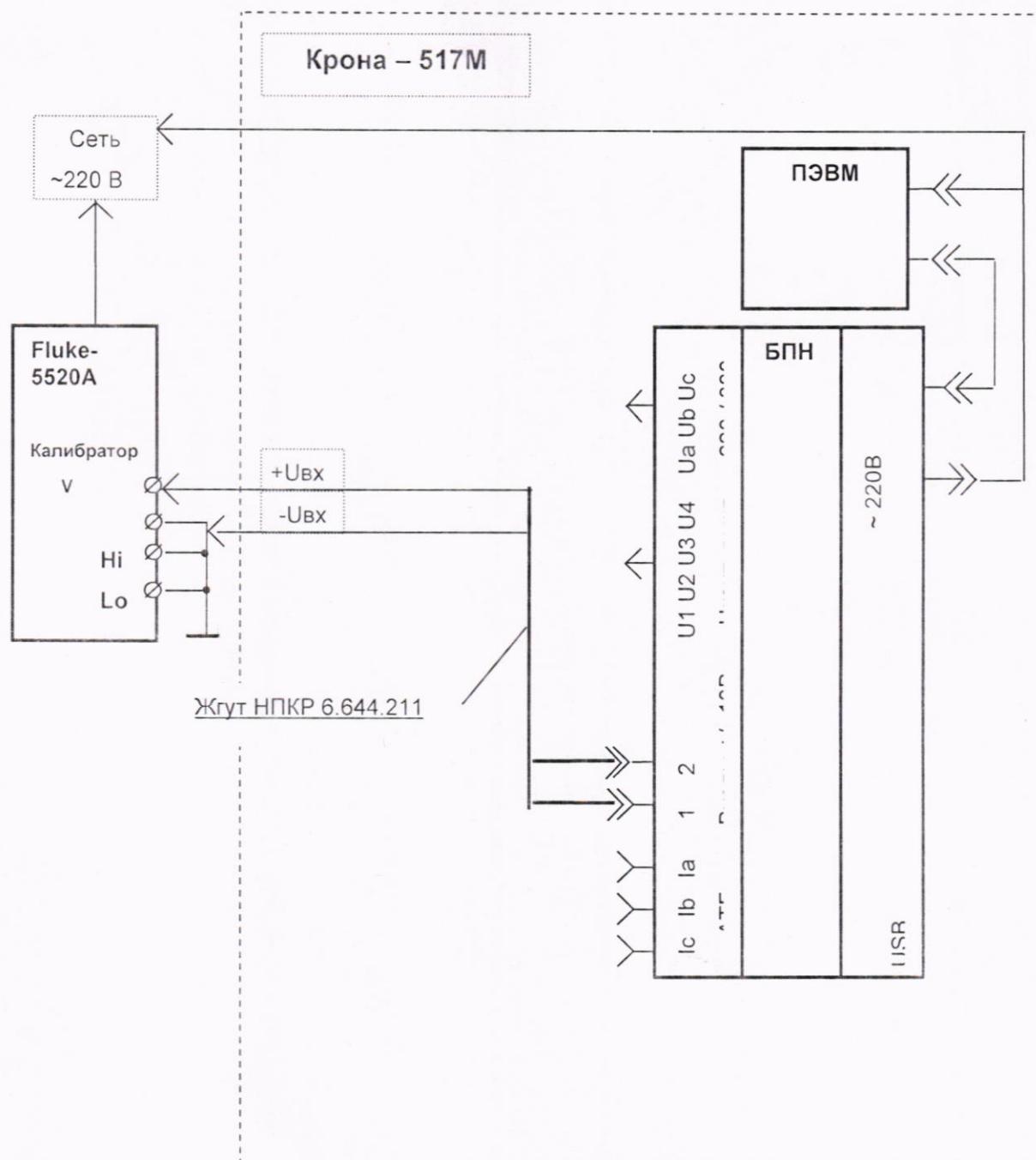


Рисунок А.7

Схема подключения стенда при определении погрешности измерений постоянного и переменного напряжения от внешних датчиков каналами II типа

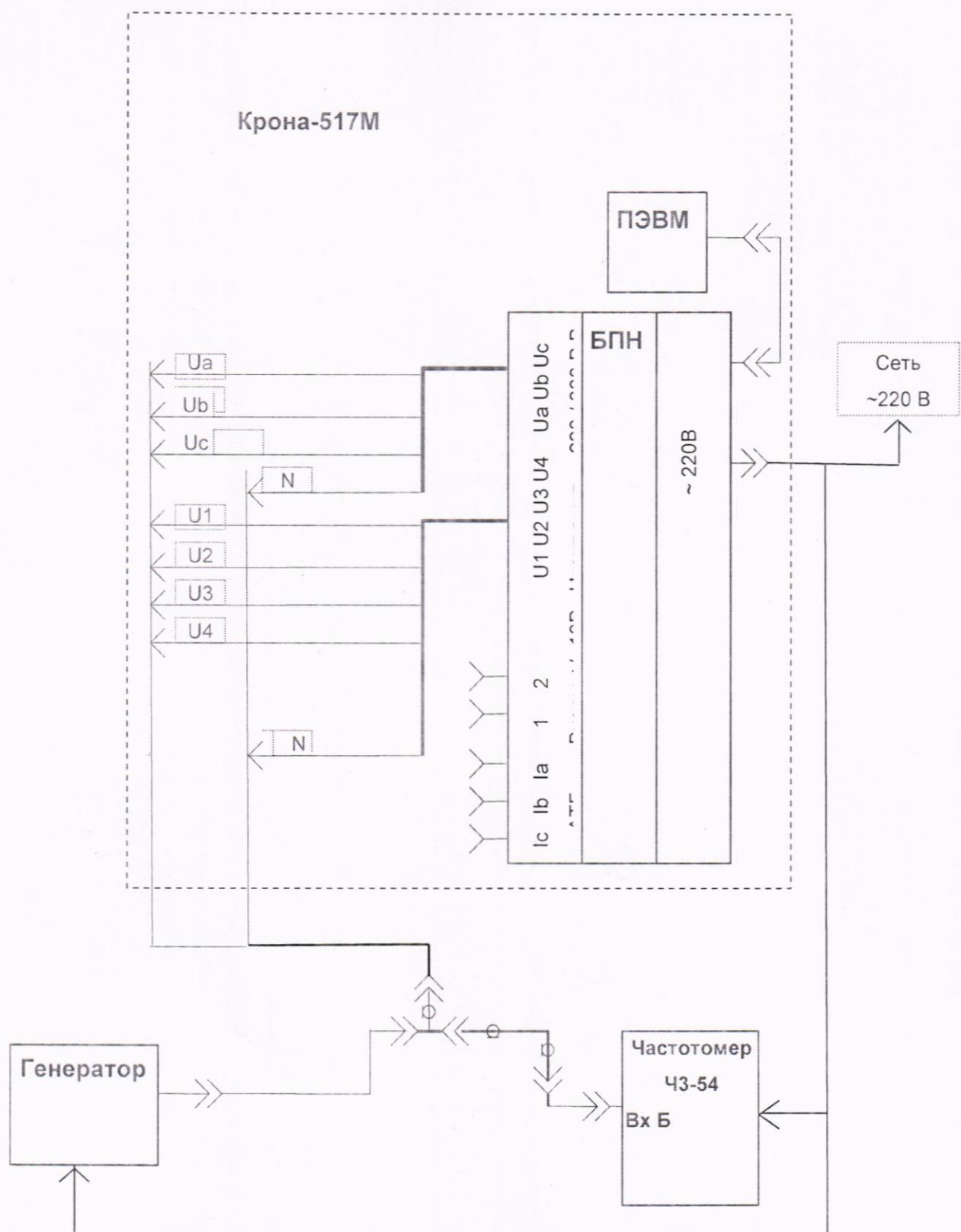


Рисунок А.8

Схема подключения стенда при определении абсолютной погрешности измерений временного интервала

**Приложение Б**  
(рекомендуемое)

## ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ №\_\_\_\_\_

Дата проведения поверки (составления протокола)  
\_\_\_\_\_

Место проведения поверки\_\_\_\_\_

Наименование и тип поверяемого средства  
измерений \_\_\_\_\_

Заводской (серийный) номер\_\_\_\_\_

Наименование и адрес  
Заказчика\_\_\_\_\_

Методика поверки:\_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

- температура \_\_\_\_\_ °C;
- относительная влажность \_\_\_\_\_ %;
- атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа,
- частота сети \_\_\_\_\_ Гц,
- напряжение сети \_\_\_\_\_ В.

Средства поверки и их  
метрологические характеристики\_\_\_\_\_1 Внешний осмотр\_\_\_\_\_  
(соответствует/не соответствует требованиям НД по поверке)2 Опробование\_\_\_\_\_  
(соответствует/не соответствует требованиям НД по поверке)

3 Операции поверки и результаты измерений:

**ПРОВЕРКА**  
**диапазона и допускаемой приведенной погрешности**  
**измерений СКЗ силы переменного тока**

Таблица Б.1

Канал, диапазон, № контр. точки		Значение эталона, A	Показания стенда, A	Полученная погрешность, %	Допускаемая погрешность, %	Резюме
1		2	3	4	5	6
Ia (5 A) 1,25 A	X1	0,0			$\pm 0,8$	
	X2	0,0625				
	X3	0,125				
	X4	0,25				
	X5	0,5				
	X6	1,0				
	X7	1,25				
Ib (5A) 1,25 A	X1	0,0			$\pm 0,8$	
	X2	0,0625				
	X3	0,125				
	X4	0,25				
	X5	0,5				
	X6	1,0				
	X7	1,25				
Ic (5 A) 1,25 A	X1	0,0			$\pm 0,8$	
	X2	0,0625				
	X3	0,125				
	X4	0,25				
	X5	0,5				
	X6	1,0				
	X7	1,25				
Ia (5 A) 2,5 A	X1	0,0			$\pm 0,8$	
	X2	0,125				
	X3	0,250				
	X4	0,5				
	X5	1,0				
	X6	2,0				
	X7	2,5				
Ib (5 A) 2,5 A	X1	0,0			$\pm 0,8$	
	X2	0,125				
	X3	0,250				
	X4	0,5				
	X5	1,0				
	X6	2,0				
	X7	2,5				
Ic (5 A) 2,5 A	X1	0,0			$\pm 0,8$	
	X2	0,125				
	X3	0,250				

Продолжение таблицы Б.1

<i>I</i>	2	3	4	5	6
Ic (5 A) 2,5 A	X4	0,5		$\pm 0,8$	
	X5	1,0			
	X6	2,0			
	X7	2,5			
Ia (5 A) 5A (5 A)	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	0,25			
	X3	0,5			
	X4	1,0			
	X5	2,0			
	X6	4,0			
	X7	5,0			
Ib (5 A) 5 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	0,25			
	X3	0,5			
	X4	1,0			
	X5	2,0			
	X6	4,0			
	X7	5,0			
Ic (5 A) 5 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	0,25			
	X3	0,5			
	X4	1,0			
	X5	2,0			
	X6	4,0			
	X7	5,0			
Ia (100 A) 25 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	1,25			
	X3	2,5			
	X4	5,0			
	X5	10,0			
	X6	20,0			
	X7	25,0			
Ib (100 A) 25 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	1,25			
	X3	2,5			
	X4	5,0			
	X5	10,0			
	X6	20,0			
	X7	25,0			
Ic (100 A) 25 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	1,25			
	X3	2,5			
	X4	5,0			
	X5	10,0			
	X6	20,0			
	X7	25,0			

Продолжение таблицы Б.1

<i>I</i>	2	3	4	5	6
Ia (100 A) 50 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	2,5			
	X3	5,0			
	X4	10,0			
	X5	20,0			
	X6	40,0			
	X7	50,0			
Ib (100 A) 50 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	2,5			
	X3	5,0			
	X4	10,0			
	X5	20,0			
	X6	40,0			
	X7	50,0			
Ic (100 A) 50 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	2,5			
	X3	5,0			
	X4	10,0			
	X5	20,0			
	X6	40,0			
	X7	50,0			
Ia (100 A) 100 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	5,0			
	X3	10,0			
	X4	20,0			
	X5	40,0			
	X6	80,0			
	X7	100,0			
Ib (100 A) 100 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	5,0			
	X3	10,0			
	X4	20,0			
	X5	40,0			
	X6	80,0			
	X7	100,0			
Ic (100 A) 100 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	5,0			
	X3	10,0			
	X4	20,0			
	X5	40,0			
	X6	80,0			
	X7	100,0			

Продолжение таблицы Б.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Ia (200 A) 50 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	2,5			
	X3	5,0			
	X4	10,0			
	X5	20,0			
	X6	40,0			
	X7	50,0			
Ib (200 A) 50 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	2,5			
	X3	5,0			
	X4	10,0			
	X5	20,0			
	X6	40,0			
	X7	50,0			
Ic (200 A) 50 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	2,5			
	X3	5,0			
	X4	10,0			
	X5	20,0			
	X6	40,0			
	X7	50,0			
Ia (200 A) 100 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	5,0			
	X3	10,0			
	X4	20,0			
	X5	40,0			
	X6	80,0			
	X7	100,0			
Ib (200 A) 100 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	5,0			
	X3	10,0			
	X4	20,0			
	X5	40,0			
	X6	80,0			
	X7	100,0			
Ic (200 A) 100 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	5,0			
	X3	10,0			
	X4	20,0			
	X5	40,0			
	X6	80,0			
	X7	100,0			

Продолжение таблицы Б.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Ia (200 A) 200 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	10,0			
	X3	20,0			
	X4	40,0			
	X5	80,0			
	X6	160,0			
	X7	200,0			
Ib (200 A) 200 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	10,0			
	X3	20,0			
	X4	40,0			
	X5	80,0			
	X6	160,0			
	X7	200,0			
Ic (200 A) 200 A	X1	0,0		$\pm 0,8$	
	X2	10,0			
	X3	20,0			
	X4	40,0			
	X5	80,0			
	X6	160,0			
	X7	200,0			

Приведенная погрешность измерения СКЗ силы переменного тока не превышает \_\_\_\_ %.

**ПРОВЕРКА**  
**диапазона и допускаемой приведенной погрешности**  
**измерений СКЗ переменного напряжения каналами I типа**

Таблица Б.2

Канал. № контр. точки		Значение эталона, В	Показания стенда В	Полученная погрешность, %	Допускаемая погрешность, %	Резюме
Ua	X1	0,0			± 0,45	
	X2	105,0				
	X3	210,0				
	X4	320,0				
	X5	425,0				
Ub	X1	0,0			± 0,45	
	X2	105,0				
	X3	210,0				
	X4	320,0				
	X5	425,0				
Uc	X1	0,0			± 0,45	
	X2	105,0				
	X3	210,0				
	X4	320,0				
	X5	425,0				
U1	X1	0,0			± 0,45	
	X2	105,0				
	X3	210,0				
	X4	320,0				
	X5	425,0				
U2	X1	0,0			± 0,45	
	X2	105,0				
	X3	210,0				
	X4	320,0				
	X5	425,0				
U3	X1	0,0			± 0,45	
	X2	105,0				
	X3	210,0				
	X4	320,0				
	X5	425,0				
U4	X1	0,0			± 0,45	
	X2	105,0				
	X3	210,0				
	X4	320,0				
	X5	425,0				

Приведенная погрешность измерения СКЗ переменного напряжения каналами I типа не превышает \_\_\_\_ %.

**ПРОВЕРКА**  
**диапазона и допускаемой приведенной погрешности**  
**измерений постоянного напряжения каналами I типа**

Таблица Б.3

Канал № контр. точки		Значение эталона, В	Показания стенда, В	Полученная погрешность, %	Допускаемая погрешность, %	Резюме
1		2	3	4	5	6
U1	X1	-600,0			$\pm 0,45$	
	X2	-480,0				
	X3	-360,0				
	X4	-240,0				
	X5	-120,0				
	X6	0,0				
	X7	120,0				
	X8	240,0				
	X9	360,0				
	X10	480,0				
	X11	600,0				
U2	X1	-600,0			$\pm 0,45$	
	X2	-480,0				
	X3	-360,0				
	X4	-240,0				
	X5	-120,0				
	X6	0,0				
	X7	120,0				
	X8	240,0				
	X9	360,0				
	X10	480,0				
	X11	600,0				
U3	X1	-600,0			$\pm 0,45$	
	X2	-480,0				
	X3	-360,0				
	X4	-240,0				
	X5	-120,0				
	X6	0,0				
	X7	120,0				
	X8	240,0				
	X9	360,0				
	X10	480,0				
	X11	600,0				
U4	X1	-600,0			$\pm 0,45$	
	X2	-480,0				
	X3	-360,0				
	X4	-240,0				
	X5	-120,0				
	X6	0,0				
	X7	120,0				
	X8	240,0				

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6
X9	360,0			$\pm 0,45$	
	X10	480,0			
	X11	600,0			

Приведенная погрешность измерения постоянного напряжения каналами I типа не превышает \_\_\_\_\_ %

### ПРОВЕРКА

**диапазона и допускаемой приведенной погрешности  
измерений постоянного напряжения каналами II типа**

Таблица Б.4

Канал. № контр. точки	Значение эталона, В	Показания стенда, В	Полученная погрешность, %	Допускаемая погрешность, %,	Резюме
Д1	X1	-10,0		$\pm 0,45$	
	X2	-8,0			
	X3	-6,0			
	X4	-4,0			
	X5	-2,0			
	X6	0,0			
	X7	2,0			
	X8	4,0			
	X9	6,0			
	X10	8,0			
	X11	10,0			
Д2	X1	-10,0		$\pm 0,45$	
	X2	-8,0			
	X3	-6,0			
	X4	-4,0			
	X5	-2,0			
	X6	0,0			
	X7	2,0			
	X8	4,0			
	X9	6,0			
	X10	8,0			
	X11	10,0			

Приведенная погрешность измерения постоянного напряжения каналами II типа не превышает \_\_\_\_\_ %.

**ПРОВЕРКА**  
**диапазона и допускаемой приведенной погрешности**  
**измерений СКЗ переменного напряжения каналами II типа**

Таблица Б.5

Канал. № контр. точки		Значение эталона, В	Показания стенда, В	Полученная погрешность, %	Допускаемая погрешность, %	Резюме
Д1	X1	0,0			± 0,45	
	X2	1,75				
	X3	3,5				
	X4	5,25				
	X5	7,0				
Д2	X1	0,0			± 0,45	
	X2	1,75				
	X3	3,5				
	X4	5,25				
	X5	7,0				

Приведенная погрешность измерения СКЗ переменного напряжения каналами II типа не превышает \_\_\_\_\_ %.

**ПРОВЕРКА**  
**диапазона и допускаемой относительной погрешности**  
**измерений электрического сопротивления постоянному току**

Таблица Б.6

Канал. № контр. точки		Значение эталона, Ом	Показания стенда, Ом	Полученная погрешность, %	Допускаемая погрешность, %	Резюме
R <sub>xx<sup>1</sup></sub> от 2 до 10 Ом	X1	2			± 1,5	
	X2	4				
	X3	6				
	X4	8				
	X5	10				
R <sub>xx<sup>1</sup></sub> от 10 до 100 Ом	X1	10			± 1	
	X2	20				
	X3	40				
	X4	60				
	X5	80				
	X6	100				

Примечание: 1 – проверяемый канал либо Rab, либо Rac, либо Rbc.

Относительная погрешность измерения электрического сопротивления постоянному току не превышает:

На диапазоне от 2 до 10 Ом - \_\_\_\_\_ %;

На диапазоне от 10 до 100 Ом - \_\_\_\_\_ %.

**ПРОВЕРКА**  
**абсолютной погрешности измерения интервалов времени**

Таблица Б.7

Канал. № контр. точки		Значение эталона, мс	Показания стенда, мс	Полученная погрешность, мс	Допускаемая погрешность, мс	Резюме
U1	X1				±0,1015	
	X2				±0,115	
	X3				±0,235	
	X4				±1,6	
	X5				±7,3	
U2	X1				±0,1015	
	X2				±0,115	
	X3				±0,235	
	X4				±1,6	
	X5				±7,3	
U3	X1				±0,1015	
	X2				±0,115	
	X3				±0,235	
	X4				±1,6	
	X5				±7,3	
U4	X1				±0,1015	
	X2				±0,115	
	X3				±0,235	
	X4				±1,6	
	X5				±7,3	
U5	X1				±0,1015	
	X2				±0,115	
	X3				±0,235	
	X4				±1,6	
	X5				±7,3	
U6	X1				±0,1015	
	X2				±0,115	
	X3				±0,235	
	X4				±1,6	
	X5				±7,3	

Абсолютная погрешность измерения интервалов времени не превышает  $\pm (1,5 \cdot 10^{-5} \cdot t + 0,1)$  мс.

Заключение: \_\_\_\_\_

(пригоден/ не пригоден \_\_\_\_\_)

(причина)

Поверитель \_\_\_\_\_ /Ф.И.О/