

СОГЛАСОВАНО
Заместитель главного метролога
АО «ПриСТ»



А. Е. Бреев

«10» октября 2024 г.

«ГСИ. ОСЦИЛЛОГРАФЫ ЦИФРОВЫЕ АКИП-4131В.
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ»

МП-ПР-31-2024

Москва
2024

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на осциллографы цифровые АКИП-4131В (далее – осциллографы) и устанавливает методы и средства поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых осциллографов к государственным первичным эталонам единиц величин в соответствии с:

- ГЭТ 182-2010 «ГПСЭ единицы импульсного электрического напряжения с длительностью импульса от $4 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ с», утвержденной приказом Росстандарта № 3463 от 30.12.2019.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в Приложении А.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.3 применяется метод прямых измерений, по пункту 10.4 применяется метод стробоскопического преобразования.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средств измерений	Да	Да	Раздел 7
2 Подготовка к поверке и опробование средств измерений	Да	Да	Раздел 8
3 Проверка программного обеспечения	Да	Да	Раздел 9
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			Раздел 10
5 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока	Да	Да	10.1
6 Проверка ширины полосы пропускания	Да	Да	10.2
7 Определение времени нарастания переходной характеристики	Да	Да	10.3
8 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	Да	Да	10.4
9 Оформление результатов поверки	Да	Да	Раздел 11

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 °С до +25 °С;
- относительная влажность от 20 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение сети питания от 198 до 242 В;
- частота сети питания от 49,5 до 50,5 Гц.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка осциллографов цифровых АКИП-4131В должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с руководством по эксплуатации и освоившими работу с осциллографами и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

4.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь

действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1	Средства измерений температуры окружающей среды от +10 до +30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Манометр абсолютного давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
	Средства измерений переменного напряжения в диапазоне от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения не более 2 %. Средства измерений частоты от 45 до 60 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты не более 1 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)
10.1 – 10.4	Эталоны единицы импульсного электрического напряжения, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений импульсного электрического напряжения, утвержденной приказом Росстандарта № 3463 от 30.12.2019, в диапазонах воспроизведения частоты синусоидального сигнала от 0,1 Гц до 2 ГГц, времени нарастания импульсов до 500 пс. Эталоны единицы напряжения постоянного тока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023, в диапазоне значений напряжения ± 240 В.	Калибратор осциллографов 9500В (рег. № 30374-13)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требования правил по охране труда при эксплуатации

электроустановок, утвержденных приказом Минтруда России от 15 декабря 2020 года N 903н.

6.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по эксплуатации.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого осциллографа следующим требованиям:

– не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;

– все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- средства поверки и поверяемый осциллограф должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации и прогреты в течение 30 минут;

- должен быть выполнен контроль условий по обеспечению безопасности проведения поверки (раздел 5);

- должен быть выполнен контроль условий проведения поверки (раздел 3).

8.2 Для проверки функционирования основных режимов - подключить калибратор Fluke 9500В с использованием формирователя 9530 на вход 1 осциллографа. Подать с калибратора симметричный меандр частотой 1 кГц и размахом 1 В. Коэффициент отклонения поверяемого осциллографа установить равным 200 мВ/дел, коэффициент развертки 1 мс/дел. При этом на экране осциллографа должен наблюдаться сигнал с размером изображения по вертикали равным пяти большим делениям шкалы и размером изображения по горизонтали в виде десяти периодов сигнала.

8.3 При изменении значения коэффициента отклонения должно наблюдаться изменение высоты изображения импульсов. При изменении значения коэффициента развертки должно наблюдаться изменение ширины изображения импульсов.

8.4 Опробование провести для каждого канала осциллографа.

При отрицательном результате опробования осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

После опробования выполнить предварительную самокалибровку осциллографа. Для этого войти в меню «UTILITY» и произвести калибровку согласно руководству по эксплуатации.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверка программного обеспечения осциллографов проводится путем вывода на дисплей прибора информации о версии программного обеспечения согласно процедуры из руководства по эксплуатации.

Результат проверки считать положительным, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже V1.01.0047
Примечание: номер версии ПО определяется по первым трем цифрам, разделенными точками; допускаются любые дополнительные буквенно-цифровые обозначения.	

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Допускается проведение периодической поверки отдельных измерительных каналов осциллографов с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

10.1 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока и проводить с помощью калибратора осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530.

10.1.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530 ко входу первого канала осциллографа. Остальные каналы должны быть выключены.

10.1.2. Выполнить сброс на начальные установки осциллографа.

10.1.3 Выбрать для измерений канал 1 осциллографа. Коэффициент отклонения 1 мВ/дел, коэффициент развертки 1 мс/дел.

10.1.4 Выполнить на поверяемом осциллографе следующие настройки в соответствии с руководством по эксплуатации:

- настройки канала: связь по входу DC, ограничение полосы пропускания включено, делитель x1;

10.1.5 Перевести калибратор Fluke 9500В в режим воспроизведения напряжения постоянного тока положительной полярности на нагрузке 1МОм.

10.1.6 Подать напряжение с калибратора на вход канала 1 осциллографа, величиной 3 деления по экрану осциллографа. При этом неиспользуемый канал должен быть отключен.

10.1.7 Произвести измерения входного напряжения постоянного тока в автоматическом режиме измерения осциллографа. Для этого войти в меню измерений «Measure» осциллографа, выбрать режим измерения среднего значения напряжения «Mean», считать измеренное значение.

10.1.8 Провести измерения по п. п. 10.1.1 – 10.1.7 для остальных положений переключателя «В/дел» поверяемого осциллографа при уровне напряжения (изображения по вертикали), равных 3 делениям шкалы.

10.1.9 Провести измерения по п. п. 10.1.1 – 10.1.8 для отрицательной полярности напряжения калибратора.

10.1.10 Провести измерения по п. п. 10.1.1 – 10.1.9 для остальных каналов осциллографа. При этом неиспользуемые каналы должны быть отключены.

Определить абсолютную погрешность измерения напряжения постоянного тока по формуле (1):

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{9500\text{В}} \quad (1)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения, измеренное поверяемым осциллографом, В;

$U_{9500\text{В}}$ – значение амплитуды, установленное на калибраторе, В.

Таблица 5 – Определение пределов абсолютной допускаемой погрешности измерения напряжения постоянного тока

Установленный коэффициент отклонения	Значение напряжения постоянного тока, установленное на калибраторе	Значение напряжения постоянного тока, измеренное осциллографом	Допускаемые пределы измерения напряжения постоянного тока	
			Нижний предел	Верхний предел
1 мВ/дел	+3 мВ		+1,68 мВ	+4,32 мВ
	-3 мВ		-4,32 мВ	-1,68 мВ
2 мВ/дел	+6 мВ		+4,36 мВ	+7,64 мВ
	-6 мВ		-7,64 мВ	-4,36 мВ
5 мВ/дел	+15 мВ		+12,4 мВ	+17,6 мВ
	-15 мВ		-17,6 мВ	-12,4 мВ
10 мВ/дел	+30 мВ		+26,6 мВ	+33,4 мВ
	-30 мВ		-33,4 мВ	-26,6 мВ
20 мВ/дел	+60 мВ		+54,2 мВ	+65,8 мВ
	-60 мВ		-65,8 мВ	-54,2 мВ
50 мВ/дел	+150 мВ		+137 мВ	+163 мВ
	-150 мВ		-163 мВ	-137 мВ
100 мВ/дел	+300 мВ		+275 мВ	+325 мВ
	-300 мВ		-325 мВ	-275 мВ
200 мВ/дел	+600 мВ		+551 мВ	+649 мВ
	-600 мВ		-649 мВ	-551 мВ
0.5 В/дел	+1.50 В		+1,379 В	+1,621 В
	-1.50 В		-1,621 В	-1,379 В
1 В/дел	+3.0 В		+2,759 В	+3,241 В
	-3.0 В		-3,241 В	-2,759 В
2 В/дел	+6.0 В		+5,519 В	+6,481 В
	-6.0 В		-6,481 В	-5,519 В
5 В/дел	+15 В		+13,799 В	+16,201 В
	-15 В		-16,201 В	-13,799 В
10 В/дел	+30 В		+27,599 В	+32,401 В
	-30 В		-32,401 В	-27,599 В
20 В/дел	+60 В		+55,199 В	+64,801 В
	-60 В		-64,801 В	-55,199 В

Результаты операции поверки считать положительными, если погрешности измерения напряжения постоянного тока не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 4.

10.2 Проверка ширины полосы пропускания

Проверку ширины полосы пропускания осциллографа проводить методом прямого измерения осциллографом синусоидального сигнала, воспроизводимого калибратором осциллографов Fluke 9500В.

10.2.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530 ко входу первого канала осциллографа.

10.2.2 Выполнить на осциллографе сброс на заводские настройки и произвести следующие установки:

- канал 1: включен;
- коэффициент отклонения осциллографа: $K_0=1$ мВ/дел;
- коэффициент развертки: 10 мкс/дел.

10.2.3 Установить на выходе калибратора синусоидальный сигнал частотой 50 кГц, размах сигнала от 4 до 6 делений по вертикали. Измерить размах сигнала $U_{оп}$ при помощи автоматических измерений осциллографа: Amplitude (Амплитуда). Для получения результата измерения произвести считывание максимального значения результата измерения при числе измерений не менее 50.

10.2.4 Установить на осциллографе полоса пропускания – Full (Полная).

10.2.5 Установить на выходе калибратора сигнал с частотой, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа.

10.2.6 Установить на поверяемом осциллографе величину коэффициента развертки 10 нс/дел.

10.2.7 Записать измеренный осциллографом размах сигнала при частоте сигнала с калибратора, соответствующей верхнему пределу полосы пропускания поверяемого осциллографа.

10.2.8 Повторить измерения по п. п. 10.2.1 – 10.2.7 для значений коэффициентов отклонения, устанавливаемых из ряда: 2 мВ/дел, 5 мВ/дел, 10 мВ/дел, 20 мВ/дел, 50 мВ/дел, 100 мВ/дел, 200 мВ/дел, 500 мВ/дел, 1 В/дел.

10.2.9 Провести измерения по п. п. 10.2.1 – 10.2.8 для остальных каналов осциллографа. Не используемые каналы должны быть выключены.

Результаты поверки считать положительными, если измеренное значение амплитуды сигнала при частоте сигнала с калибратора, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа не менее $0,708 \cdot U_{оп}$, что соответствует уровню -3 дБ.

Результаты операции поверки считать положительными, если измеренные значения импульсного напряжения не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Полоса пропускания по уровню -3 дБ

Модификации	Полоса пропускания по уровню -3 дБ, МГц
АКИП-4131/1В	100
АКИП-4131/2В	200

10.3 Определение времени нарастания переходной характеристики

Определение времени нарастания переходной характеристики (ПХ) производить методом прямого измерения путем подачи на вход осциллографа импульса с малым временем нарастания от калибратора осциллографов Fluke 9500В.

10.3.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530 ко входу первого канала осциллографа через нагрузку 50 Ом.

Остальные каналы должны быть выключены.

10.3.2 Выполнить следующие установки на осциллографе:

- канал 1: включен;
- полоса пропускания: Full (Полная);
- тип синхронизации: Edge (Фронт);
- значение коэффициента развертки: минимальное, при котором наблюдается фронт импульса;
- режим измерения: Rise (Время нарастания), статистика измерений включена;
- коэффициент отклонения $K_0=1$ мВ/дел.

10.3.3 Установить амплитуду импульса на экране осциллографа не меньше 6 делений по вертикали. Произвести считывание среднего значения результата измерения времени нарастания.

10.3.4 Повторить измерения по п. п. 10.3.1 – 10.3.3 для коэффициентов отклонения, устанавливаемых из ряда: 2 мВ/дел, 5 мВ/дел, 10 мВ/дел, 20 мВ/дел, 50 мВ/дел, 100 мВ/дел, 200 мВ/дел, 500 мВ/дел, 1 В/дел.

10.3.5 Повторить измерения по п. п. 10.3.1 – 10.3.4 для остальных каналов осциллографа. Не используемые каналы должны быть выключены.

Результаты операции поверки считать положительными, если значения времени нарастания не превышают значений, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 – Значение времени нарастания переходной характеристики

Модификация осциллографов	Допускаемое значение времени нарастания ПХ, нс, не более
АКИП-4131/1В	3,5
АКИП-4131/2В	2,2

10.4 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора проводить методом стробоскопического преобразования с помощью калибратора осциллографов Fluke 9500В.

10.4.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500В с использованием формирователя 9530 ко входу 1 осциллографа.

10.4.2 Выполнить следующие установки осциллографа:

- канал 1 – Включен;
- полоса пропускания – Full (Полная);
- тип синхронизации – Edge (Фронт);
- режим измерения – Frequency (Частота);
- коэффициент отклонения – 100 мВ/дел.

10.4.3 Подать на вход осциллографа синусоидальный сигнал с калибратора, частотой $f_{\text{тест}}=10$ МГц. Размах сигнала с калибратора установить не менее 6 делений по вертикальной шкале осциллографа.

10.4.4 В меню осциллографа «Сбор информации» установить минимальное значение длины памяти.

10.4.5 Установить коэффициент развертки осциллографа 20 мс/дел, или другой (в зависимости от удобства наблюдения стробоскопического эффекта). На экране осциллографа будет присутствовать низкочастотный сигнал.

Таким образом, в режиме автоматических измерений осциллографа по входу 1 канала измеряется частота сигнала в стробоскопическом эффекте $F_{\text{строб}}$, равная абсолютной погрешности частоты опорного генератора осциллографа.

10.4.6 Измерить $F_{\text{строб}}$ по автоматическим измерениям осциллографа, режим измерения - Частота.

Результаты поверки считать положительными, если измеренное значение частоты в стробоскопическом эффекте не превышает 50 Гц.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки, по заявлению владельца средства измерений

или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) наносится знак поверки на средство измерений.

11.3 При отрицательных результатах поверки (когда не подтверждается соответствие осциллографов метрологическим требованиям), по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

11.4 Протоколы поверки оформляются в соответствии с требованиями, установленными в организации, проводившей поверку.

Начальник отдела испытаний АО «ПриСТ

О. В. Котельник

Ведущий инженер по метрологии
отдела испытаний АО «ПриСТ»

Е. Е. Смердов

Таблица А1 – Метрологические характеристики осциллографов

Наименование характеристики	Значение	
	АКИП-4131/1В	АКИП-4131/2В
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения, мВ - при K_0 менее 10 мВ/дел - при K_0 свыше 10 мВ/дел	$\pm(0,04 \cdot 8[\text{дел}] \cdot K_0[\text{мВ/дел}] + 1)$ $\pm(0,03 \cdot 8[\text{дел}] \cdot K_0[\text{мВ/дел}] + 1)$	
Полоса пропускания по уровню -3 дБ, МГц, не менее	100	200
Время нарастания переходной характеристики, нс, не более	3,5	2,2
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора (δ_f)	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$	
Примечание: K_0 – значение коэффициента отклонения, мВ/дел		