

**ФГБУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)**



СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»
А.Е. Коломин
20 декабря 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Датчики инклинометрические систем забойных
инклинометрических ЗТК**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 203-38-2023

Москва, 2023 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на датчики инклинометрические систем забойных инклинометрических ЗТК (далее по тексту – инклинометры), изготавливаемые ООО «ТехГеоБур» г. Самара и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1 Датчики инклинометрические систем забойных инклинометрических ЗТК не относятся к многоканальным измерительным системам, 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 Поверка инклинометров в сокращенном объеме не предусмотрена.

1.6 Настоящая методика поверки применяется для поверки инклинометров, используемых в качестве средств измерений.

1.7 Обеспечение прослеживаемости поверяемых инклинометров к государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 осуществляется при поверке методом прямых измерений рабочих эталонов Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от 26 ноября 2018 г.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические требования к средствам измерений

Диапазон измерений, °	Доверительные границы абсолютной погрешности измерений углов, °	
	при применении в качестве средства измерений	при применении в качестве рабочего эталона
П. 10.1 от 0 до 360	$\pm 4,0; \pm 2,0; \pm 1,5$	-
П.10.2 от 0 до 120	$\pm 0,2; \pm 0,1$	-
П.10.3 от 0 до 360	$\pm 4,0; \pm 2,5; \pm 2,0; \pm 1,5; \pm 1,0$	-

2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки инклинометров должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Операции поверки

Наименование операции	Номера пунктов методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Опробование	8	да	да
Идентификация программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик инклинометров и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10		
Определение основной абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя (визирных углов)	10.1	да	да
Определение основной абсолютной погрешности измерений зенитных углов	10.2	да	да
Определение основной абсолютной погрешности измерений азимутальных углов	10.3	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10.4	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку следует проводить в нормальных условиях окружающей среды:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5;
- относительная влажность воздуха, не более, % 90;
- 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 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 измерений при поверке и к обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие квалификацию поверителя, изучившие порядок работы с прибором, а также знающие требования настоящей методики, и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2 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 3.

Таблица 3— Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 25 °С, абсолютная погрешность не более 1 °С	Термогигрометр ИВА-6Н, модификации ИВА-6НР (Рег. № 13561-01)
п. 10.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя	Рабочий эталон 4 разряда с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ±30" в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от 26 ноября 2018 г.	Установка для автоматизированной калибровки инклинометров, квадрант оптический КО-60 с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ±30" (Рег. № 868-84)
п. 10.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений зенитных углов	Рабочий эталон 4 разряда с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ±30" в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от 26 ноября 2018 г., буссоль с пределами абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов ±15'	Установка для автоматизированной калибровки инклинометров, квадрант оптический КО-60 с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений ±30" (Рег. № 868-84), буссоль азимутально-румбовая АР-1 с пределами абсолютной погрешности измерений горизонтальных углов ±15' (Рег. № 55288-13)
п. 10.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений азимутальных углов (визирных углов)		
Примечание: Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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 экс-

плуатационной 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 инклинометр и наземную часть через кабель;
- выполнить мероприятия по обеспечению условий безопасности;
- выдержать инклинометр во включенном состоянии не менее 10 минут
- провести контроль условий окружающей среды в соответствии с п. 3.1

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 DIMaC (в составе ПО Inclinity), версия 1.01.151 и выше.

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

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

10.1.1 Закрепить оптический квадрант на подвижную часть зажимного узла установки таким образом, чтобы ее ось вращения совпала с осью шкалы квадранта, а подвижная шкала квадранта была бы жестко связана с неподвижной частью зажимного узла установки. Зафиксировать нулевые показания углов установки отклонителя установки и квадранта. Убедиться в том, что отметки шкалы угла установки отклонителя установки 0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330 и соответствующие показания квадранта различаются не более чем на $0,05^\circ$.

10.1.2 Поверка инклинометра в части углов установки отклонителя (визирных углов) выполняется в следующих точках контроля, указанных в таблице 4, при любых произвольных азимутальных углах.

Таблица 4 - Воспроизводимые значения углов установки отклонителя (визирного угла) при поверке инклинометра по каналу углов установки отклонителя.

Точки контроля углов установки отклонителя, °	При зенитном угле, °	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений визирных углов, °	
		ЦДП-3, ДТ30М1	ДТ30М2, МЗ, ЭМ48
0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330	3; 5	±4,0	±2,0
	6; 10; 20; 45; 90; 120	±2,0	±1,5

10.1.3 Ослабить зажимной узел установки и, вращая инклинометр вокруг собственной оси, установить его показания по каналу угла установки отклонителя 0°, зажать инклинометр в зажимном узле и, наклоняя его, последовательно установить показания по каналу зенитных углов 3° и считать измеренное значение угла установки отклонителя.

10.1.4 На установке для автоматизированной калибровки инклинометров воспроизвести значения визирных углов 0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330° и считывать показания с оптического квадранта и инклинометра по каналу визирных углов инклинометра при значениях зенитных углов 3; 5; 6; 10; 20; 45; 90; 120

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

$$\tilde{\theta}_{\beta i} = \beta_{\varepsilon i} - \beta_i,$$

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

β_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:

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

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

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

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

10.2.1 Поверка инклинометра в части зенитных углов выполняется при заданных визирных углах в следующих точках контроля, указанных в таблице 5.

Таблица 5 - Воспроизводимые значения зенитных углов при заданных азимутальном и визирных углах при проверке инклинометра по каналу зенитных углов

Точки контроля зенитного угла, °	При значениях угла установки отклонителя, °	При значениях азимута, °	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений зенитных углов, °	
			ЦДП-3, ДТ30М1	ДТ30М2, МЗ, ЭМ48
0; 3; 5; 6; 10; 20; 45; 90; 120	0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330	0	±0,2	±0,1

10.2.2 Установить углы по шкале азимута установки при помощи буссоли (табл. 5) и визирный угол по показаниям квадранта оптического 0°.

10.2.3 На установке воспроизвести заданные значения зенитных углов (табл. 5) и считывать показания с оптического квадранта и 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:

$$\tilde{\theta}_{Zi} = Z_{эi} - Z_i,$$

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:

$$|\tilde{\theta}_{Zi}| \leq |\Delta_{опZi}| - |\Delta_{эZi}|,$$

где $\Delta_{опZi}$ – значение допускаемой основной абсолютной погрешности инклинометра по каналу зенитного угла в i -ой точке контроля, указанное в таблице 5;

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

10.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений азимутальных углов проводят 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 проверяемом инклинометре таким образом, чтобы ее продольная ось совпала с продольной осью инклинометра в проекции «вид сверху».

10.3.2 Проверка инклинометра в части азимутальных углов выполняется в следующих точках контроля, указанных в таблице 6.

Таблица 6 - Воспроизводимые значения азимутальных углов при заданных зенитных углах при поверке инклинометра по каналу азимутальных углов

Точки контроля азимутальных углов, °	При значениях угла установки отклонителя, °	При значениях зенитного угла, °		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений азимутальных углов, °	
		ЦДП-3, ДТ30М1	ДТ30М2, МЗ, ЭМ48	ЦДП-3, ДТ30М1	ДТ30М2, МЗ, ЭМ48
0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330	Устанавливается визирный угол, при значении которого его погрешность измерений наибольшая, определенная в п. 10.1	3; 5	3; 5	±4,0	±2,5
		6; 20 45; 90; 120	6; 9	±2,0	±1,5
			10; 20; 45; 90; 120		±1,0

10.3.3 Установить и измерить оптическим квадрантом зенитный угол 3°, угол установки отклонителя, при значении которого его погрешность измерений наибольшая (п. 10.1).

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. 10.1).

10.3.6 Устанавливать последовательно зенитные углы в соответствии с таблицей 6 и повторить операции по п.п. 10.3.4 и 10.3.5.

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:

$$\tilde{\theta}_{Ai} = A_{эi} - A_i,$$

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:

$$|\tilde{\theta}_{Ai}| \leq |\Delta_{опAp}| - |\Delta_{эAi}|,$$

где $\Delta_{опAi}$ – значение допускаемой абсолютной погрешности инклинометра по каналу азимутального угла в i -ой точке контроля, указанное в таблице 6;

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

10.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Инклинометр считается прошедшим поверку, если по пунктам 7-9 соответствует перечисленным требованиям, а результаты определения метрологических характеристик в пунктах 10.1- 10.3 находятся в пределах допустимых значений.

В случае подтверждения соответствия инклинометра метрологическим требовани-

ям, результаты поверки считаются положительными и его признают пригодным к применению.

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

11. Оформление результатов поверки

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

11.2 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.

11.3 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
ФГБУ «ВНИИМС»

Н.А. Табачникова

Начальник лаборатории 203/5
ФГБУ «ВНИИМС»

Д.А. Карабанов