

ООО «СКБ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

СОГЛАСОВАНО

И.о. директора ВСФ ФГУП
«ВНИИФТРИ»

 Г.И. Модестова



«04»  2021 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ ПКВ/У3.0 (МОДИФИКАЦИЯ ПКВ/У3.1)

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

СКБ 121.00.00.000-02МП

Содержание

Общие положения	3
1 Операции поверки	3
2 Средства поверки	4
3 Требования к квалификации персонала	5
4 Требования безопасности	5
5 Условия поверки	5
6 Внешний осмотр	5
7 Проведение поверки	5
7.1 Подготовка к поверке	5
7.2 Проверка электрической прочности изоляции	5
7.3 Измерение электрического сопротивления изоляции	6
7.4 Опробование	6
7.5 Идентификация программного обеспечения	7
7.6 Определение метрологических характеристик	7
8 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям ...	16
9 Оформление результатов поверки	16
Приложение А (Рекомендуемое) Эскиз установки проверки линейных перемещений	17
Приложение Б (Рекомендуемое) Эскиз установки проверки угловых перемещений	19
Приложение В (Рекомендуемое) Форма протокола поверки	20

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на выпускаемые из производства и находящиеся в эксплуатации приборы контроля высоковольтных выключателей ПКВ/УЗ.0 и модификацию ПКВ/УЗ.1(ТУ 26.51.43-021-41770454-2020 (Взамен ТУ 4221-021-41770454-2007)) (далее прибор).

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемых приборов к:
ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ1-2018;
ГПЭ единицы длины – метра ГЭТ2-2021;
ГПЭ единиц линейного ускорения и плоского угла при угловом перемещении твердого тела ГЭТ94-2001;
ГПСЭ единицы электрического напряжения постоянного тока-вольта в диапазоне $\pm(1...500)$ кВ ГЭТ181-2010;
ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ4-91;
ГПЭ единицы электрического сопротивления ГЭТ14-2014.
Интервал между поверками – 3 года.

1 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 1. При получении отрицательного результата по любой операции дальнейшая поверка прибора может не производиться.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверки
Внешний осмотр	6	+	+
Проверка электрической прочности изоляции	7.2	+	-
Проверка электрического сопротивления изоляции	7.3	+	-
Опробование	7.4	+	+
Идентификация программного обеспечения	7.5	+	+
Определение метрологических характеристик	7.6	+	+
Проверка погрешности измерений силы электрического тока измерительными каналами силового коммутатора	7.6.1	+	+
Проверка погрешности измерений электрического напряжения каналом «Входное напряжение коммутатора»	7.6.2	+	+
Проверка погрешности измерений электрического напряжения каналами «Вход 1», «Вход 2»	7.6.3	+	+
Проверка погрешности измерений электрического напряжения каналом $U_{\text{шунта}}$	7.6.4	+	+
Проверка погрешности измерений электрического напряжения каналами «Токовые клещи»	7.6.5	+	+
Проверка погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току каналом «Вход 1», «Вход 2»	7.6.6	+	+
Проверка погрешности измерений электрического сопротивления каналами реостатных датчиков (только для прибора ПКВ/УЗ.0)	7.6.7	+	+
Проверка погрешности измерений интервалов времени	7.6.8	+	+
Проверка погрешности измерений линейных перемещений	7.6.9	+	При наличии в комплекте датчика ДП12

Проверка погрешности измерений угловых перемещений	7.6.10	+	При наличии в комплекте датчика ДП21
--	--------	---	--------------------------------------

Возможно проведение поверки отдельных измерительных каналов по заявке владельца средства измерений, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

2 Средства поверки

При поверке рекомендуется применять основные и вспомогательные средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2	Универсальная пробойная установка УПУ-10. Техническое описание, инструкции по эксплуатации и технические требования
7.3	Мегаомметр М1102/1. ГОСТ 2239-79. Диапазон измерений от 0 до 100 МОм. Выходное напряжение - 500 В. КТ 1,0
7.6.1	Источник питания постоянного тока Gen-80-42/CENESYS™ источники питания серии GEN3,3 кВт. Руководство пользователя
7.6.1	Мультиметр цифровой Agilent 34401А. Руководство пользователя 34401-90438
7.6.1	Шунт 75ШСММ3. Предел измерений 75 А/75 мВ. КТ 0,5
7.6.2, 7.6.3, 7.6.4, 7.6.5	Прибор для поверки вольтметров, дифференциальный вольтметр В1-12. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 2.085.006.ТО
7.6.6, 7.6.7	Магазин сопротивлений МСР-60М. Паспорт 2.704.003 ПС
7.6.8	Радиоэлементы: Диод КД510А ТТ3.362ТУ Резисторы: С1-4-0,125 51 Ом $\pm 5\%$; С1-4-0,125 100 кОм $\pm 5\%$; С1-4-0,125 24 Ом $\pm 5\%$; С1-4-0,125 1 кОм $\pm 5\%$; С5-5-10 1,8 кОм $\pm 5\%$. Транзисторы: IRGPS60B120KD; IRF3205
7.6.8	Генератор сигналов произвольной формы DG1022. Руководство по эксплуатации UGB06122-1210
7.6.8	Частотомер универсальный Tektronix FCA3100. Руководство по эксплуатации 077-0506-01
7.6.9	Штангенрейсмас ШР-1000. ГОСТ 164-90, Диапазон измерений от 100 до 1000 мм. ПГ $\pm 0,05$ мм
7.6.9, 7.6.10	Плита. Размер не менее 400×400 мм
7.6.9	Зажимное устройство для определения вариации показаний при измерении линейных перемещений (см. Приложение А)
7.6.10	Теодолит ЗТ5КП. Паспорт ЗТ5КП-с60 ПС
7.6.10	Детали для сборки установки проверки угловых перемещений (см. Приложение Б)
7.6.10	Индикатор часового типа ИЧ-2. Пределы измерения от 0 до 2 мм, КТ 1

Допускается применение средств, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации персонала

3.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области электромагнитных и геометрических измерений, изучившие настоящую методику поверки и правила эксплуатации средств поверки.

4 Требования безопасности

4.1 При поверке следует соблюдать правила безопасности при эксплуатации электроустановок и требования эксплуатационной документации на применяемое оборудование и поверяемые приборы.

4.2 Персонал, осуществляющий поверку средств измерений, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.

5 Условия поверки

5.1 Температура окружающего воздуха от 15 °С до 25 °С.

5.2 Относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %.

6 Внешний осмотр

Визуальным осмотром убедиться в отсутствии внешних механических повреждений измерительного блока, датчиков и соединительных кабелей.

7 Проведение поверки

7.1 Подготовка к поверке

Поступивший на поверку прибор выдержать в помещении лаборатории при нормальных условиях не менее четырех часов, в холодное время года – не менее восьми часов.

7.2 Проверка электрической прочности изоляции

7.2.1 На приборе снять перемычку между рабочим и защитным заземлением.

7.2.2 Перевести автомат защиты, расположенный на задней панели прибора, в положение ВКЛ.

7.2.3 Перевести тумблер СЕТЬ в положение ВКЛ.

7.2.4 Подключить к прибору:

- сетевой кабель;
- кабель входного напряжения коммутатора;
- кабель местного пуска;
- кабель дистанционного пуска;
- кабель измерения напряжения шунта;
- провод заземления.

7.2.5 Настроить универсальную пробойную установку УПУ-10 (далее установка УПУ-10) на формирование испытательного электрического напряжения переменного тока.

7.2.6 Подключить контакты установки УПУ-10 в соответствии с таблицей 3 пункт 1.

7.2.7 Плавно подать, выдержать одну минуту и плавно снять испытательное электрическое напряжение.

7.2.8 Операции п. 7.2.6 и п. 7.2.7 повторить в соответствии с таблицей 3 пункты 2, 3, 4.

Таблица 3 – Проверка электрической прочности изоляции

	Первая точка	Вторая точка	Испытательное напряжение
1	Сеть + Дистанционный пуск + Местный пуск + Входное напряжение коммутатора + Измерение напряжения шунта	Корпус	1500 В
2	Сеть + Входное напряжение коммутатора + Местный пуск	Дистанционный пуск	
3	Дистанционный пуск, зажимы «ВКЛ»	Дистанционный пуск, зажимы «ОТКЛ»	
4	Входное напряжение коммутатора	Местный пуск	2500 В

Результат испытания считается положительным, если автомат защиты пробойной установки не срабатывал, пробой или перекрытие изоляции, контролируемые визуально и на слух, отсутствовали.

Внимание!!! Установить перемычку между рабочим и защитным заземлением.

7.3 Измерение электрического сопротивления изоляции

7.3.1 Подключить мегаомметр к двум точкам в соответствии с таблицей 4.

7.3.2 Измерить электрическое сопротивление изоляции.

Таблица 4 – Проверка электрического сопротивления изоляции

Первая точка	Вторая точка
Сеть + Дистанционный пуск + Местный пуск + Входное напряжение коммутатора	Клемма заземления

Электрическая изоляция прибора считается исправной, если ее сопротивление не менее 10 МОм.

Все следующие операции проверки производится при подключении прибора к ПК с использованием программы «ПКВ/М5/М7/У2/У3» (далее – программа «ПКВ»).

7.4 Опробование

7.4.1 Присоединить к прибору:

- датчик линейных перемещений ДП12;
- кабель дискретных каналов;
- кабель LAN;
- сетевой кабель.

7.4.2 Кабелем LAN соединить между собой прибор и ПК.

7.4.3 Вставить вилку сетевого кабеля прибора в розетку электропитания, оборудованную клеммой заземления.

7.4.4 Включить ПК и прибор.

7.4.5 Дождаться выхода измерительного блока прибора в режим готовности к проведению измерений (появления на дисплее прибора надписей: «XX.XX.XX.XX» и «7500», где X- десятичные цифры).

7.4.6 На ПК запустить программу «ПКВ».

7.4.7 В открывшемся окне во вкладке «Настройка» выбрать «Параметры» и перейти на вкладку «Прибор».

7.4.8 В выпадающем окне:

Тип прибора – указать в зависимости от модификации прибора;

Подключиться через – указать TCP/IP (WinSock);

IP-адрес прибора – указать как на дисплее прибора;

Порт – указать 7500;

Нажать «Проверить связь»

7.4.9 В основном окне программы «ПКВ» во вкладке «Файл» выбрать «открыть/создать измерение».

7.4.10 В открывшемся окне:

- выбрать режим работы прибора по шаблону проведения измерений «ВВ-500, ВВМ-500».

- развернуть дерево «Содержание» и выбрать «Группа 1»

7.4.11 Закрыть окно.

7.4.12 Во вкладке «Сервис» выбрать «Линейка/угломер/мультиметр».

7.4.13 В выпадающем окне будут видны состояние каналов полюсов.

7.4.14 По очереди замыкая/размыкая концы кабеля полюсов и наблюдая за показаниями прибора в окне «Линейка/угломер/мультиметр», проверить их работоспособность. (Каналы В5 и С5 являются резервными и проверке не подлежат).

7.4.15 Поменять шаблон проведения на «Линейный», повторив операции с п. 7.4.12 по п. 7.4.14.

7.4.16 В окне «Линейка/угломер/мультиметр» поставить галочку напротив «Датчик перемещений».

7.4.17 Перемещая стержень датчика линейных перемещений и, наблюдая за показаниями прибора, убедиться в исправности канала измерения перемещений.

Заключение по результатам опробования занести в протокол поверки.

7.5 Идентификация программного обеспечения

7.5.1 Программное обеспечение прибора не предусматривает возможность вывода идентификационной информации. Для проверки соответствия программного обеспечения прибора утвержденному типу проверить целостность пломб от несанкционированного доступа.

7.5.2 В программе «ПКВ» открыть вкладку ПОМОЩЬ → О ПРОГРАММЕ.

В появившемся информационном окне считать название и номер версии программного обеспечения.

Проверка считается успешной, если в информационном окне указано «Версия 24».

7.6 Определение метрологических характеристик

В основном окне программы «ПКВ» во вкладке «Настройки» выбрать «Шаблон проведения измерения».

Во вкладке «Наименование шаблона» выбрать – «Линейный» и сохранить шаблон «Линейный» под наименованием «Поверка».

На вкладке «Каналы» нажатием виртуальной кнопки «Добавить» включить все измерительные каналы прибора (15 каналов).

7.6.1 Проверка погрешности измерений силы электрического тока измерительными каналами силового коммутатора

7.6.1.1 Присоединить к прибору кабель входного напряжения коммутатора и кабель местного пуска.

7.6.1.2 Собрать схему, изображенную на рисунке 1.

7.6.1.3 На источнике питания постоянного тока Gen-80-42 установить выходной электрический ток 5 А, электрическое напряжение 20 ± 5 В.

7.6.1.4 Подготовить мультиметр Agilent 34401A к измерению электрического напряжения.

7.6.1.5 В программе «ПКВ» зайти во вкладку «Сервис» выбрать «Проверка градуировка АЦП»

7.6.1.6 Нажать «Калибровка каналов тока». Показания прибора внести в протокол поверки.

7.6.1.7 Вычислить действительное значение силы тока, А, по формуле

$$I_{\partial} = \frac{U_{\partial}}{R}, \quad (1)$$

где U_{∂} – электрическое напряжение, измеренное вольтметром, В;

R – электрическое сопротивление, Ом.

7.6.1.8 Операции с п.7.6.1.3 по п.7.6.1.7 повторить для значений выходного электрического тока источника питания 15, 35, -35, -15, -5 А.

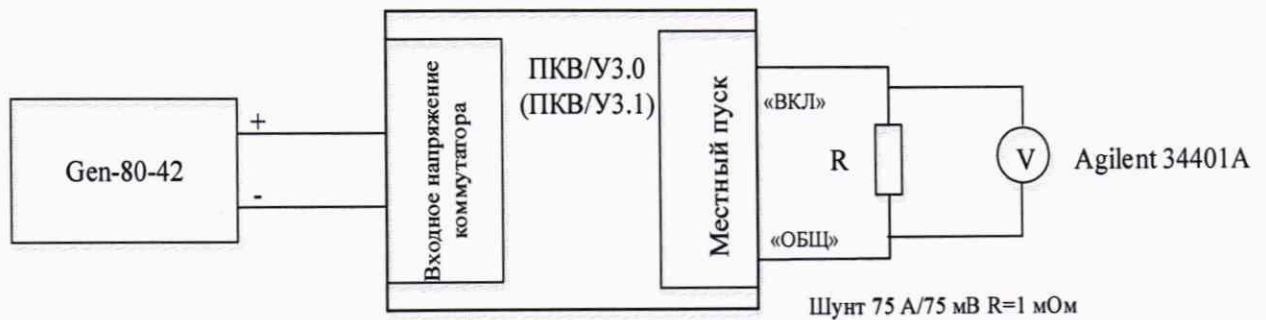


Рисунок 1 – Схема проверки основной относительной погрешности измерения силы тока каналом «ВКЛ»

7.6.1.9 Для каждой точки поверки вычислить относительную погрешность по формуле

$$\delta = \frac{I_{\text{прибора}} - I_{\partial}}{I_{\partial}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $I_{\text{прибора}}$ – показания поверяемого прибора, А.

7.6.1.10 Повторить проверку для канала ОТКЛ.

Основная относительная погрешность измерений силы постоянного электрического тока должна быть не более $\pm \left[2 + 0,6 \cdot \left(\frac{50}{|I_x|} - 1 \right) \right]$, %, где I_x – измеренное значение силы постоянного электрического тока, А.

7.6.2 Проверка погрешности измерений электрического напряжения постоянного тока каналом «Входное напряжение коммутатора»

7.6.2.1 Присоединить вилку кабеля входного напряжения коммутатора к выходным клеммам вольтметра В1-12.

7.6.2.2 Включить питания вольтметра В1-12.

7.6.2.3 В программе «ПКВ» зайти во вкладку «Сервис» выбрать «Линейка/угломер/мультиметр».

7.6.2.4 На выходе вольтметра В1-12 установить напряжение 350 В.

7.6.2.5 Прочитать показание прибора по каналу « $U_{\text{ком}}$ ».

- 7.6.2.6 Занести показания прибора в протокол поверки.
 7.6.2.7 Операции с п. 7.6.2.4 по п. 7.6.2.6 повторить в точках 200, 100, -100, -200, -350В.
 7.6.2.8 Для каждой точки поверки вычислить погрешность измерений по формуле

$$\delta = \frac{U_{\text{прибора}} - U_{\text{д}}}{U_{\text{д}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $U_{\text{прибора}}$ – показания электрического напряжения прибора, В;
 $U_{\text{д}}$ – показания электрического напряжения вольтметра, В.

Основная относительная погрешность измерения электрического напряжения постоянного тока каналом «Входное напряжение коммутатора» должна быть не более $\pm \left[1,5 + \left(\frac{350}{|U_x|} - 1 \right) \right]$, %, где U_x – измеренное значение электрического напряжения, В.

7.6.3 Проверка погрешности измерений электрического напряжения постоянного тока каналами «Вход 1», «Вход 2»

7.6.3.1 Установить на выходе вольтметра В1-12 напряжение 0В.

7.6.3.2 В программе «ПКВ» во вкладке «Настройки» выбрать «Шаблон проведения измерения».

7.6.3.3 На вкладке «Каналы» в поле «Каналы АЦП» дважды щелкнуть по строке №7 («Вход 1»). В появившемся окне «Изменение канала АЦП» задать следующие параметры:

- режим работы – «Униполярный»
- флажок поля «Генератор тока» - снят.

7.6.3.4 К входу «Вход 1» присоединить кабель измерения напряжения каналом «Вход 1/Вход 2».

7.6.3.5 Зажимы кабеля присоединить к выходным клеммам вольтметра В1-12.

7.6.3.6 Перевести прибор в режим «Линейка/угломер/мультиметр».

7.6.3.7 На вольтметре В1-12 задать выходное напряжение 3 В.

7.6.3.8 Прочитать показания прибора по каналу «Вход 1».

7.6.3.9 Вычислить относительную погрешность измерений по формуле:

$$\delta = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{д}}}{U_{\text{д}}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $U_{\text{изм}}$, $U_{\text{д}}$ – измеренное и действительное значения электрического напряжения, В.

7.6.3.10 Операции с п. 7.6.3.7 по п. 7.6.3.9 повторить в точках поверки 9, 12 В.

7.6.3.11 Операции с п. 7.6.3.3 по п. 7.6.3.10 повторить с каналом № 9 («Вход 2»).

Основная относительная погрешность измерений электрического напряжения постоянного тока каналами «Вход 1», «Вход 2» в униполярном режиме должна быть не более $\pm \left[0,6 + 0,6 \left(\frac{12}{U} - 1 \right) \right]$, %, где U – измеренное значение электрического напряжения, В.

7.6.3.12 Установить на выходе вольтметра В1-12 напряжение 0 В.

7.6.3.13 В программе «ПКВ» во вкладке «Настройки» выбрать «Шаблон проведения измерения».

7.6.3.14 На вкладке «Каналы» в поле «Каналы АЦП» дважды щелкнуть по строке №7 («Вход 1»). В появившемся окне «Изменение канала АЦП» задать следующие параметры:

- режим работы – «Биполярный»
- флажок поля «Генератор тока» - снят.

7.6.3.15 Присоединить кабель измерения напряжения каналом «Вход 1/Вход 2» к разъему «Вход 1».

7.6.3.16 Зажимы кабеля присоединить к выходным клеммам вольтметра В1-12.

7.6.3.17 Перевести прибор в режим «Линейка/угломер/мультиметр».

7.6.3.18 На выходе вольтметра В1-12 задать напряжение 1 В.

7.6.3.19 Прочитать показания прибора по каналу «Вход 1».

7.6.3.20 Вычислить относительную погрешность измерений, по формуле 4.

7.6.3.21 Операции с п. 7.6.3.18 по п.7.6.3.20 повторить в точках поверки 3 В и 6 В.

7.6.3.22 Изменить полярность подключения кабеля измерения напряжения каналами «Вход 1/Вход 2» к вольтметру В1-12 и повторить операции с п. 7.6.3.18 по п.7.6.3.21.

7.6.3.23 Операции с п. 7.6.3.12 по п.7.6.3.22 повторить с каналом № 9 («Вход 2»).

Основная относительная погрешность измерений электрического напряжения постоянного тока каналами «Вход 1», «Вход 2» в биполярном режиме должна быть не более $\pm \left[1,5 + 1,5 \left(\frac{6}{U} - 1 \right) \right]$, %, где U – измеренное значение электрического напряжения, В.

7.6.4 Проверка погрешности измерения электрического напряжения постоянного тока каналом «Uшунта»

7.6.4.1 Присоединить к разъему «Uшунта» кабель измерения напряжения шунта. Клеммы кабеля присоединить к клеммам выходного напряжения вольтметра В1-12.

7.6.4.2 Перевести прибор в режим «Линейка/угломер/мультиметр».

7.6.4.3 На выходе вольтметра В1-12 установить напряжение 75 мВ.

7.6.4.4 Прочитать показания прибора по каналу «Uшунта».

7.6.4.5 Вычислить относительную погрешность измерений электрического напряжения по формуле 4.

7.6.4.6 Операции с п. 7.6.4.3 по п.7.6.4.5 повторить в точках поверки 40 мВ и 10 мВ.

7.6.4.7 Поменять полярность подключения кабеля измерения напряжения шунта и повторить операции с п.7.6.4.3 по п.7.6.4.6.

Основная относительная погрешность измерений электрического напряжения постоянного тока каналом «Uшунта» должна быть не более $\pm \left[0,6 + 0,25 \cdot \left(\frac{75}{|U|} - 1 \right) \right]$, %, где U – измеренное значение электрического напряжения, мВ.

7.6.5 Проверка погрешности измерения электрического напряжения постоянного тока каналом «Токовые клещи»

7.6.5.1 Соединить контакт № 4 разъема «Токовые клещи Откл» с клеммой «-» вольтметра В1-12, контакт № 2 соединить с клеммой «+».

7.6.5.2 В программе «ПКВ» во вкладке «Настройки» выбрать «Шаблон проведения измерения».

7.6.5.3 На вкладке «каналы АЦП» дважды щелкнуть по строке №1 ($I_{Откл}$).

7.6.5.4 В окне «Изменение канала АЦП» выбрать «Ток. Клещи», в ячейке «коэфф» задать 1.

7.6.5.5 В программе «ПКВ» зайти во вкладку «Сервис» выбрать «Проверка градуировка АЦП»

7.6.5.6 Режим работы в строке ($I_{Откл}$) выбрать «Бипол. Ток. клещи».

7.6.5.7 На выходе вольтметра В1-12 установить напряжение 1 В.

7.6.5.8 Прочитать показания прибора по каналу « $I_{Откл}$ ».

7.6.5.9 Операции п.7.6.5.7 и п.7.6.5.8 повторить для точек калибровки 0,7 В и 0,3 В.

7.6.5.10 Изменить полярность подключения к вольтметру В1-12 и повторить операции с п. 7.6.5.7 по п.7.6.5.9.

7.6.5.11 Вычислить относительную погрешность измерений напряжения канала «Токовые клещи» по формуле 4.

7.6.5.12 Операции с п. 7.6.5.1 по п.7.6.5.11 повторить с каналом АЦП №3 (I_{вкл}).

Основная относительная погрешность измерений электрического напряжения постоянного тока каналом «Токовые клещи» должна быть не более $\pm \left[1,0 + 0,6 \left(\frac{1}{|U|} - 1 \right) \right]$, %, где U - измеренное значение электрического напряжения, В.

7.6.6 Проверка погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току каналами «Вход 1», «Вход 2»

7.6.6.1 Присоединить к разъему «Вход 1» кабель измерения сопротивления каналом «Вход1/Вход2».

7.6.6.2 К клеммам кабеля присоединить магазин сопротивлений МСР-60М.

7.6.6.3 В программе «ПКВ» во вкладке «Настройки» выбрать «Шаблон проведения измерения».

7.6.6.4 На вкладке «Каналы АЦП» дважды щелкнуть по строке №7 («Вход 1»).

7.6.6.5 В окне «Изменение канала АЦП» режим работы выбрать «Униполярный», в поле «Генератор тока» поставить галочку напротив 4 мА.

7.6.6.6 Перевести прибор в режим «Линейка/угломер/мультиметр».

7.6.6.7 На магазине сопротивлений установить 600 Ом.

7.6.6.8 Прочитать показания прибора по каналу «Вход 1».

7.6.6.9 Вычислить относительную погрешность измерений сопротивления по формуле

$$\delta = \frac{R_{\text{изм}} - R_{\text{д}}}{R_{\text{д}}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где R_{изм}, R_д – измеренное и действительное значение электрического сопротивления, Ом.

7.6.6.10 Операции с п. 7.6.6.7 по п.7.6.6.9 повторить для точек поверки 1200, 1800, 2400 Ом.

7.6.6.11 Операции с п. 7.6.6.3 по п.7.6.6.10 повторить с каналом АЦП № 9 («Вход 2»).

Основная относительная погрешность измерений электрического сопротивления постоянному току каналами «Вход 1», «Вход 2», при силе измерительного тока 4 мА, должна быть не более $\pm \left[1,5 + 0,2 \cdot \left(\frac{2400}{R} - 1 \right) \right]$, %, где R – измеренное значение электрического сопротивления, Ом.

7.6.6.12 Присоединить к разъему «Вход 1» кабель измерения сопротивления каналом «Вход1/Вход2».

7.6.6.13 В программе «ПКВ» во вкладке «Настройки» выбрать «Шаблон проведения измерения».

7.6.6.14 На вкладке «Каналы АЦП» дважды щелкнуть по строке №7 («Вход 1»).

7.6.6.15 В окне «Изменение канала АЦП» режим работы «Униполярный» в поле «Генератор тока» поставить галочку напротив 60 мА.

7.6.6.16 Перевести прибор в режим «Линейка/угломер/мультиметр».

7.6.6.17 На магазине сопротивлений установить 40 Ом.

7.6.6.18 Прочитать показания прибора по каналу «Вход 1».

7.6.6.19 Вычислить относительную погрешность измерений сопротивления по формуле 5.

7.6.6.20 Операции с п.7.6.6.17 по п. 7.6.6.19 выполнить для точек поверки 80, 120, 160 Ом.

7.6.6.21 Операции с п. 7.6.6.14 по п.7.6.6.20 повторить с каналом АЦП № 9 («Вход 2»).

Основная относительная погрешность измерений электрического сопротивления постоянному току каналами «Вход 1», «Вход 2», при силе измерительного тока 60 мА, должна быть не более $\pm \left[2,5 + \left(\frac{160}{R} - 1 \right) \right]$, %, где R – измеренное значение электрического сопротивления, Ом.

7.6.7 Проверка погрешности измерений электрического сопротивления каналами «Реостатные датчики» (только для прибора ПКВ/У3.0)

7.6.7.1 Присоединить к прибору кабель реостатных датчиков из комплекта прибора.

7.6.7.2 К клеммам R1 кабеля реостатных датчиков присоединить магазин сопротивлений МСР-60М.

7.6.7.3 На магазине сопротивлений установить 40 Ом.

7.6.7.4 Перевести прибор в режим «Линейка/угломер/мультиметр».

7.6.7.5 Прочитать показания прибора по каналу R1.

7.6.7.6 Вычислить относительную погрешность измерений электрического сопротивления по формуле 5.

7.6.7.7 Операции с п. 7.6.7.3 по п.7.6.7.6 выполнить для точек поверки 80, 120, 160 Ом.

7.6.7.8 Операции с п.7.6.7.2 по п.7.6.7.7 повторить с каналами R2 ... R10.

Основная относительная погрешность измерений электрического сопротивления постоянному току каналами «Реостатные датчики» должна быть не более $\pm \left[2,5 + \left(\frac{160}{R} - 1 \right) \right]$, %, где R – измеренное значение электрического сопротивления, Ом.

7.6.8 Проверка погрешности измерений интервалов времени

7.6.8.1 Присоединить к прибору кабели каналов полюсов.

7.6.8.2 Собрать схему, изображенную на рисунке 2. Типы и технические характеристики радиоэлементов схемы приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Типы и технические характеристики радиоэлементов, применяемых в схеме проверки погрешности измерений временных интервалов

Поз. обозначение	Наименование	Требования к основным характеристикам
R1, R2	C1-4-0,125 51 Ом ± 5 %	-
R3	C1-4-0,125 100 кОм ± 5 %	-
R4	C1-4-0,125 24 Ом ± 5 %	-
R5	C1-4-0,125 1 кОм ± 5 %	-
R6	C5-5-10 1,8 кОм ± 5 %	-
VT1	Транзистор IRGPS60B120KD	Проводимость – n-p-n
		Время переключения, мкс – не более 1
		Ток коллектора, А – не менее 1
		Напряжение коллектор-эмиттер, В – не менее 100
VT2	Транзистор IRF3205	Проводимость – n-p-n
		Время переключения, мкс – не более 1
		Ток коллектора, мА – не менее 600
		Напряжение коллектор-эмиттер, В – не менее 30
VD1 ... VD4	Диод КД510А ТТ3.362ТУ	Максимальный ток, мА - не менее 200
		Обратное напряжение, В- не менее 30.

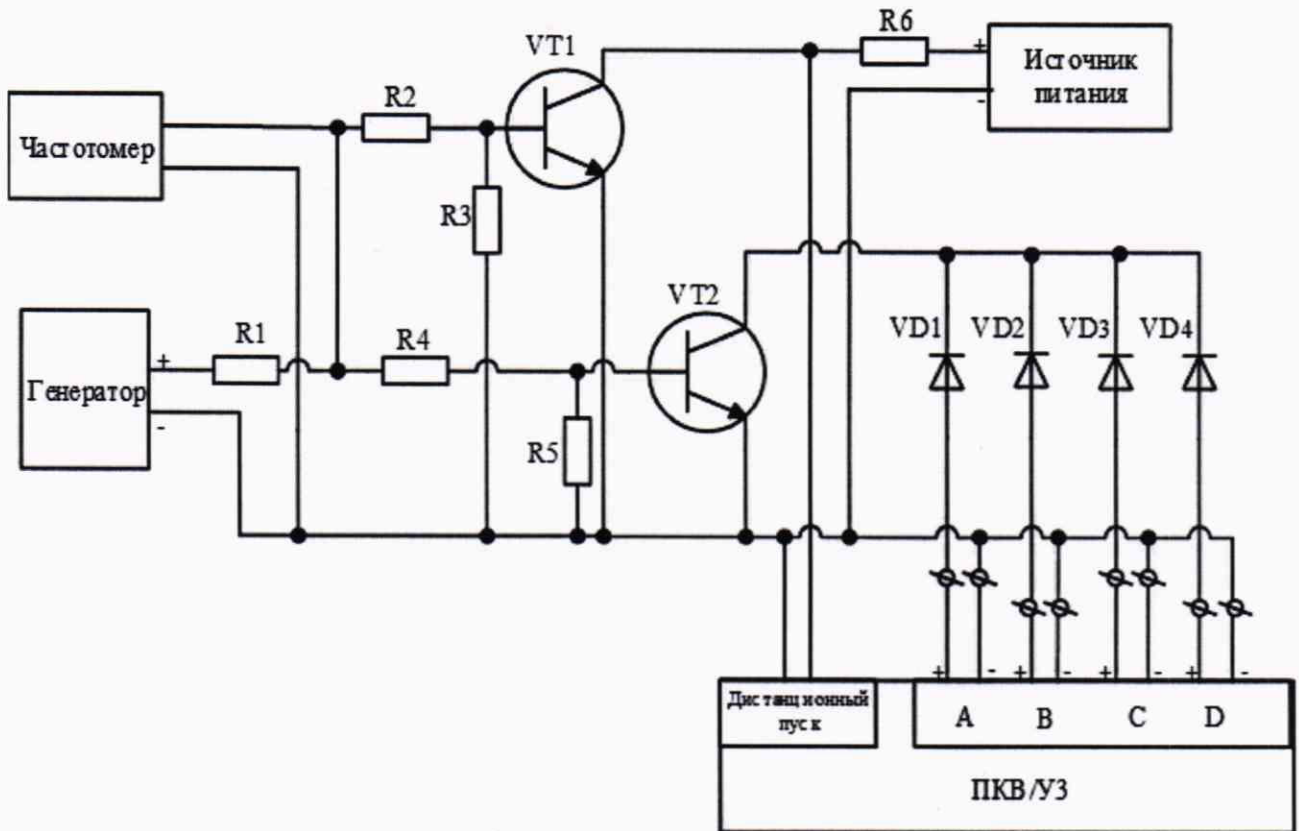


Рисунок 2 – Схема проверки погрешности измерения интервалов времени

7.6.8.3 Настроить прибор на проведение измерений по шаблону «Поверка», тип запуска – Дистанционный.

7.6.8.4 На генераторе сигналов произвольной формы DG-1022 установить одиночный импульс прямоугольной формы длительностью 100 мс с фазой сигнала 90°. Режим запуска выбрать ручной.

7.6.8.5 Частотомер настроить на измерение интервала времени по спадающему фронту.

7.6.8.6 Установить на источнике питания GPR-730H10D электрическое напряжение 70 В. Включить источник питания.

7.6.8.7 Запустить прибор на измерение.

7.6.8.8 Обнулить частотомер.

7.6.8.9 Запустить генератор.

7.6.8.10 После выхода прибора из режима измерений открыть замер на вкладке «Расчитанные параметры».

7.6.8.11 Прочитать показания прибора по каналам полюсов в строке «Время коммутации».

7.6.8.12 Операции с п. 7.6.8.4 по 7.6.8.11 повторить для одиночного импульса прямоугольной формы длительностью 5000 мс.

7.6.8.13 В каждой точке поверки вычислить погрешность измерений, мс, по формуле

$$\Delta = T_{\text{прибора}} - T_{\text{д}}, \quad (6)$$

где $T_{\text{прибора}}$ – показания интервала времени прибора, мс;

$T_{\text{д}}$ – показания интервала времени частотомера, мс.

Основная абсолютная погрешность измерений интервалов времени должна быть не более $\pm[0,1+0,0001 \cdot t_x]$ мс, где t_x -измеряемый интервал времени, мс.

7.6.9 Проверка погрешности измерений линейных перемещений

Эскиз установки проверки линейных перемещений приведен в приложении А.

7.6.9.1 Присоединить к прибору датчик ДП12.

7.6.9.2 Определить основную абсолютную погрешность шага резьбы измерительного стержня.

7.6.9.2.1 Закрепить на плите измерительный стержень.

7.6.9.2.2 Прикрепить к датчику линейных перемещений площадку для крепления датчика.

7.6.9.2.3 Установить штангенрейсмас на плиту.

7.6.9.2.4 Надеть датчик на стержень и прикрепить его при помощи площадки для крепления датчика к измерительной ножке штангенрейсмаса.

7.6.9.2.5 Настроить прибор на работу по шаблону проведения измерений «Поверка».

7.6.9.2.6 Перевести прибор в режим «Линейка/угломер/мультиметр» и поставить галочку напротив «Датчик перемещений»

7.6.9.2.7 Винтом микрометрической подачи опустить каретку с датчиком до переключения показаний прибора. Записать показания штангенрейсмаса, показания прибора обнулить.

7.6.9.2.8 Ослабить стопорный винт, опустить каретку с датчиком на 1/3 длины измерительного стержня и вновь ее зафиксировать. Винтом микрометрической подачи продолжить опускание каретки до первого переключения показаний прибора.

7.6.9.2.9 Прочитать показания прибора и штангенрейсмаса.

7.6.9.2.10 Операции п. 7.6.9.2.8 и п.7.6.9.2.9 повторить в точках поверки 2/3 и 4/5 длины измерительного стержня.

7.6.9.2.11 Вычислить действительное перемещение датчика между переключениями, мм, по формуле

$$L_i = S_i - S_o, \quad (7)$$

где S_i – показания штангенрейсмаса в i -й точке поверки, мм;

S_o – показания штангенрейсмаса в начале перемещения, мм.

7.6.9.2.12 Для каждой точки поверки вычислить погрешность шага резьбы измерительного стержня, мм, по формуле

$$\Delta_i = (L_{изм.} - L_o), \quad (8)$$

где $L_{изм.}$ – показания прибора в соответствующей точке, мм;

L_o – действительное перемещение датчика между переключениями, мм.

За основную абсолютную погрешность шага резьбы принять максимальное значение по модулю Δ_{max} .

7.6.9.3 Определить вариацию датчика линейных перемещений.

7.6.9.3.1 Надеть на датчик и при помощи винта зажимного зафиксировать зажимное устройство (приложение А).

7.6.9.3.2 При помощи гайки зажимного устройства создать усилие перемещения датчика по стержню такое, чтобы датчик не перемещался под силой собственной тяжести.

7.6.9.3.3 Прикрепить датчик, при помощи площадки для крепления датчика, к измерительной ножке штангенрейсмаса.

7.6.9.3.4 Каретку штангенрейсмаса перевести в верхнее положение и зафиксировать при помощи стопорного винта.

7.6.9.3.5 Винтом микрометрической подачи каретки переместить датчик вниз до момента переключения показаний прибора «по ходу». Показания прибора обнулить, показания штангенрейсмаса записать.

7.6.9.3.6 Винтом микрометрической подачи каретки переместить датчик вниз, до момента переключения показаний.

7.6.9.3.7 Винтом микрометрической подачи каретки переместить датчик вверх, до момента переключения показаний. Показания штангенрейсмаса записать.

7.6.9.3.8 Вычислить вариацию показаний, мм, по формуле

$$\Delta_{Bp} = (L_1 - L_2), \quad (9)$$

где L_1 – показания штангенрейсмаса в момент переключения показаний прибора при перемещении каретки вниз, мм;

L_2 – показания штангенрейсмаса в момент переключения показаний прибора при перемещении каретки вверх, мм.

7.6.9.4 Вычислить погрешность измерений линейных перемещений, мм, по формуле

$$\Delta = \Delta_{max} + \Delta_{Bp} + 0.5, \quad (10)$$

где Δ_{max} – абсолютная погрешность шага резьбы;

Δ_{Bp} – вариация показаний;

0.5 – шаг дискретизации.

Результат вычислений занести в протокол поверки.

Основная абсолютная погрешность измерений линейных перемещений должна быть не более ± 1 мм.

7.6.10 Проверка погрешности измерений угловых перемещений

Эскиз и чертежи установки проверки угловых перемещений приведены в приложении Б.

7.6.10.1 Закрепить ось (3) в держателе зеркала с помощью шайбы (4), втулки (5) и гайки (6).

7.6.10.2 Установить держатель зеркала 03ОМ312 (14) на раме теодолита (7) крепежными деталями (12, 13).

7.6.10.3 Закрепить стойку (16) и теодолит (предел погрешности не более 6') на основании (10).

7.6.10.4 Привести плоскость лимба в горизонтальное положение, используя подъемные винты. Закрепительными винтами зафиксировать лимб с основанием теодолита.

7.6.10.5 Индикатор часового типа ИЧ-2 закрепить зажимами (1, 2) на стойке по Варианту №2 установки датчика ИЧ-2 (рисунок Б.1) таким образом, чтобы конец измерительного стержня упирался в шайбу на расстоянии 3-4 мм от внешнего края.

7.6.10.6 Индикатор часового типа ИЧ-2 закрепить зажимами на стойке таким образом, чтобы конец измерительного стержня упирался в ось на 7-9 мм ниже его торца.

7.6.10.7 Выставить положение оси держателя зеркала соосно оси вращения теодолита, поворачивая теодолит в пределах 360° и отслеживая показания индикатора ИЧ-2.

Показания ИЧ-2 не должны превышать 0,03 мм при повороте теодолита в диапазоне от 0° до 360° .

7.6.10.8 Зафиксировать держатель зеркала крепежными деталями.

7.6.10.9 Снять индикатор ИЧ-2. Установить датчик ДП21 на ось и зафиксировать его положение винтом. Закрепить и зафиксировать на датчике прижим, магнит прижима установить на стойке. Подключить датчик ДП21 к прибору ПКВ/УЗ.

7.6.10.10 В программе «ПКВ» во вкладке «Настройки» выбрать «Шаблон проведения измерения».

7.6.10.11 Во вкладке «Датчик перемещений» выбрать – «ВЭ(С)-6» и сохранить шаблон под наименованием «Угловое перемещение».

7.6.10.12 Перевести прибор в режим «Линейка/угломер/мультиметр».

7.6.10.13 Настроить прибор на работу по шаблону проведения измерений «Угловое перемещение» и поставить галочку на против «Датчик перемещений».

7.6.10.14 Установить теодолит на нулевую отметку лимба. Показания прибора обнулить.

7.6.10.15 Повернуть верхнюю часть теодолита по часовой стрелке на угол 15°. Показания прибора и теодолита внести в протокол поверки.

7.6.10.16 Повторить измерения для углов 30°, 60°, 90°, 120°, 180°, 240°, 300°, 360°. Результаты измерений внести в протокол поверки.

7.6.10.17 Для каждой точки поверки перевести показания теодолита из градусов и минут в десятые и сотые доли градуса.

7.6.10.18 Для каждой точки проверки вычислить погрешность, градус, по формуле

$$\Delta = (\beta_{\text{прибора}} - \beta_m) + 0.09, \quad (11)$$

где $\beta_{\text{прибора}}$ – показания прибора, градус;

β_m – показание теодолита, градус;

0.09 – шаг дискретизации.

Результаты вычислений записать в протокол поверки.

Основная абсолютная погрешность измерений угловых перемещений должна быть не более $\pm 0,56^\circ$.

8 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Результат поверки считается положительным, если выполнены следующие условия:

- у прибора нет механических дефектов;
- прибор отвечает требованиям безопасности;
- по результатам опробования прибора неисправностей не обнаружено;
- во всех точках поверки погрешности измерений величин не превышают установленных пределов.

9 Оформление результатов поверки

В процессе поверки результат каждой операции заносят в протокол. Форма протокола приведена в приложении В.

Сведения о результате поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах делают запись в формуляре, выписывают свидетельство о поверке (по заявлению владельца СИ) и наносят на СИ пломбу или клеймо в виде наклейки в местах, указанных в описании типа.

При отрицательных результатах поверки выписывается извещение о непригодности к применению, в формуляре прибора делается соответствующая запись.

Эскиз установки проверки линейных перемещений

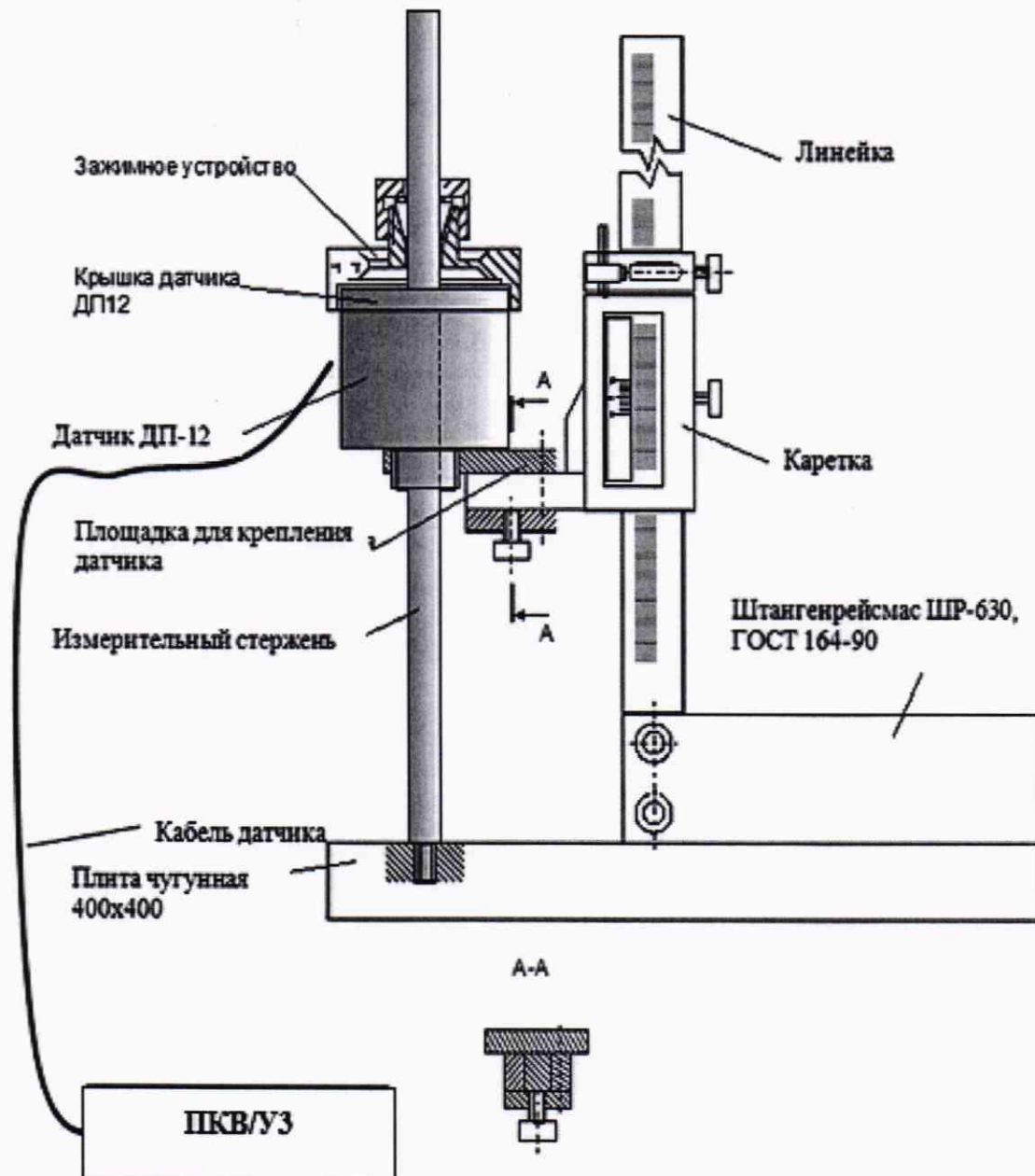


Рисунок А.1 – Эскиз установки проверки линейных перемещений

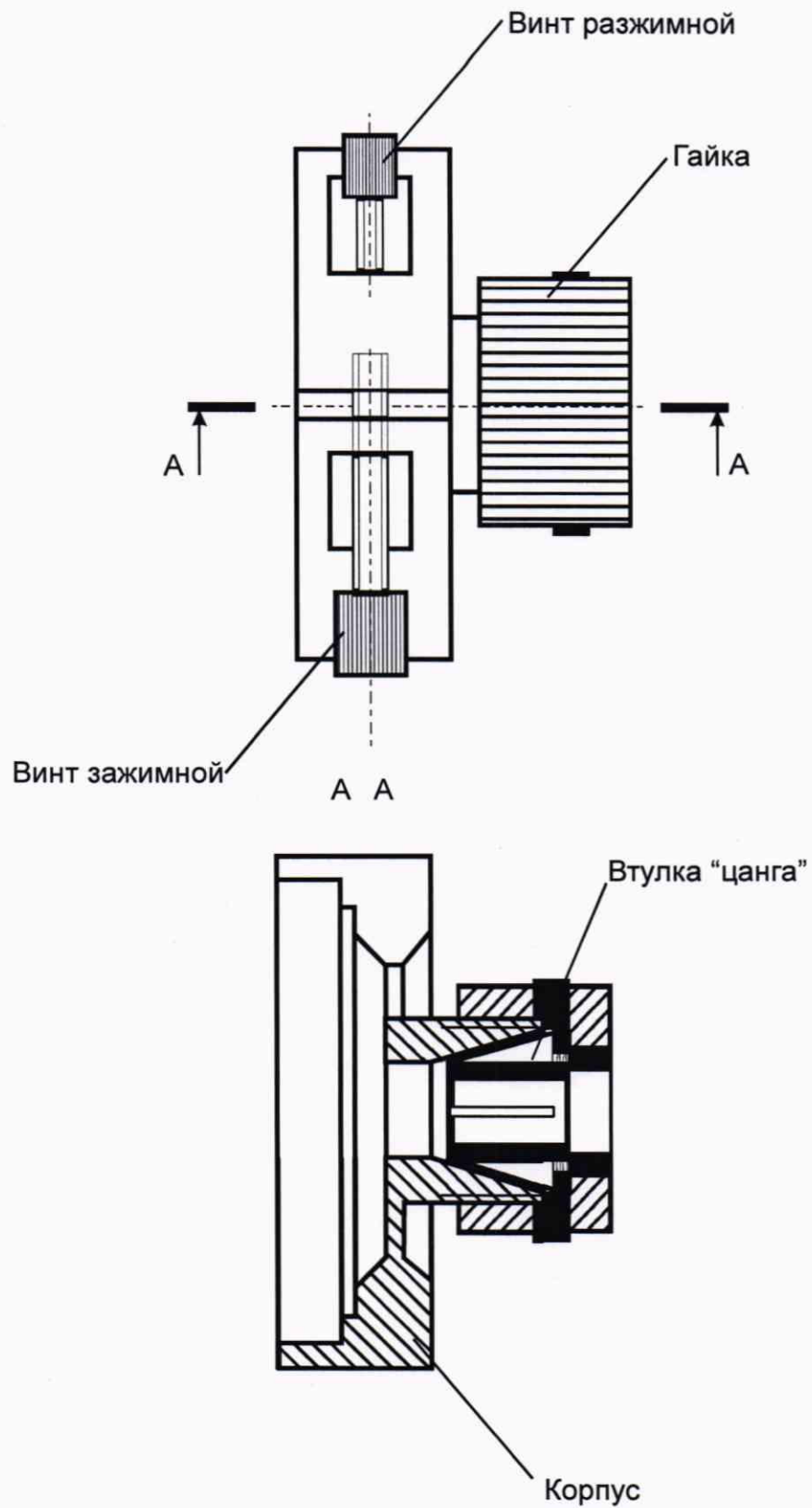
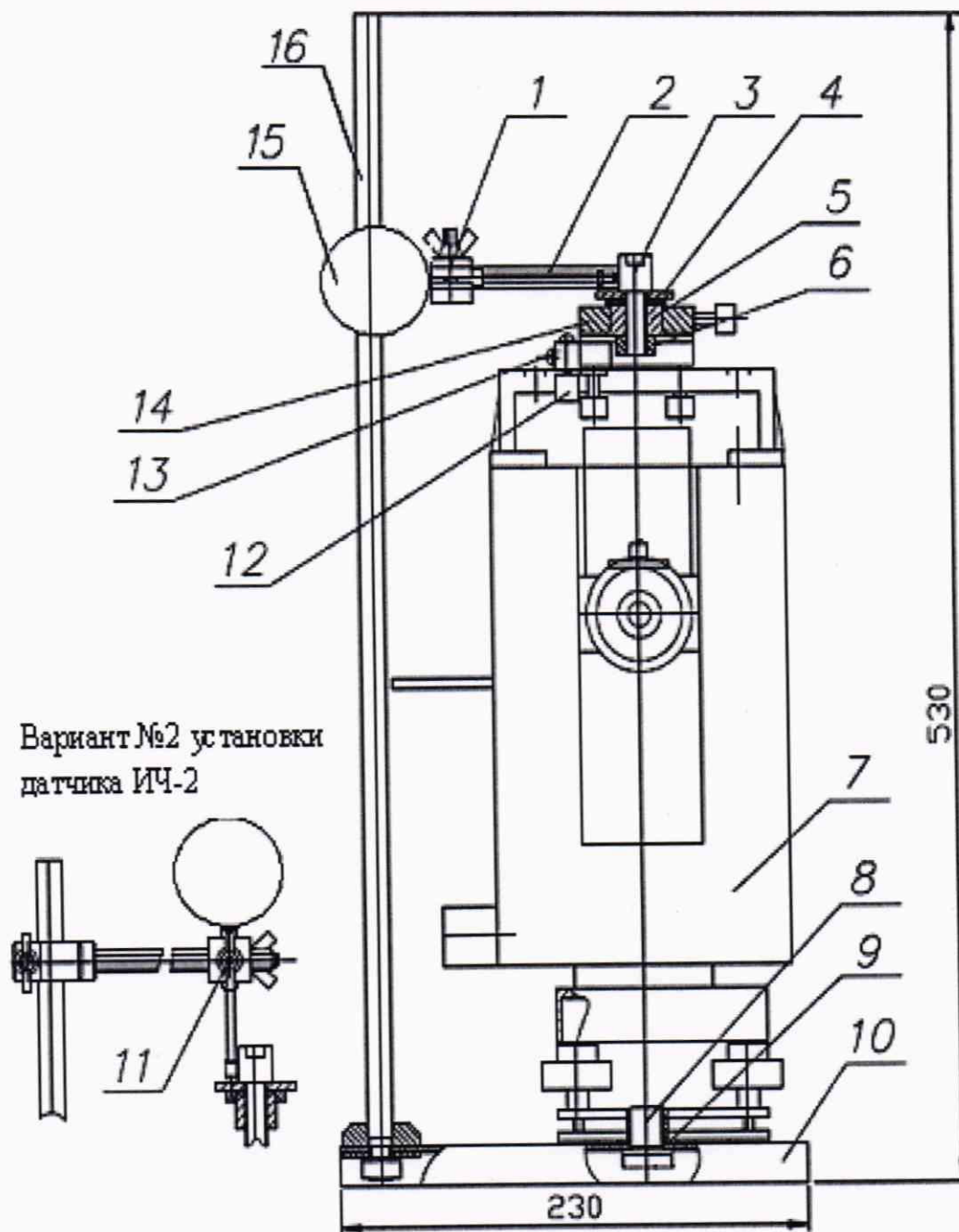


Рисунок А.2 – Зажимное устройство для определения вариации показаний при измерении линейных перемещений

Эскиз установки проверки угловых перемещений



1,2 – зажимы; 3 – ось; 4 – шайба; 5 – втулка; 6 – гайка; 7 – рама теодолита; 8, 9 – крепежные детали; 10 – основание; 11, 12, 13 – крепежные детали; 14 – держатель зеркала; 15 – ИЧ-2; 16 – стойка.

Рисунок Б. 1 – Эскиз установки датчика ДП21 на теодолит

Форма протокола поверки

№ _____ от «__» _____ г.

Средство измерений (СИ) _____
 заводской номер (номера) _____
 с датчиком линейного перемещения ДП12 № _____ в комплекте с измерительным
 стержнем длиной _____ мм и датчиком углового перемещения ДП21 № _____.
 принадлежащее _____

поверено в соответствии с _____

с применением основных и вспомогательных средств:

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____

при следующих значениях влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха °С;
- относительная влажность _____ %.

Результаты операций поверки:

1. Внешний осмотр _____

2. Проверка электрической прочности изоляции

Объединяемые цепи	Вторая точка	Испытательное напряжение	Результат испытания
Сеть + Дистанционный пуск + Местный пуск + Входное напряжение коммутатора + Измерение напряжения шунта	Корпус	1500 В	
Сеть + Входное напряжение коммутатора + Местный пуск	Дистанционный пуск		
Дистанционный пуск, зажимы «ВКЛ»	Дистанционный пуск, зажимы «ОТКЛ»		
Входное напряжение коммутатора	Местный пуск	2500 В	

3. Проверка электрического сопротивления изоляции, МОм _____

4. Опробование: _____

5. Идентификация программного обеспечения _____

6. Определение метрологических характеристик

Определение относительной погрешности измерений силы электрического тока измерительными каналами силового коммутатора

Точки поверки, А		5	15	35	-35	-15	-5
Канал «ВКЛ»	I _{изм} , А						
	I _д , А						
	δ, %						
Канал «ОТКЛ»	I _{изм} , А						
	I _д , А						
	δ, %						
	δ _{доп} , %						

Определение относительной погрешности измерений электрического напряжения постоянного тока каналом «Входное напряжение коммутатора»

Точки поверки, В	-350	-200	-100	+100	+200	+350
U _{изм} , В						
δ, %						
δ _{доп} , %						

Определение относительной погрешности измерений электрического напряжения постоянного тока каналами «Вход 1», «Вход 2» в униполярном режиме

Точки поверки, В		0	3	9	12
«Вход 1»	$U_{изм}, В$				
	$\delta, \%$				
«Вход 2»	$U_{изм}, В$				
	$\delta, \%$				
	$\delta_{доп}, \%$				

Определение относительной погрешности измерений электрического напряжения постоянного тока каналами «Вход 1», «Вход 2» биполярном режиме

Точки поверки, В		-6	-3	-1	1	3	6
«Вход 1»	$U_{изм}, В$						
	$\delta, \%$						
«Вход 2»	$U_{изм}, В$						
	$\delta, \%$						
	$\delta_{доп}, \%$						

Определение относительной погрешности измерений электрического напряжения постоянного тока каналом «Ушунта»

Точки поверки, В	-75	-40	-10	10	40	75
$U_{изм}, В$						
$\delta, \%$						
$\delta_{доп}, \%$						

Определение относительной погрешности измерений электрического напряжения постоянного тока каналом «Токовые клещи»

Точки поверки, В		-1	-0,7	-0,3	0,3	0,7	1
Канал «ВКЛ»	$U_{изм}, В$						
	$\delta, \%$						
Канал «ОТКЛ»	$U_{изм}, В$						
	$\delta, \%$						
	$\delta_{доп}, \%$						

Определение относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току каналами «Вход 1», «Вход 2» при силе измерительного тока 4 мА

Точки поверки, Ом		600	1200	1800	2400
«Вход 1»	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
«Вход 2»	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
	$\delta_{доп}, \%$				

Определение относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току каналами «Вход 1», «Вход 2» при силе измерительного тока 60 мА

Точки поверки, Ом		40	80	120	160
«Вход 1»	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
«Вход 2»	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
	$\delta_{доп}, \%$				

Определение относительной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току каналами «Реостатные датчики»

Точки поверки, Ом		40	80	120	160
РД1	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
РД2	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
РД3	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
РД4	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
РД5	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
РД6	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
РД7	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
РД8	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
РД9	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
РД10	$R_{изм}, Ом$				
	$\delta, \%$				
	$\delta_{доп}, \%$				

Определение абсолютной погрешности измерений интервалов времени

Точки поверки, мс	100	5000
$t_d, мс$		
$t_{изм}, мс$		
$\Delta, мс$		

Определение основной абсолютной погрешности шага резьбы измерительного стержня

Точки поверки, мм	$L_{изм}, мм$	$L_d, мм$	$\Delta_i, мм$

Вариация _____

Абсолютная погрешность измерений линейных перемещений, мм _____

Определение основной абсолютной погрешности измерений угловых перемещений

Точка поверки, град	Измеренное значение, град	Действительное значение, град мин сек	Действительное значение, град	$\Delta, град$
15				
30				
60				
90				
120				
180				
240				
300				
360				

Максимальная абсолютная погрешность измерений угловых перемещений, град: _____

Заключение _____.

Поверитель _____

подпись

инициалы, фамилия