



ФБУ «Омский ЦСМ»

Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии
и испытаний в Омской области»

644116, Омская обл., г. Омск,
ул. Северная 24-я, д. 117А
☎ (3812) 68-07-99, 68-22-28
🌐 <https://csm.omsk.ru>
✉ info@ocsm.omsk.ru

Уникальный номер записи
об аккредитации в реестре
аккредитованных лиц

RA.RU.311670

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по метрологии
ФБУ «Омский ЦСМ»

С.П. Волков

«30» мая 2025 г.



«ГСИ. Комплексы оперативного контроля «Эксперт-Д». Методика поверки»

МП 5.7-0374-2025

г. Омск
2025 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы оперативного контроля «Эксперт-Д» (далее – комплексы) изготовленные Обществом с ограниченной ответственностью "Омский завод транспортного машиностроения" (ООО «ОЗТМ») и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки применяется для поверки комплексов, используемых в качестве рабочих средств измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Росстандарта № 1706 от 18 августа 2023 г., (далее – ГПС для СИ переменного электрического напряжения) и государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г. (далее – ГПС для СИ времени и частоты).

В результате проверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в Приложении А.

1.3 При определении метрологических характеристик комплекса в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость к государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 89-2008 ГПСЭ единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 - 3 \cdot 10^7$ Гц;

- ГЭТ1-2022 ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений применяется метод непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	–	–	10
Определение погрешности измерения частоты вращения	Да	Да	10.1
Определение погрешности измерения постоянного напряжения	Да	Да	10.2
Определение погрешности измерения переменного напряжения	Да	Да	10.3
Проверка рабочего диапазона частот при измерении среднеквадратического значения напряжения	Да	Да	10.4

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителей, изучившие методику поверки и эксплуатационную документацию (далее – ЭД) на комплексы и средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Основные и вспомогательные средства поверки

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средство измерений температуры воздуха в диапазоне измерений от + 15 до + 25 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ °C Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 3 % Средство измерений абсолютного давления в диапазоне измерений от 84,0 до 106,7 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
п. 9 Проверка программного обеспечения	—	Персональный компьютер
п. 10.1 Определение погрешности измерения частоты вращения	Рабочий эталон 5-го разряда по ГПС для СИ времени и частоты – Генератор сигналов специальной формы - диапазон частот от 1 мГц до 5 МГц. - погрешность установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ - диапазон установки значения размаха напряжения (от пика до пика) на нагрузке 50 Ом, от $2 \cdot 10^{-3}$ до 10 В	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3408/1 (рег. № 66780-17)
	Рабочий эталон 3-го разряда по ГПС для СИ переменного электрического напряжения – средство измерений СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 5 до 20000 Гц: 100 мВ, 1 В, 10 В с пределами допускаемой погрешности не более $\pm(0,0006 \cdot X + 0,0003 \cdot U)$ В	Мультиметр цифровой 34401А (рег. № 54848-13)

п. 10.3 Определение погрешности измерения переменного напряжения	Рабочий эталон 5-го разряда по ГПС для СИ времени и частоты – Генератор сигналов специальной формы - диапазон частот от 1 мГц до 5 МГц. - погрешность установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ - диапазон установки значения размаха напряжения (от пика до пика) на нагрузке 50 Ом, от $2 \cdot 10^{-3}$ до 10 В	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3408/1 (рег. № 66780-17)
	Рабочий эталон 3-го разряда по ГПС для СИ переменного электрического напряжения – средство измерений СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 5 до 20000 Гц: 100 мВ, 1 В, 10 В с пределами допускаемой погрешности не более $\pm(0,0006 \cdot X + 0,0003 \cdot U)$ В	Мультиметр цифровой 34401А (рег. № 54848-13)
п. 10.4 Проверка рабочего диапазона частот при измерении среднеквадратического значения напряжения	Рабочий эталон 5-го разряда по ГПС для СИ времени и частоты – Генератор сигналов специальной формы - диапазон частот от 1 мГц до 5 МГц. - погрешность установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ - диапазон установки значения размаха напряжения (от пика до пика) на нагрузке 50 Ом, от $2 \cdot 10^{-3}$ до 10 В	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3408/1 (рег. № 66780-17)
	Рабочий эталон 3-го разряда по ГПС для СИ переменного электрического напряжения – средство измерений СКЗ напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 5 до 20000 Гц: 100 мВ, 1 В, 10 В с пределами допускаемой погрешности, не более $\pm(0,0006 \cdot X + 0,0003 \cdot U)$ В	Мультиметр цифровой 34401А (рег. № 54848-13)
п. 10.2 Определение погрешности измерения постоянного напряжения	Диапазон воспроизведения выходного напряжения постоянного тока, В: от 0 до 20 В с пределом допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения выходного напряжения постоянного тока $\pm (0,0002 \cdot U_{\text{вых}} + 3)$ мВ	Источники питания постоянного тока АКИП-1112 (рег. № 75676-19)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие определение метрологических характеристик комплексов с требуемой точностью.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Лица, проводящие поверку, должны быть ознакомлены с правилами (условиями) безопасной работы комплексов и средств поверки, указанными в их эксплуатационной документации, и пройти инструктаж по технике безопасности.

6.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования по обеспечению безопасности, изложенные в Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок, ГОСТ ИЕС 61010-1-2014, ГОСТ 12.2.007.0-75.

6.3 Любые подключения проводить только при отключенном напряжении питания комплекса.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого комплекса следующим требованиям:

- комплектность представленного на поверку комплекса на соответствие комплектности, указанной в формуляре;
- визуально проверяют наличие и целостность маркировки комплекса; отсутствие механических повреждений корпуса блока обработки и управления (БОК) и датчика частоты вращения (ДО); надёжность крепления элементов конструкции; исправность и чистоту кабелей и разъёмов; наличие и состояние пломб;
- маркировка комплекса, расположение и целостность пломб должны соответствовать разделу «Маркировка и пломбирование» руководства по эксплуатации.

7.2 Не допускаются к дальнейшей поверке комплексы, у которых при осмотре выявлены следующие несоответствия или дефекты:

- отсутствует руководство по эксплуатации или формуляр;
- маркировка отсутствует или не соответствует данным руководства по эксплуатации;
- отсутствуют или нарушены пломбы;
- отсутствуют, расшатаны или повреждены детали корпуса, индикаторы;
- внутри комплекса имеются незакрепленные части;
- имеются нарушения зажимов внешних соединений, наличие на них следов чрезмерного нагрева, оплавления или обугливания.

7.3 Комплекс не соответствующий перечисленным требованиям, к дальнейшей поверке не допускается.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки и в процессе выполнения операций поверки проверяют и контролируют соответствие условий поверки требованиям, приведенным в п. 3 настоящей методики поверки.

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие операции:

- включить БОК. Дождаться окончания загрузки операционной системы. Запустить программу проведения измерений *measure*, для чего выбрать программу из меню автозапуска или введя в командной строке команду:

`./measure -qws`

Должно появиться основное окно программы, соответствующее рисунку 1.

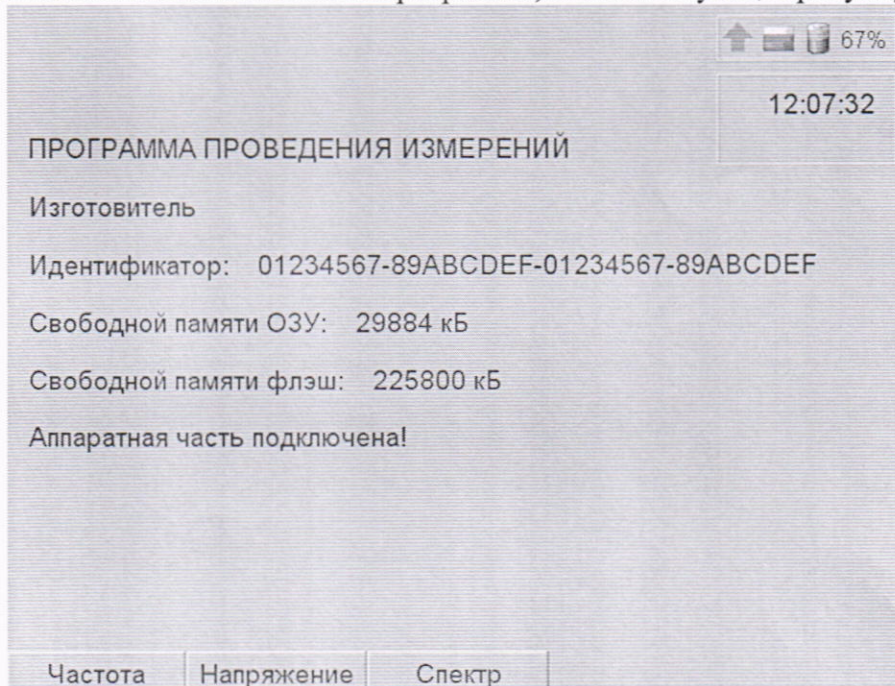


Рисунок 1 – Основное окно программы

8.3 Проверить соответствие значения идентификатора значению, приведённому в формуляре на комплекс.

8.4 Выбрать пункт меню «Частота» нажатием кнопки F3. Должно появиться окно измерения частоты вращения, соответствующее рисунку 2.

Измерение частоты вращения

Канал: ДО 1

Количество меток: 1

Количество усреднений: 10

Период опроса, с: 1

☒ Не останавливать

Измерение

Текущее: 2,50 Гц

Среднее: 2,50 Гц

История измерений

10	2.50 Гц	150.0 Об/мин
9	2.50 Гц	150.0 Об/мин
8	2.50 Гц	150.0 Об/мин
7	2.50 Гц	150.0 Об/мин
6	2.50 Гц	150.0 Об/мин
5	2.50 Гц	150.0 Об/мин
4	2.50 Гц	150.0 Об/мин
3	2.50 Гц	150.0 Об/мин
2	2.50 Гц	150.0 Об/мин
1	2.50 Гц	150.0 Об/мин

Измерять Гц->Об/мин Назад

Рисунок 2 – Окно измерения частоты вращения

8.5 Подключить датчик частоты вращения к разъёму «ДО1».

8.6 Установить следующие параметры измерения:

Канал – «ДО1»;
Количество меток – 1;
Период опроса, с – 0,5;
Количество усреднений – 10;
Не останавливать – установлено.

8.7 Переключение между полями производить кнопкой «ТАВ», выбор канала производить кнопками курсора, ввод количества меток, периода опроса и количества усреднений производить с кнопок цифровой клавиатуры, значение пункта «не останавливать» изменять кнопкой «Пробел».

8.8 Начать измерение частоты вращения, выбрав пункт меню «Измерять» нажатием кнопки F3. Провести перед рабочей частью датчика частоты вращения на расстоянии 1-2 см меткой (оптической или магнитной в зависимости от типа датчика). В полях «Текущее» и «Среднее» должны появиться значения измеряемой величины. В таблице «История измерений» должны появиться записи, состоящие из порядкового номера измерения и результата измерения в Гц и об/мин.

8.9 Переключить единицы измерения частоты вращения, выбрав соответствующий пункт меню нажатием кнопки F4. Единицы измерения в полях «Текущее» и «Среднее» должны измениться.

8.10 Повторить пункты 8.4...8.8 для всех каналов измерения частоты вращения, выведенных на разъёмы для данной модификации БОК.

8.11 Остановить измерение, выбрав пункт меню «Остановить» нажатием кнопки F3.

8.12 Вернуться к основному окну программы, выбрав пункт меню «Назад» нажатием кнопки F7.

8.13 Выбрать пункт меню «Напряжение» нажатием кнопки F4. Должно появиться окно настройки измерения напряжения, соответствующее рисунку 3.

Рисунок 3 – Окно настройки измерения напряжения

8.14 Установить следующие параметры измерения для всех трактов:

Каналы – «Канал 1», «Канал 2», «Канал 3», «Канал 4»;

Режим работы – «ВД03»;

Измеряемый параметр – «Постоянное напряжение»;

Время наблюдения – 0,5 с.

Переключение между полями производить кнопкой «ТАВ», выбор канала, режима работы, диапазона измерения и времени наблюдения производить кнопками курсора, выбор измеряемого параметра производить кнопкой «Пробел».

8.15 Начать измерение напряжение, выбрав пункт меню «Измерять» нажатием кнопки F3. Должно появиться окно проведения измерения напряжения, соответствующее рисунку 4. Измерение должно начаться автоматически.

Тракт 1	Тракт 2	Тракт 3	Тракт 4
Среднее, мВ 0.12	Среднее, В 0.020	Среднее, мВ 1.5	Среднее, мВ -0.01
СКЗ, мВ 0.27	СКЗ, В 0.000	СКЗ, мВ 0.1	СКЗ, мВ 0.07
Макс., мВ 1.01	Макс., В 0.021	Макс., мВ 1.8	Макс., мВ 0.30
Мин., мВ 1.00	Мин., В -0.018	Мин., мВ -1.1	Мин., мВ 0.30

Остановить Назад

Рисунок 4 – Окно проведения измерения напряжения

8.16 Проверить мультиметром наличие напряжения (15 ± 1) В на разъёмах, соответствующих каналам 1, 2, 3 и 4.

8.17 Вернуться к окну настройки измерения напряжения, выбрав пункт меню «Назад» нажатием кнопки F7.

8.18 Повторить пункты 8.14...8.17 для всех каналов измерения, выведенных на разъёмы для данной модификации БОК.

8.19 Вернуться к основному окну программы, выбрав пункт меню «Назад» нажатием кнопки F7.

8.20 Выбрать пункт меню «Спектр» нажатием кнопки F5. Должно появиться окно настройки вычисления спектра, соответствующее рисунку 5.

Тракт 1	Тракт 1	Тракт 1	Тракт 1
Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4
Режим Лин.вход 1	Режим Выключен	Режим Выключен	Режим Выключен

Условия получения спектров

Количество усреднений 3	ФНЧ 25600.00 Гц
	Количество линий 400

Измерять Назад

Рисунок 5 – Окно настройки вычисления спектра

8.21 Установить следующие параметры для всех трактов:

Каналы – «Канал 1», «Канал 2», «Канал 3», «Канал 4»;

Режим работы	–	«ВД03»;
Количество усреднений	–	3;
ФНЧ	–	25600;
Количество линий	–	400.

Переключение между полями производить кнопкой «ТАВ», выбор канала, режима работы, ФНЧ и количества линий производить кнопками курсора, количество усреднений ввести с цифровой клавиатуры.

8.22 Начать измерение напряжение, выбрав пункт меню «Измерять» нажатием кнопки F3. Должно появиться окно проведения вычисления спектра, соответствующее рисунку 6. Измерение должно начаться автоматически. По завершению измерения в строке статуса должна появиться надпись «Измерение завершено».

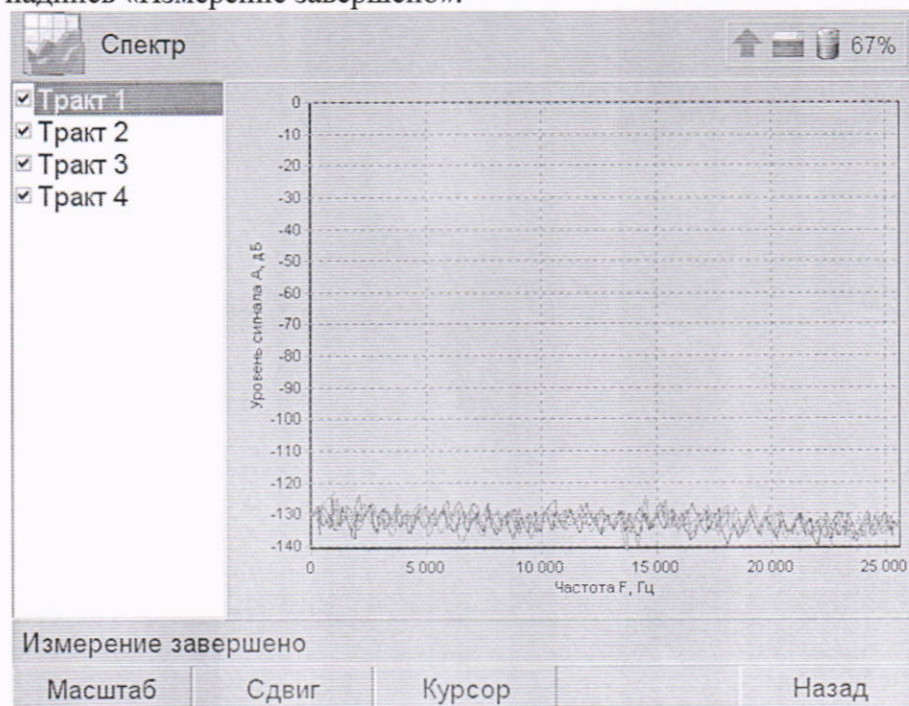


Рисунок 6 – Окно проведения вычисления спектра

8.23 Вернуться к окну настройки вычисления спектра, выбрав пункт меню «Назад» нажатием кнопки F7. Вернуться к основному окну программы, выбрав пункт меню «Назад» нажатием кнопки F7.

8.24 Завершить работу с программой, нажав на кнопку питания на лицевой панели БОК. Должно появиться окно завершения работы.

8.25 Выключить БОК, выбрав пункт «Да» нажатием кнопки F3.

8.26 Результат опробования считается положительным, если выполняются следующие условия:

- идентификатор программы соответствует приведённому в формуляре;
- для всех каналов измерения частоты вращения, выведенных на разъёмы для данной модификации БОК, датчик оборотов реагирует на метку;
- для всех каналов измерения напряжения, выведенных на разъёмы для данной модификации БОК, в момент измерения в режиме «ВД03» на разъёме присутствует напряжение (15 ± 1) В;
- были построены спектры сигналов для всех трактов.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификацию ПО проводить при запуске программы проведения измерений measure, для этого выбирают программу из меню автозапуска или введя в командной строке команду:

```
./measure -qws
```


9.2 Результат проверки считают положительным, если идентификационные признаки автономного ПО соответствуют приведенным в таблице 9.1, для встроенного ПО – в таблице 9.2.

Таблица 9.1 – Идентификационные признаки автономного ПО комплексов

Идентификационные данные (признаки)	Программа проведения измерений
Идентификационное наименование ПО	Measure
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.2
Цифровой идентификатор ПО	034CFE23-E2CC57B4-ABBF7193-98A33E54
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	MD5

Таблица 9.2 – Идентификационные признаки встроенного ПО комплексов

Идентификационные данные (признаки)	Программа субблока измерительного
Идентификационное наименование ПО	DSP03
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.0
Цифровой идентификатор ПО	исполняемый код недоступен для считывания и модификации
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	–

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение погрешности измерения частоты вращения

10.1.1 Основная относительная погрешность комплекса при измерении частоты вращения определяется по результатам измерения частоты вращения Ω в контрольных точках 75; 150; 300; 600; 1200; 2400; 4800; 7200 об/мин.

10.1.2 Подключить генератор согласно схеме приложения Б. Проверка проводится отдельно для каждого канала измерения частоты вращения в соответствии с модификацией комплекса.

10.1.3 Установить на генераторе режим генерации импульсов положительной полярности со следующими параметрами: напряжение нижнего уровня сигнала 0,1 В; напряжение верхнего уровня сигнала 3,1 В; частоту $F_{уст}$, Гц в соответствии с контрольной точкой $\Omega=75$ об/мин ($F_{уст} = \Omega/60$); скважность 50%.

10.1.4 Включить БОК, запустить программу проведения измерений и подключиться к комплексу.

10.1.5 Выбрать пункт меню «Частота».

10.1.6 Установить следующие параметры измерения:

Канал – «ДО1»;
 Количество меток – 1;
 Период опроса, с – 1;
 Количество усреднений – 10;
 Не останавливать – не установлено
 Измерение – «Об/мин».

10.1.7 Начать измерение частоты вращения, выбрав пункт меню «Измерять».

10.1.8 По завершению измерения определить относительную погрешность измерения частоты δ_F , %, по формуле:

$$\delta_F = \left| \frac{\Omega_{изм} - 60 \cdot F_{уст}}{60 \cdot F_{уст}} \right| \cdot 100, \quad (2)$$

где $\Omega_{изм}$ – показания комплекса в поле «Усредненное», об/мин;

$F_{уст}$ – частота, установленная на генераторе, Гц.

10.1.9 Повторить пункты 9.1.3 - 9.1.8 для контрольных точек 150; 300; 600; 1200; 2400; 4800; 7200 об/мин

10.1.10 Результат проверки считается положительным, если во всех контрольных точках относительная погрешность измерения частоты вращения не превышает 0,5 %.

10.2 Определение погрешности измерения постоянного напряжения

10.2.1 Основная абсолютная погрешность комплекса при измерении постоянного напряжения определяется по результатам измерения постоянного напряжения в следующих контрольных точках:

для режима «Лин.вход 1»: -9; -5; 0; 5; 9 В;

для режима «Лин.вход 2»: 1; 5; 10; 15; 19 В.

10.2.2 Подключить источник постоянного напряжения к БОК согласно схемы приложения В. Допускается вместо источника постоянного напряжения использовать генератор.

10.2.3 Установить следующие параметры измерения для всех трактов:

Каналы – «Канал 1», «Канал 2», «Канал 3», «Канал 4»;

Режим – в соответствии с контрольной точкой;

Измеряемый параметр – «Постоянное напряжение»;

Время наблюдения – 0,5 с.

10.2.4 Начать измерение напряжения, выбрав пункт меню «Измерять».

10.2.5 Установить на источнике величину постоянного напряжения в соответствии с проверяемой контрольной точкой. Величину напряжения контролировать мультиметром.

10.2.6 После окончания переходных процессов зафиксировать показания мультиметра и комплекса с точностью, равной дискретности показаний комплекса.

10.2.7 Определить для каждого тракта (номер тракта соответствует номеру канала) погрешность измерения постоянного напряжения Δ_{CP} , В, по формуле:

$$\Delta_{CP} = |U_{CP} - U_{DC}|, \quad (3)$$

где U_{CP} – показания комплекса в поле «Среднее», В;

U_{DC} – величина постоянного напряжения, измеренная мультиметром, В.

Результат проверки считается положительным, если во всех контрольных точках абсолютная погрешность измерения постоянного напряжения не превышает значений:

$$\text{для режима «Лин.вход 1»}: \Delta = 0,02 \cdot |U_{DC}| + 0,02, \quad (4)$$

$$\text{для режима «Лин.вход 2»}: \Delta = 0,02 \cdot |U_{DC} - 10| + 0,02, \quad (5)$$

10.3 Определение погрешности измерения переменного напряжения

10.3.1 Основная абсолютная погрешность комплекса при измерении СКЗ переменного напряжения определяется на частоте 1000 Гц по результатам измерения СКЗ переменного напряжения в режиме «Лин.вход 1» в следующих контрольных точках:

для диапазона от 0,001 до 7 В: 0,001; 0,01; 0,1; 1; 5; 7 В;

для диапазона от 1 до 1000 мВ: 1; 10; 100; 500; 1000 мВ;

для диапазона от 1 до 100 мВ: 1; 3; 10; 30; 100 мВ.

10.3.2 Подключить генератор к БОК согласно схемы приложения В.

10.3.3 Установить следующие параметры измерения для всех трактов:

Каналы – «Канал 1», «Канал 2», «Канал 3», «Канал 4»;

Режим – «Лин.вход 1»;

Измеряемый параметр – «Переменное напряжение»;

Диапазон – в соответствии с контрольной точкой;

Время наблюдения – 0,5 с.

10.3.4 Начать измерение напряжения, выбрав пункт меню «Измерять».

10.3.5 Установить на генераторе режим генерации синусоидального сигнала со следующими параметрами: действующее значение напряжения в соответствии с контрольной

точкой; частота 1000 Гц; напряжение смещения 0 В. Действующее значение переменного напряжения контролировать мультиметром.

10.3.6 После окончания переходных процессов зафиксировать показания мультиметра и комплекса с дискретностью, равной дискретности показаний комплекса.

10.3.7 Определить для каждого тракта погрешность измерения среднеквадратического значения напряжения $\Delta_{СКЗ}$, В или мВ в соответствии с контрольной точкой, по формуле:

$$\Delta_{СКЗ} = |U_{СКЗ} - U_{АС}|, \quad (6)$$

где $U_{СКЗ}$ – показания комплекса в поле «СКЗ», В или мВ в соответствии с контрольной точкой;

$U_{АС}$ – действующее значение напряжения переменного тока, измеренное мультиметром, В или мВ в соответствии с контрольной точкой.

10.3.8 Определить для контрольной точки предел допускаемой абсолютной погрешности измерения переменного напряжения Δ , В, по формуле:

$$\text{для диапазона от 0,001 до 7 В: } \Delta = 0,02 \cdot |U_{АС}| + 0,01, \quad (7)$$

$$\text{для диапазона от 1 до 1000 мВ: } \Delta = 0,02 \cdot |U_{АС}| + 0,001, \quad (8)$$

$$\text{для диапазона от 1 до 100 мВ: } \Delta = 0,05 \cdot |U_{АС}| + 0,0002, \quad (9)$$

где $U_{АС}$ – действующее значение переменного напряжения, измеренное мультиметром, В.

10.3.9 Результат проверки считается положительным, если для всех трактов в каждой контрольной точке абсолютная погрешность измерения СКЗ переменного напряжения не превышает предела допускаемой абсолютной погрешности измерения переменного напряжения.

10.4 Проверка рабочего диапазона частот измерения среднеквадратического значения напряжения

10.4.1 Проверка рабочего диапазона частот производится определением основной абсолютной погрешности комплекса по результатам измерения СКЗ переменного напряжения в режиме «Лин.вход 1» в контрольных точках 10; 100; 1000; 10000 Гц при следующих действующих значениях напряжения:

- для диапазона от 0,001 до 7 В: 6,3 В;
- для диапазона от 1 до 1000 мВ: 900 мВ;
- для диапазона от 1 до 100 мВ: 90 мВ.

10.4.2 Подключить генератор к БОК согласно схемы приложения В.

10.4.3 Включить БОК и запустить программу проведения измерений.

10.4.4 Выбрать пункт «Напряжение». Установить следующие параметры измерения для всех трактов:

Каналы – «Канал 1», «Канал 2», «Канал 3», «Канал 4»;

Режим – «Лин.вход 1»;

Измеряемый параметр – «Переменное напряжение»;

Диапазон – в соответствии с контрольной точкой;

Время наблюдения – 0,5 с.

10.4.5 Начать измерение напряжения, выбрав пункт меню «Измерять».

10.4.6 Установить на генераторе режим генерации синусоидального сигнала со следующими параметрами: действующее значение напряжения в соответствии с контрольной точкой; частота в соответствии с контрольной точкой; напряжение смещения 0 В. Действующее значение переменного напряжения контролировать мультиметром.

10.4.7 После окончания переходных процессов зафиксировать показания мультиметра и комплекса с точностью, равной дискретности показаний комплекса.

10.4.8 Определить для каждого тракта погрешность измерения среднеквадратического значения напряжения по формуле (6).

10.4.9 Результат проверки считается удовлетворительными, если для всех трактов, на всех контролируемых частотах погрешности измерения действующего значения переменного

напряжения не превышают значений, вычисленных по формулам (7) – (9) для напряжений 6,3 В, 900 мВ и 90 мВ, соответственно.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки свободной формы.

11.2 При положительных результатах поверки сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31 июля 2020 года № 2510 и делают соответствующую отметку в формуляре комплекса.

11.3 Если по результатам поверки, комплекс признан непригодным к применению, выписывается извещение о непригодности к применению установленного образца с указанием причин непригодности.

ФБУ «Омский ЦСМ», начальник отдела поверки и
калибровки средств измерений теплотехнических,
физико-химических величин и испытаний средств измерений

Д.А. Воробьев

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица 1А – Метрологические характеристики комплекса

Диапазон измерения частоты вращения, об/мин (Гц)	от 75 до 7200 (от 1,25 до 120)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты вращения, %	$\pm 0,5$
Характеристики комплекса при измерении напряжения	Приведены в таблице 2А
Диапазон частот измерения среднеквадратического значения переменного напряжения, Гц	от 10 до 10000
Параметры вычисляемого спектра	Приведены в таблице 3А

Таблица 2А – Метрологические характеристики комплекса при измерении напряжения

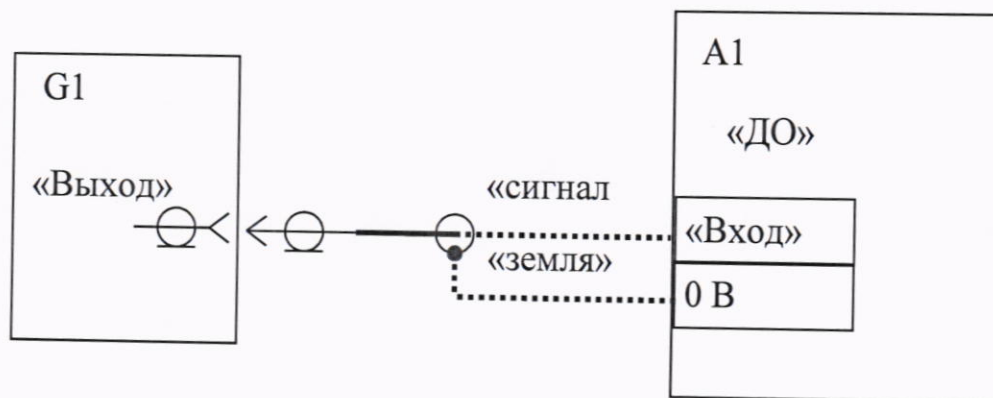
Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Дискретность отсчета	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
Постоянное напряжение	от минус 9 до 9 В	0,001 В	$\pm(0,02 \cdot U + 0,02)$
	от 1 до 19 В	0,001 В	$\pm(0,02 \cdot U - 10 + 0,02)$
Среднеквадратическое значение переменного напряжения	от 1 до 100 мВ	0,01 мВ	$\pm(0,05 \cdot U + 0,0002)$
	от 1 до 1000 мВ	0,1 мВ	$\pm(0,02 \cdot U + 0,001)$
	от 0,001 до 7 В	0,001 В	$\pm(0,02 \cdot U + 0,01)$
U – измеряемое напряжение, В			

Таблица 3А – Параметры вычисляемого спектра

Параметр	Значение
Исходное значение среднеквадратического значения напряжения A_0 , В	10
Погрешность вычисления амплитуды гармонической составляющей сигнала в диапазоне частот от 10 Гц до 10000 Гц, не более, дБ	± 1
Верхние граничные частоты поддиапазонов вычисления спектра, Гц	25; 50; 100; 200; 400; 800; 1600; 3200; 6400; 12800; 25600
Разрешающая способность вычисления спектра, линий	400; 800; 1600

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схема подключения приборов и оборудования при проверке погрешности комплекса при измерении частоты вращения



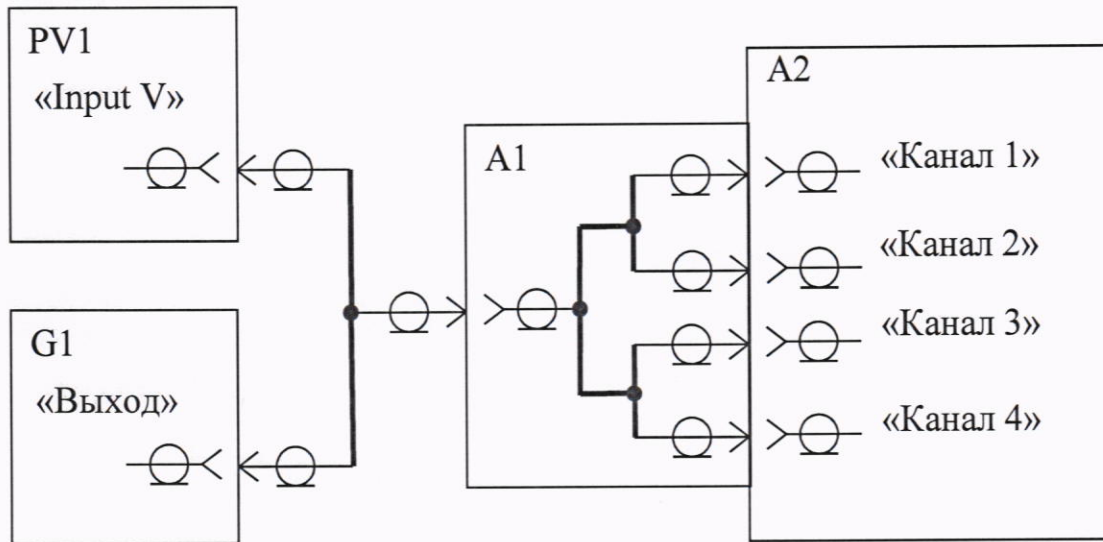
A1 – блок обработки и контроля комплекса (БОК)

G1 – генератор

Кабель для подключения генератора к входу «ДО» комплекса поставляется по заказу, допускается подключение генератора к комплексу производить кабелями, входящими в комплект его поставки.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Схема подключения приборов и оборудования при проверке погрешности измерения напряжения



A1 – разветвитель (поставляется по заказу)

A2 – блок обработки и контроля комплекса (БОК)

G1 – генератор или источник постоянного напряжения

PV1 – мультиметр

Подключение комплекса к генератору и мультиметру производить кабелями, входящими в комплект их поставки.