СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора,
Руководитель Метрологического центра
ООО «Автопрогресс–М»

_____ В.Н. Абрамов

«30» августа 2022 г.

МП АПМ 30-22

«ГСИ. Модули инклинометрии МИП. Методика поверки»

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки модули инклинометрии МИП (далее – модули), производства ООО НПФ «ВНИИГИС-ЗТК», Республика Башкортостан, г. Октябрьский, используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений зенитных углов, градус[1)]	от 0 до 180
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений зенитных углов, градус	±0,2
Диапазон измерений азимутальных углов, градус	от 0 до 360
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений азимутальных углов[2)], градус:	
- при значении зенитного угла от 3° до 7° включ.	±3,0
- при значении зенитного угла св. 7° до 173° включ.	±1,5
- при значении зенитного угла св. 173° до 177° включ.	±3,0
Диапазон измерений угла установки отклонителя, °	от 0 до 360
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла установки отклонителя, градус:	
- относительно магнитного меридиана:	
- при значении зенитного угла от 0° до 3° включ.	±4,0
- относительно апсидальной плоскости:	
- при значении зенитного угла от 3° до 7° включ.	±4,0
- при значении зенитного угла св. 7° до 173° включ.	±1,0
- при значении зенитного угла св. 173° до 177° включ.	±4,0

[1)] - здесь и далее по тексту: градус - единица измерений плоского угла.
[2)] - при значениях зенитного угла от 0° до 3° не включительно и свыше 177° до 180° не нормируется

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

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр модуля.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр модуля, находящегося в эксплуатации, через межповерочные интервалы.

1.5 Выполнение всех требований настоящей методики с применением рекомендованных средств поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 22-2014 - ГПЭ единицы плоского угла в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г., № 2482.

1.6 В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

1.7 Интервал между поверками – 1 год.

2 Перечень операций поверки средств измерений

Для поверки модуля должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – 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	-	-	10
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя	Да	Да	10.1
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений азимутальных углов	Да	Да	10.2
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений зенитных углов	Да	Да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с руководством по эксплуатации и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки модуля достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
10.1	Рабочий эталон 4-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.11.2018 г. № 2482 – квадрант оптический	Квадрант оптический КО-60М (рег. №26905-04)
10.2-10.3	Рабочий эталон 4-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.11.2018 г. № 2482 – квадрант оптический	Квадрант оптический КО-60М (рег. №26905-04)
	Средство измерений согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482 - теодолит	Теодолит 2Т2А в комплекте с ориентир-буссолью (рег. № 6310-77)
Вспомогательное оборудование		
10.1-10.3	Устройство для калибровки инклинометров	Установка для автоматизированной калибровки инклинометров УАК-СИ-А3В
8, 9, 10.1-10.3	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,3 °С	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д, рег.№ 46434-11
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 проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на модуль и средства поверки, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие модуля следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида модуля описанию типа средств измерений;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Если перечисленные требования не выполняются, модуль признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- модуль и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- установка для автоматизированной калибровки инклинометров УАК-СИ-А3В должна быть установлена в условиях, обеспечивающих отсутствия механических воздействий (вибрация, деформация, сдвиги).

8.2 При опробовании должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- плавность движения подвижных деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

Если перечисленные требования не выполняются, модуль признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификация номера версии программного обеспечения (далее – ПО) «InfoFromZTS» выполняется в следующем порядке:

- Запустить ПО «InfoFromZTS»;
- Номер версии ПО отобразится в строке заголовка.

Цифровой идентификатор ПО определяется в следующем порядке:

- Запустить в операционной системе windows системную программу «PowerShell»;
- В командной строке программы набрать команду Get-FileHash "*расположение ПО*\InfoFromZTS v7.17\InfoFromZTS.exe" -Algorithm MD5 | Format-List;
- Нажать клавишу Enter.
- В строке «Hash» отобразится цифровой идентификатор ПО.

Идентификационные данные программного обеспечения должны соответствовать данным, приведённым в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	InfoFromZTS
Номер версии (идентификационный номер ПО)	7.17
Цифровой идентификатор ПО	13F9089C7E7EFE15BF7246E1BF0B12FF

Если перечисленные требования не выполняются, модуль признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производятся.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя

Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя производят при помощи квадранта оптического КО-60 (далее – квадрант) и установки для автоматизированной калибровки инклинометров УАК-СИ-А3В (далее – установка).

10.1.1 С помощью соответствующего приспособления закрепить квадрант на модуле, закрепленном в зажимном узле установки таким образом, чтобы ось подвижной шкалы квадранта совпала с осью вращения модуля. Зафиксировать нулевые показания углов установки отклонителя модуля и квадранта. Убедиться в том, что отметки шкалы угла установки отклонителя модуля 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315° и соответствующие показания квадранта

различаются не более, чем на 0,05°.

10.1.2 Провести измерения в точках контроля, указанных в таблице 4, при любых произвольных азимутальных углах.

Таблица 4 - Воспроизводимые значения углов установки отклонителя

Точки контроля углов установки отклонителя, градус	При зенитном угле, градус
0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330	10; 20; 90; 120; 170
	0; 3; 7; 177
[1] - здесь и далее по тексту: градус - единица измерений плоского угла.	

10.1.3 Вращая модуль вокруг собственной оси, установить его показания по каналу измерений угла установки отклонителя 0° и, наклоняя его, последовательно установить показания по каналу зенитных углов 0, 3, 7, 10, 20, 90, 120, 170, 177°. Для каждого из этих значений с помощью квадранта на установке воспроизвести следующие значения углов установки отклонителя: 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330° и считывать показания модуля по каналу измерений углов установки отклонителя.

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений азимутальных углов

Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений азимутальных углов производят при помощи квадранта, теодолита 2Т2А (далее – теодолит) в комплекте с ориентир-буссолью и установки.

10.2.1 С помощью приспособления закрепить теодолит с буссолью на модуле таким образом, чтобы продольная ось буссоли совпала с продольной осью модуля в проекции «вид сверху».

10.2.2 Испытания модуля по каналу измерений азимутальных углов выполняются в точках контроля, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Воспроизводимые значения азимутальных углов

Точки контроля азимутального угла, градус	При значениях угла установки отклонителя, градус	При значениях зенитного угла, градус
0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330	Устанавливается угол установки отклонителя, при значении которого его погрешность измерений наибольшая, п. 11.1	3; 7; 177
		10; 20; 45; 90; 140

10.2.3 Установить и измерить квадрантом зенитный угол 3°, угол установки отклонителя установить тот, при котором его погрешность измерений наибольшая (п.11.1).

10.2.4 Последовательно устанавливать при помощи теодолита с буссолью азимутальные углы: 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330° и считать показания модуля по каналу измерений азимутальных углов.

10.2.5 Установить угол установки отклонителя установить тот, при котором его погрешность измерений наибольшая (п.10.1).

10.2.6 Последовательно при помощи квадранта устанавливать зенитные углы: 7, 10, 20, 45, 90, 140, 177° и для каждого значения зенитного угла повторять операции по п.п. 10.2.4 - 10.2.5.

10.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений зенитных углов

Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений зенитных углов производят при помощи квадранта, теодолита в комплекте с ориентир-буссолью и установки.

10.3.1 Испытания модуля по каналу измерений зенитных углов выполняются при заданных углах установки отклонителя в точках контроля зенитных углов, указанных в таблице 6 при произвольном азимутальном угле.

Таблица 6 – Воспроизводимые значения зенитных углов

Точки контроля зенитного угла, градус	При значениях угла установки отклонителя, градус	При значениях азимутального угла, градус
0; 5; 10; 20; 90; 120; 175	0; 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240; 270; 300; 330	0

10.3.2 Установить азимутальный угол 0° при помощи буссоли, установленной на теодолите. Установить угол установки отклонителя 0° по показаниям квадранта.

10.3.3 На установке воспроизвести заданные значения зенитных углов 0, 5, 10, 20, 90, 120, 175° и считывать показания квадранта и показания модуля по каналу измерений зенитных углов.

10.3.4 Устанавливать угол установки отклонителя по показаниям модуля последовательно 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330°, повторяя операции по п. 10.3.3.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Абсолютная погрешность измерений углов установки отклонителя определяется по формуле:

$$\Delta_{\beta i} = \beta_{i_{\text{действ}}} - \beta_i,$$

где $\Delta_{\beta i}$ – абсолютная погрешность измерений угла установки отклонителя в i-ой точке, °;

$\beta_{i_{\text{действ}}}$ – действительное значение угла установки отклонителя в i-ой точке, °;

β_i – измеренное значение угла установки отклонителя в i-ой точке, °.

Значения диапазона и абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя должны соответствовать значениям, приведённым в таблице 1.

11.2 Абсолютная погрешность измерений азимутальных углов определяется по формуле:

$$\Delta_{Ai} = A_{i_{i\text{действ}}} - A_i,$$

где Δ_{Ai} – абсолютная погрешность измерений азимутального угла в i-ой точке, °;

$A_{i_{i\text{действ}}}$ – действительное значение азимутального угла в i-ой точке, °;

A_i – измеренное значение у азимутального угла в i-ой точке, °.

Значения диапазона и абсолютной погрешности измерений азимутальных углов должны соответствовать значениям, приведённым в таблице 1.

11.3 Абсолютная погрешность измерений зенитных углов определяется по формуле:

$$\Delta_{Zi} = Z_{i_{i\text{действ}}} - Z_i,$$

где Δ_{Zi} – абсолютная погрешность измерений зенитного угла в i-ой точке, °;

$Z_{i_{i\text{действ}}}$ – действительное значение зенитного угла в i-ой точке, °;

Z_i – измеренное значение зенитного угла в i-ой точке, °.

Значения диапазона и абсолютной погрешности измерений зенитных углов должны соответствовать значениям, приведённым в таблице 1.

Если требования данного пункта не выполняются, модуль признают непригодным к применению.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 11 настоящей методики поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки модуль признается пригодным к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке установленной формы. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки, модуль признается непригодным к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку, выдаётся извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Инженер 2 категории
ООО «Автопрогресс – М» _____ С.К. Нагорнов