

ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
ФГУП «ВНИИМС»

СОГЛАСОВАНО  
Директор  
ООО ЦМИ «Урал-Гео»



А.Ф. Аминев

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Модули инклинометрии и ГК LWD 48.04.00.00.000 забойных телеметрических систем с гидравлическим каналом связи Вектор**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 203-28-2021**

Москва, 2021 г.

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на модули инклинометрии и ГК LWD 48.04.00.00.000 забойных телеметрических систем с гидравлическим каналом связи Вектор (далее по тексту – инклинометры) изготавливаемые АО НПФ «Геофизика» Республика Башкортостан, г. Уфа и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1 модули инклинометрии и ГК LWD 48.04.00.00.000 забойных телеметрических систем с гидравлическим каналом связи Вектор не относятся к многоканальным измерительным, многопредельным и многодиапазонным средствам измерений, не состоят из нескольких автономных блоков и не предназначены для измерений (воспроизведения) нескольких величин. Поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений не предусмотрена.

1.2 Инклинометры до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр инклинометров.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр инклинометров, находящийся в эксплуатации, через установленный межповерочный интервал. Инклинометры, введенные в эксплуатацию и находящиеся на длительном хранении (более одного межповерочного интервала), подвергаются периодической поверке только после окончания хранения.

1.5 Обеспечение прослеживаемости поверяемой системы к государственному первичному эталону единицы плоского угла осуществляется посредством использования при поверке поверенных или аттестованных средств поверки.

1.6 При определении метрологических характеристик поверяемой системы используется метод непосредственного сравнения результата измерений поверяемой системы с действительным значением средства поверки.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1. Операции поверки

№ п/п	Наименование операции	Номера пунктов методики поверки	Проведение операции при:	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	5.1	да	да
2	Опробование	5.2	да	да
3.	Определение абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя (визирных углов)	5.3	да	да
4	Определение абсолютной погрешности измерений зенитных углов	5.4	да	да
5.	Определение абсолютной погрешности измерений азимутальных углов	5.5	да	да
6	Идентификация программного обеспечения	5.6	да	да

### 3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку следует проводить в нормальных условиях окружающей среды:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5;
- относительная влажность воздуха, не более, % 80;
- электрические и магнитные поля естественные (земные).

А также должны отсутствовать вибрации, тряска, удары, дополнительные электрические и магнитные поля, являющиеся источником погрешности выполняемых угловых измерений.

3.2 Изделия из магнитных материалов массой более 100 кг должны располагаться на расстоянии не менее 50 м от области возможного нахождения феррозондового первичного преобразователя инклинометра.

3.3 Инклинометры и другие средства измерений и поверки выдерживают не менее 4 часов при постоянной температуре, соответствующей нормальным условиям.

### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К проведению поверки допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией инклинометра и средств поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2. Поверители обязаны иметь профессиональную подготовку и опыт работы с инклинометрами, а также обязаны знать требования эксплуатационной документации и требования настоящей методики поверки.

4.3. Для проведения поверки инклинометра достаточно одного поверителя.

### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер п. методики поверки	Наименование и обозначение средств поверки и вспомогательного оборудования; основные технические и метрологические характеристики средства поверки
5.3-5.5	КО-60 с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ±60" (Рег. № 26905-15); буссоль АР-1 с погрешностью ориентирования не более 15' (Рег. № 55288-13); Установка для автоматизированной калибровки скважинных инклинометров УАК-СИ-АЗВ.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определенные метрологические характеристики, поверяемых СИ с требуемой точностью.

### 6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При выполнении поверочных работ должны быть выполнены требования промышленной безопасности, регламентированные на предприятии в соответствии с действующим законодательством.

## 7. Внешний осмотр

Осмотр внешнего вида инклинометра осуществляется визуально.

7.1 При внешнем осмотре проверяют соответствие внешнего вида инклинометра эксплуатационной документации, комплектности, маркировки.

7.2 Проверяют отсутствие механических повреждений инклинометра, влияющих на его работоспособность, а также целостность кабелей связи и электрического питания.

7.3 Инклинометр считается поверенным в части внешнего осмотра, если установлено полное соответствие конструктивного исполнения, комплектности и маркировки его эксплуатационной документации, а также отсутствуют механические повреждения инклинометра, кабелей связи и электрического питания.

## 8. Подготовка к поверке и опробование

8.1 Перед проведением поверки инклинометра рекомендуется выполнить следующие подготовительные операции:

- ознакомиться с описанием типа и руководством по эксплуатации поверяемого инклинометра;
- соединить скважинную и наземную части инклинометра через кабель или имитатор (эквивалент) канала связи;
- выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности;
- выдержать инклинометр во включенном состоянии не менее 10 минут.

8.2 Перед опробованием должны быть проведены подготовительные работы согласно эксплуатационной документации.

При опробовании проверяется работоспособность в соответствии с требованиями его эксплуатационной документации.

Инклинометр считается поверенным в части опробования, если установлено, что он функционирует в соответствии с эксплуатационной документацией.

## 9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификацию программного обеспечения (ПО) проводят по следующей методике:

- проверить наименование программного обеспечения и его версию.

Инклинометр считается поверенным в части программного обеспечения, если ПО наземной и скважинной части LWD48.01.04.00.000 и LWD48.04.11.01.000, версия не ниже v1321 и v155 соответственно.

## 10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя (визирных углов) производят при помощи квадранта оптического КО-60 и установки для автоматизированной калибровки инклинометров.

10.1.1 С помощью соответствующего приспособления закрепить оптический квадрант на поверяемом инклинометре, закрепленном в зажимном узле установки УАК-СИ-АЗВ таким образом, чтобы ось подвижной шкалы квадранта совпала с осью вращения инклинометра. Зафиксировать нулевые показания визирных углов инклинометра и квадранта. Убедиться в том, что отметки шкалы визирного угла инклинометра 0; 45; 90; 135; 180; 225; 270; 315° и соответствующие показания квадранта различаются не более чем на 0,05°.

10.1.2 Поверка инклинометра в части углов установки отклонителя (визирных углов) выполняется в следующих точках контроля, указанных в таблице 3, при любых произвольных азимутальных углах.

Таблица 3 - Воспроизводимые значения углов установки отклонителя (визирного угла) при проверке инклинометра по каналу углов установки отклонителя

Точки контроля визирных углов, °	При зенитном угле, °	Пределы допускаемой абсолютной погрешности инклинометра, °
0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330	5; 10; 20; 90; 120; 170	± 1,0
	0; 175	± 1,5

10.1.3 Вращая инклинометр вокруг собственной оси, установить его показания по каналу угла установки отклонителя  $0^\circ$  и, наклоняя его, последовательно установить показания по каналу зенитных углов  $0; 5; 10; 20; 90; 120; 170; 175^\circ$ . Для каждого из них выполнить измерения по п.9.1.4.

10.1.4 На установке для автоматизированной калибровки инклинометров воспроизвести значения визирных углов с помощью квадранта  $0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330^\circ$  и считывать показания по каналу визирных углов инклинометра.

10.1.5 Погрешность  $\tilde{\theta}_{\beta i}$  измерений угла установки отклонителя в каждой  $i$ -ой точке контроля определить по формуле:

$$\tilde{\theta}_{\beta i} = \beta_{\varepsilon i} - \beta_i, \quad (1)$$

где  $\beta_{\varepsilon i}$  – эталонное значение угла установки отклонителя (визирного угла) в  $i$ -ой точке контроля;

$\beta_i$  – измеренное значение угла установки отклонителя (визирного угла) в  $i$ -ой точке контроля.

10.1.6 Инклинометр считается поверенным по каналу измерений углов установки отклонителя, если в каждой  $i$ -ой точке контроля погрешность  $\tilde{\theta}_{\beta i}$  по абсолютной величине не превысит разности абсолютных величин допускаемой погрешности инклинометра по каналу углов установки отклонителя и погрешности эталона:

$$|\tilde{\theta}_{\beta i}| \leq |\Delta_{op\beta i}| - |\Delta_{\varepsilon\beta i}|, \quad (2)$$

где  $\Delta_{op\beta i}$  – значение допускаемой абсолютной погрешности инклинометра по каналу угла установки отклонителя в  $i$ -ой точке контроля, указанное в таблице 2;

$\Delta_{\varepsilon\beta i}$  – значение погрешности эталонного угла установки отклонителя в  $i$ -ой точке контроля, указанное в паспорте на квадрант оптический КО-60.

10.2 Оценку абсолютной погрешности измерений зенитных углов производят при помощи квадранта оптического КО-60, буссоли АР-1 и установки для автоматизированной калибровки инклинометров.

10.2.1 Проверка инклинометра в части зенитных углов выполняется при заданных визирных углах в следующих точках контроля, указанных в таблице 4.

Таблица 4 - Воспроизводимые значения зенитных углов при произвольном азимутальном угле и заданных визирных углах при поверке инклинометра по каналу зенитных углов

Точки контроля зенитного угла, °	При значениях угла установки отклонителя, °	При значениях угла азимута, °	Пределы допускаемой абсолютной погрешности инклинометра, °
0; 5; 10; 20; 90; 120; 175	0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330	0	± 0,1

10.2.2 Установить азимутальный угол при помощи буссоли (табл. 4) и визирный угол по показаниям квадранта оптического 0°.

10.2.3 На установке воспроизвести заданные значения зенитных углов (табл. 4) и считывать показания оптического квадранта и показания инклинометра по каналу зенитных углов.

10.2.4 Устанавливать визирный угол по показаниям инклинометра последовательно 0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330 °; повторяя операции по п. 10.2.3.

10.2.5 Погрешность  $\tilde{\theta}_{Zi}$  зенитного угла в каждой  $i$ -ой точке контроля определить по формуле:

$$\tilde{\theta}_{Zi} = Z_{эi} - Z_i, \quad (3)$$

где  $Z_{эi}$  – эталонное значение зенитного угла в  $i$ -ой точке контроля, воспроизводимое приспособлением и измеренное оптическим квадрантом;

$Z_i$  – измеренное инклинометром значение зенитного угла в  $i$ -ой точке контроля.

10.2.6 Инклинометр считается поверенным по каналу измерений зенитных углов, если в каждой  $i$ -ой точке контроля погрешность  $\tilde{\theta}_{Zi}$  по абсолютной величине не превысит разности абсолютных величин допускаемой погрешности инклинометра по каналу зенитных углов и погрешности эталона:

$$|\tilde{\theta}_{Zi}| \leq |\Delta_{опZi}| - |\Delta_{эZi}|, \quad (4)$$

где  $\Delta_{опZi}$  – значение допускаемой абсолютной погрешности инклинометра по каналу зенитного угла в  $i$ -ой точке контроля, указанное в таблице 3;

$\Delta_{эZi}$  – значение погрешности эталонного зенитного угла в  $i$ -ой точке контроля, указанное в паспорте на квадрант оптический КО-60.

10.3 Оценку абсолютной погрешности измерений азимутальных углов производят при помощи квадранта оптического КО-60, буссоли АР-1 и установки для автоматизированной калибровки инклинометров.

10.3.1 С помощью соответствующего приспособления закрепить буссоль на поверяемом инклинометре таким образом, чтобы ее продольная ось совпала с продольной осью инклинометра в проекции «вид сверху».

10.3.2 Поверка инклинометра в части азимутальных углов выполняется в следующих точках контроля, указанных в таблице 5.

Таблица 5 - Воспроизводимые значения азимутальных углов при заданных зенитных углах при проверке инклинометра по каналу азимутальных углов

Точки контроля азимутальных углов, °	При значениях угла установки отклонителя, °	При значениях зенитного угла, °	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °
0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330	Устанавливается визирный угол, при значении которого его погрешность измерений наибольшая, п. 10.2	3; 5; 10; 20; 45; 90; 170	± 1,5

10.3.3 Установить и измерить оптическим квадрантом зенитный угол 3°, угол установки отклонителя, при значении которого его погрешность измерений наибольшая (п. 9.1).

10.3.4 Устанавливать на отметках шкалы азимута приспособления с помощью буссоли 0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330 ° и фиксировать показания инклинометра по каналу азимутов в каждой из 12 точек контроля.

10.3.5 Устанавливается визирный угол, при значении которого его погрешность измерений наибольшая (п. 9.1).

10.3.6 Устанавливать последовательно зенитные углы 5; 10; 20; 45; 90; 175 ° и повторить операции по п.п. 5.5.4. и 5.5.5.

10.3.7 Погрешность  $\tilde{\theta}_{Ai}$  измерений азимутального угла в каждой  $i$ -ой точке контроля при каждом сочетании значений зенитного угла и угла установки отклонителя определяют по формуле:

$$\tilde{\theta}_{Ai} = A_{эi} - A_i, \quad (5)$$

где  $A_{эi}$  – эталонное значение азимута в  $i$ -ой точке контроля;

$A_i$  – измеренное значение азимута в  $i$ -ой точке контроля.

10.3.8 Инклинометр считается поверенным по каналу измерений азимутальных углов, если в каждой  $i$ -ой точке контроля погрешность  $\tilde{\theta}_{Ai}$  по абсолютной величине не превышает разности абсолютных величин допускаемой погрешности инклинометра по каналу зенитных углов и погрешности эталона:

$$|\tilde{\theta}_{Ai}| \leq |\Delta_{opAp}| - |\Delta_{\varepsilon Ai}|, \quad (6)$$

где  $\Delta_{opAi}$  – значение допускаемой абсолютной погрешности инклинометра по каналу азимутального угла в  $i$ -ой точке контроля, указанное в таблице 4;

$\Delta_{\varepsilon Ai}$  – значение погрешности азимутального угла в  $i$ -ой точке контроля, указанное в паспорте на буссоль AP-1.

## 11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Инклинометр считается прошедшим поверку, если по пунктам 7-9 соответствует перечисленным требованиям, а полученные результаты измерений по пунктам 10.1, 10.2, 10.3 не превышают допустимых значений.

11.2 В случае подтверждения соответствия инклинометра метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и его признают пригодным к применению.

11.3 В случае, если соответствие инклинометра метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и инклинометр признают непригодным к применению.

## 12. Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ).

12.2 При положительных результатах поверки дополнительно по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений на бумажном носителе. Знак поверки в виде оттиска клейма и (или) наклейки наносится на свидетельство о поверке.

12.3 При отрицательных результатах поверки дополнительно по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности на бумажном носителе.

Зам. начальника отдела 203  
ФГУП «ВНИИМС»

Начальник лаборатории 203/5  
ИЦ ФГУП «ВНИИМС»

Е.А. Милованова

Д.А. Карабанов