

Федеральное государственное унитарное предприятие
"Всероссийский научно-исследовательский институт им. Д.И.Менделеева"
ФГУП "ВНИИМ им. Д.И.Менделеева"

СОГЛАСОВАНО

И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н.Пронин

м.п.



2021 г.


И.о. генерального директора
КРИВЦОВ Е.П.
ВЕРЕННОСТЬ №23/2021
ОТ 17 МАЯ 2021

Государственная система обеспечения единства измерений


Анализаторы показателей качества электрической энергии SIRIUS-PWR

Методика поверки
МП 2203-0001-2021

Руководитель лаборатории
Госэталонов в области
электроэнергетики


Г.Б.Гублер

Научный сотрудник


Н.С.Алексеева

Санкт-Петербург, 2021г.

1 Общие положения

Настоящая методика предназначена для проведения первичной и периодической поверок анализаторов показателей качества электрической энергии SIRIUS-PWR (далее – анализатор).

Метрологические и технические характеристики анализаторов показателей качества электрической энергии SIRIUS-PWR соответствуют обязательным требованиям к средствам измерений по ГОСТ 8.551-2013 «Государственная поверочная схема для средств измерений электрической мощности и электрической энергии в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц», утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11.06.2014 г.

Поверка производится методом непосредственным сличением поверяемого средства измерений с эталонов той же единицы величины.

Допускается проведение при периодической поверки анализатора определение метрологических характеристик для меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, на основании письменного заявления владельца анализатора. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке.

Интервал между поверками – 2 года.

2 Перечень операций поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	п.7	+	+
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	п.8	+	+
Проверка программного обеспечения средства измерений	п.9	+	+
Определение метрологических характеристик средства измерений	п.10	+	+

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.).

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению измерений по поверке допускаются лица:

- имеющие опыт работы со средствами измерений электрических величин и приборами качества электроэнергии;
- изучившие руководство по эксплуатации поверяемого устройства и методику поверки конкретного типа устройства;
- аттестованные в качестве поверителей средств измерений электрических величин;
- обученные в соответствии с ССБТ по ГОСТ 12.0.004-79 и имеющие квалификационную группу не ниже III, согласно действующим «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей».

5 Метрологические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства измерений приведенные в таблице 2

Таблица 2

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1, 10.3, 10.6-10.9	Установка поверочная универсальная "УППУ-МЭ" - диапазон измерения напряжения переменного тока от 0,1 до 800 В - погрешность измерения напряжения переменного тока измерения силы переменного тока от 0,05 до 120 А - диапазон измерения силы переменного тока от 0,05 до 120 А; - погрешность измерения силы переменного тока $\pm[0,01+0,002 \cdot (1,2I_n/I - 1)]$ %; - диапазон измерения частоты от 40 до 70 Гц; - погрешность измерения частоты $\pm 0,001$ Гц; - диапазон измерения активной мощности 240 до 34560 Вт - погрешность измерения активной мощности $\pm[0,01+0,004 \cdot (1,44P_n/P - 1)]$ %; - диапазон измерения полной мощности 240 до 34560 В·А - погрешность измерения полной мощности $\pm[0,02+0,005 \cdot ((1,2U_n/U) + (1,2I_n/I) - 2)]$ %, - диапазон измерения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения (K_U) и тока (K_I) от 0 до 50; - погрешность измерения искажения синусоидальности кривой напряжения (K_U) и тока (K_I) $\pm 1,0$ %.
10.2, 10.4	Вольтметр–калибратор постоянного напряжения В2-43 с блоком ПНТ-04 - измерения напряжения постоянного тока от 20 мВ до 1000 В; - погрешность измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока не более $\pm[12 \text{ ppm} \cdot U_{\text{изм}} + 2 \text{ ppm} \cdot U_n]$ %; - диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 2 мА до 10 А; - погрешность измерения и воспроизведения напряжения постоянного тока не более $\pm[300 \text{ ppm} \cdot I_{\text{изм}} + 4 \text{ ppm} \cdot I_n]$ %
10.5	Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64 - диапазон измерения частоты от 0,005 до $1,5 \cdot 10^9$ Гц; - предел относительной погрешности кварцевого генератора по частоте $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ %.

5.2 Все используемые средства поверки измерений должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

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

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

Требования безопасности должны соответствовать рекомендациям, изложенным в эксплуатационной документации на поверяемые средства измерений.

Должны соблюдаться действующие "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", а также требования ГОСТ 12.3.019-80.

При проведении работ по поверке устройства должны соблюдаться действующие Правила Устройства Электроустановок (ПУЭ). Перед поверкой средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Присоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра анализатора проверяют:

- соответствие комплектности перечню, указанному в руководстве по эксплуатации анализатора;
- соответствие серийного/заводского номера указанному в руководстве по эксплуатации;
- маркировку и наличие необходимых надписей на наружных панелях;
- разборные контактные соединения должны иметь маркировку, а резьба винтов и гаек должна быть исправна;
- наличие заводских пломб, обеспечивающие безопасность от несанкционированного доступа, в соответствии с описанием типа
- наличие знака утверждения типа на эксплуатационной документации СИ в соответствии с описанием типа;
- на корпусе анализатора не должно быть трещин, царапин, забоин, сколов.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если комплектность и серийный номер соответствуют указанным в руководстве по эксплуатации, маркировка и надписи на наружных панелях соответствуют эксплуатационной документации, а также отсутствуют механические повреждения, способные повлиять на работоспособность анализатора.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке к поверке необходимо выполнить следующие операции:

- выдержать анализатор в условиях окружающей среды, указанных в п.3, не менее 1ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.3;
- соединить зажимы заземления используемых средств поверки с контуром заземления;
- подключите анализатор в соответствии с руководством по эксплуатации;
- включить питание и прогрейте анализатор при отсутствии входных сигналов в течение 20 мин;

Включить и прогреть эталонное оборудование в соответствии с ее эксплуатационной документацией.

Примечание - допускается во время прогрева аппаратуры проводить опробование.

8.2 Опробование анализатора проводится следующим образом:

- а) произведите подготовку анализатора к работе согласно руководству по эксплуатации;
- б) включите анализатор, при включении питания должен загореться индикатор красного цвета

Результаты опробования считаются положительным, если анализатор функционирует согласно руководству по эксплуатации.

9 Проверка программного обеспечения

Проверка программного обеспечения анализатора осуществляется путем проверки идентификационных данных ПО.

Идентификацию ПО производить следующим образом:

- произведите подготовку анализатора к работе согласно руководству по эксплуатации;

- проверьте целостность ПО, для чего необходимо на странице выбрать пункт меню «Параметры».

На экране отображается таблица с указанием номера версии ПО.

Номер версии должен соответствовать значениям, указанным в описании типа на устройство.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

Поверка проводится полностью в соответствии с комплектацией прибора, указанного в паспорте. Если прибор однофазный то поверяем только по одной фазе, если трехфазный то поверяем все фазы соответственно.

10.1 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока, проверка диапазона измерений.

Испытания проводят в следующей последовательности:

- а) подключите анализатор к установке согласно руководству по эксплуатации;
- б) задайте на выходе Установки испытательный сигнал в соответствующий 10 %, 30 %, 50 %, 70 %, 90 % от выбранного предела измерений входного сигнала.
- в) через 60 с после начала формирования испытательного сигнала считайте значения измеряемых характеристик с анализатора и эталона, запишите показания в протокол;
- г) последовательно выполните операции, указанные в п.п. а)...в) настоящего подраздела, для всех комплексных испытательных сигналов, заданных в п.п б).

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа.

10.2 Определение основной абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, проверка диапазонов измерений.

Проверяемые анализаторы подключают к калибратору, соблюдая правильность подключения.

Устанавливают на выходе калибратора значение напряжения постоянного тока, соответствующее 10 %, 30 %, 50 %, 70 %, 90 % от выбранного предела измерений входного сигнала.

Фиксируют значения напряжения постоянного тока, измеренные проверяемым прибором.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле (1).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа.

10.3 Определение основной абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, проверка диапазонов измерений.

Проверяемый анализатор подключают к калибратору, соблюдая правильность подключения.

Устанавливают на выходе калибратора значение силы постоянного тока, соответствующее 10 %, 30 %, 50 %, 70 %, 90 % от выбранного предела измерений входного сигнала.

Фиксируют значения силы постоянного тока, измеренные проверяемым прибором.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерения силы переменного тока, проверка диапазона измерений.

При проведении испытаний выполняются следующие операции:

- а) подключите анализатор к установке согласно руководству по эксплуатации;
- б) дайте на выходе Установки испытательный сигнал в соответствующий 10 %, 30 %, 50 %, 70 %, 90 % от выбранного предела измерений входного сигнала..
- в) через 60 с после начала формирования испытательного сигнала считайте значения измеряемых характеристик с анализатора и эталона в режим индикации текущих значений измеряемых параметров, запишите показания в протокол;
- г) последовательно выполните операции, указанные в п.п. а)...в) настоящего подраздела, для всех комплексных испытательных сигналов, заданных в п.п б).
- д) последовательно выполните операции, указанные в п.п. а)...г) настоящего подраздела, для всех диапазонов (Iном).

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, указанных в описании типа.

10.5 Определение приведенной погрешности измерения частоты, проверка диапазона измерений.

Определение приведенной погрешности измерения частоты производить при номинальном значении напряжения и при значениях частоты, приведенных в таблице 3.

Таблица 3

Значение поданного сигнала частоты, Гц	Измеренное значение частоты, Гц	Значение приведенной погрешности измерений, Гц
16.7		
40		
50		
60		
400		
800		

Выполнить следующие операции:

- а) подключите анализатор к частотомеру согласно руководству по эксплуатации;
- б) задайте на выходе частотомера испытательный сигнал в соответствии с таблицей 3.
- в) через 60 с после начала формирования испытательного сигнала считайте значения измеряемых характеристик с анализатора и частотомера, запишите показания в протокол;
- г) последовательно выполните операции, указанные в п.п. а)...в) настоящего подраздела, для всех комплексных испытательных сигналов, заданных в таблице 3.

Результат испытаний считается удовлетворительным, если абсолютная погрешность измерения частоты не превышает нормируемых значений, указанных в описании типа.

10.6 Определение относительной погрешности измерения активной мощности.

При проведении поверки выполняются следующие операции:

- а) подключите анализатор к установке согласно руководству по эксплуатации;
- б) задайте на выходе Установки испытательный сигнал в соответствии с таблицей 4.
- в) через 60 с после начала формирования испытательного сигнала считайте значения измеряемых характеристик с анализатора и эталона, запишите показания в протокол;
- г) последовательно выполните операции, указанные в п.п. а)...в) настоящего подраздела, для всех комплексных испытательных сигналов, заданных в таблице 4.

Таблица 4

Напряжение, В	Ток, % от $I_{ном}$	Cos φ	Погрешность			
			δP_a , %	δP_b , %	δP_c , %	δP_{Σ} , %
220	100	1,0				
		0,9L				
		0,9C				
220	20	1,0				
		0,9L				
		0,9C				
220	100	1,0				
60	75	1,0				
		0,9L				
		0,9C				
60	50	1,0				

10.7 Определение относительной погрешности измерений реактивной мощности.

При проведении поверки выполняются следующие операции:

- а) подключите анализатор к установке согласно руководству по эксплуатации;
- б) задайте на выходе Установки испытательный сигнал в соответствии с таблицей 5.
- в) через 60 с после начала формирования испытательного сигнала считайте значения измеряемых характеристик с анализатора и эталона, запишите показания в протокол;
- г) последовательно выполните операции, указанные в п.п. а)...в) настоящего подраздела, для всех комплексных испытательных сигналов, заданных в таблице 5.

Таблица 5

Напряжение, В	Ток, % от $I_{ном}$	Sinφ	Погрешность			
			δQ_a , %	δQ_b , %	δQ_c , %	δQ_{Σ} , %
220	100	1,0				
		0,9L				
		0,9C				
220	20	1,0				
		0,9L				
		0,9C				
220	10	1,0				
60	75	1,0				
		0,9L				
		0,9C				
60	50	1,0				

10.8 Определение относительной погрешности измерений полной мощности.

При проведении поверки выполняются следующие операции:

- а) подключите анализатор к установке согласно руководству по эксплуатации;
- б) задайте на выходе Установки испытательный сигнал в соответствии с таблицей 6.
- в) через 60 с после начала формирования испытательного сигнала считайте значения измеряемых характеристик с анализатора и эталона, запишите показания в протокол;
- г) последовательно выполните операции, указанные в п.п. а)...в) настоящего подраздела, для всех комплексных испытательных сигналов, заданных в таблице 6.

Таблица 6

Напряже ние, В	Ток, % от I _{ном}	Cos φ	Измеренные значения			
			δSa, %	δSb, %	δSc, %	δS _Σ , %
220	100	1,0				
		0,9L				
		0,9C				
220	20	1,0				
220	10	1,0				

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормированных значений, указанных в описании типа.

10.9 Определение относительной погрешности измерения суммарного коэффициента гармонической составляющей напряжения, THD.

Поверку проводят в следующей последовательности:

- а) подключите анализатор к установке согласно руководству по эксплуатации;
- б) задайте на выходе Установки испытательный сигнал в соответствии с таблицей 7.
- в) через 60 с после начала формирования испытательного сигнала считайте значения измеряемых характеристик с анализатора и эталона, запишите показания в протокол;
- г) последовательно выполните операции, указанные в п.п. а)...в) настоящего подраздела, для всех комплексных испытательных сигналов, заданных в таблице 7.

Таблица 7

Ku, %	Отн. погрешность, %		
	Фаза А	Фаза В	Фаза С
45			
10			
1			

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормированных значений, указанных в описании типа.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений

Производится расчет погрешности измерений.

Абсолютную погрешность измерения определяют по формуле:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{уст}}, \quad (1)$$

где: $X_{\text{уст}}$ – показания калибратора;
 $X_{\text{изм}}$ – показания поверяемого анализатора.

Относительную погрешность измерения определяют по формуле:

$$\delta = ((X_{\text{изм}} - X_{\text{уст}}) / X_{\text{уст}}) \cdot 100\%, \quad (2)$$

где: $X_{\text{уст}}$ – показания калибратора;
 $X_{\text{изм}}$ – показания поверяемого анализатора.

11.2 Критерии принятия решения о соответствии СИ метрологическим требованиям, установленным в описании типа СИ.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если полученные значения погрешностей не превышают нормированных значений, указанных в описании типа.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты проверок устройства оформляют путем записи в протоколе поверки, установленной формы.

12.2 При положительных результатах поверки знак поверки в виде оттиска поверительного клейма наносится на паспорт и/или в свидетельство о поверке анализатора.

12.3 Анализатор, прошедший поверку с отрицательным результатом хотя бы в одном из пунктов поверки, запрещается к эксплуатации и на него выдается извещение о непригодности, с указанием причин его выдачи. Клеймо предыдущей поверки гасится.

Приложение А
Метрологические характеристики анализаторов

Таблица – Метрологические характеристики анализаторов

Наименование характеристики	Значение
<p>Диапазон измерений напряжения переменного тока (амплитудные значения), В Для модулей SIRIUSi</p> <p>Для модулей SIRIUSi-HS</p>	<p>от 0 до 50 вкл. св. 50 до 1200</p> <p>от 0 до 20 вкл. св. 20 до 50 вкл. св. 50 до 100 вкл. св. 100 до 200 вкл. св. 200 до 400 вкл. св. 400 до 800 вкл. св. 800 до 1600 вкл.</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока на частоте от 42,5 до 69 Гц, В Для модулей SIRIUSi предел 1200 В предел 50 В Для модулей SIRIUSi-HS $U_{ном} - 20 В; 50 В; 100 В; 200 В; 400 В; 800 В; 1600 В$</p>	<p>$\pm(0,05\%U_{изм} + 0,1)$ $\pm(0,05\%U_{изм} + 0,05)$</p> <p>$\pm(0,03\%U_{изм} + 0,02\%U_{ном})$</p>
<p>Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В Для модулей SIRIUSi</p> <p>Для модулей SIRIUSi-HS</p>	<p>от -50 до +50 от -1200 до +1200</p> <p>от -20 до +20 от -50 до +50 от -100 до +100 от -200 до +200 от -400 до +400 от -800 до +800 от -1600 до +1600</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В Для модулей SIRIUSi предел 1200 В предел 50 В Для модулей SIRIUSi-HS $U_{ном} - 20 В; 50 В; 100 В; 200 В; 400 В; 800 В; 1600 В$</p>	<p>$\pm(0,05\%U_{изм} + 0,1)$ $\pm(0,05\%U_{изм} + 0,05)$</p> <p>$\pm(0,03\%U_{изм} + 0,02\%U_{ном} + 0,04)$</p>
<p>Диапазон измерений силы переменного тока, А Где I_n – номинальное значение применяемых клещей</p>	<p>от $0,1 \cdot I_n$ до $1,2 \cdot I_n$</p>
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока на частоте от 42,5 до 69 Гц, %</p>	<p>$\pm 0,05$ + погрешность применяемых клещей</p>
<p>Диапазон измерений силы постоянного тока, А Где I_n – номинальное значение применяемых клещей</p>	<p>от $0,1 \cdot I_n$ до $1,2 \cdot I_n$</p>
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы постоянного тока, %</p>	<p>$\pm 0,03$ + погрешность применяемых клещей</p>
<p>Диапазон измерений частоты, Гц</p>	<p>от 0,5 до 800</p>

Наименование характеристики	Значение
($f_{\text{ном}}$ - 16,7 Гц; 50 Гц; 60 Гц; 400 Гц; 800 Гц)	
Пределы допускаемой приведенной к диапазону измерения частоты погрешности, %	$\pm 0,03$
Диапазон измерений суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения [KU], %	от 0 до 100
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения [KU], %	$\pm 5,0$
Диапазон измерений коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка h [KU(h)], % h от 2 до 50	от 0 до 50
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка h [KU(h)], %	$\pm 5,0$
Диапазон измерений коэффициента несимметрии напряжения по обратной [K _{2U}] и нулевой последовательности [K _{0U}], %	от 0 до 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения коэффициента несимметрии напряжения по обратной [K _{2U}] и нулевой последовательности [K _{0U}], %	$\pm 0,15$
Диапазон измерения активной, реактивной и полной мощности, Вт, вар, В·А, где (I _н) – используемый диапазон измерений силы переменного тока, (U _н) – номинальное напряжение	(I _н)·(U _н)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активной, реактивной и полной мощности, % при K _p > 0,9.	$\pm 0,2$ + погрешность применяемых клещей
С применением токовых клещей DS-CLAMP-5AC	
Диапазоны измерений силы переменного тока, А	от 0,5 до 6
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока на частоте от 42,5 до 69 Гц, % для диапазона измерения от 0,5 А до 1 А включ. для диапазона измерения св. 1 А до 10 А	$\pm 2,0$ $\pm 1,2$
С применением токовых клещей DS-CLAMP-15AC	
Диапазоны измерений силы переменного тока, А	от 1,5 до 18
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока на частоте от 42,5 до 69 Гц, %	$\pm 1,5$
С применением токовых клещей DS-CLAMP-200AC	
Диапазоны измерений силы переменного тока, А	от 20 до 240
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока на частоте от 42,5 до 69 Гц, % для диапазона измерения от 20 А до 100 А включ. для диапазона измерения св. 100 А до 240 А	$\pm 3,0$ $\pm 1,5$
С применением токовых клещей DS-CLAMP-1000AC	
Диапазоны измерений силы переменного тока, А	от 100 до 1200

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока на частоте от 42,5 до 69 Гц, %	$\pm 0,6$
С применением токовых клещей DS-CLAMP-150DC	
Диапазоны измерений силы переменного тока, А	от 15 до 180
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока на частоте от 42,5 до 69 Гц, %	$\pm 1,0$
Диапазоны измерений силы постоянного тока, А	от 20 до 240
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока, %	$\pm 1,0$
С применением токовых клещей DS-FLEX-3000-17	
Диапазоны измерений силы переменного тока, А	от 0,03 до 3,6 от 3 до 36 от 30 до 360 от 300 до 3600
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока на частоте от 42,5 до 69 Гц, %	$\pm 2,5$