

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

Утверждаю

И.О. генерального директора

ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

А.Н. Пронин

«20» февраля 2020

г.



Государственная система обеспечения единства измерений

## ИНКЛИНОМЕТРЫ СКВАЖИННЫЕ KEY DRILL

Методика поверки

МП 253-012-2020

A blue ink signature of A. A. Yankovskiy, written over a horizontal line.

Руководитель НИО

А. А. Янковский

A blue ink signature of D. B. Pukhov, written over a horizontal line.

Заместитель  
руководителя НИО

Д. Б. Пухов

г. Санкт-Петербург

2020 г.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОПЕРАЦИЯ ПОВЕРКИ	4
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	5
5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	6
5.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения	6
5.3 Опробование	6
5.4 Определение абсолютной погрешности измерений зенитных углов. Проверка диапазона измерений зенитных углов	7
5.5 Определение абсолютной погрешности измерений азимутальных углов. Проверка диапазона измерений азимутальных углов	8
5.6 Определение абсолютной погрешности измерений угла отклонителя. Проверка диапазона измерений угла отклонителя	9
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10
ПРИЛОЖЕНИЕ А	11

## ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящая методика поверки распространяется на инклинометры скважинные KeyDril (далее по тексту – инклинометры) и устанавливает объём и порядок проведения поверки.

2. Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3. Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на инклинометр, техническим описанием средства измерений и оборудования, используемых при проведении поверки.

## 1 ОПЕРАЦИЯ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	5.1	Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	5.2	Да	Да
Опробование	5.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений зенитных углов. Проверка диапазона измерений зенитных углов	5.4	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений азимутальных углов. Проверка диапазона измерений азимутальных углов	5.5	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений угла отклонителя. Проверка диапазона измерений угла отклонителя	5.6	Да	Да
Оформление результатов поверки	6	Да	Да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2, имеющие свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия.

Таблица 2 – Перечень средств измерений

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
5.4 – 5.6	Головки делительные оптические ОДГ-5Э	Диапазон измерений 0-360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (5 + 5 \sin \alpha/2)''$ , где $\alpha$ – измеряемый угол. Регистрационный номер в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. № 2785-71.
5.4 – 5.6	Термогигрометр электронный CENTER модели 310	Диапазон измерений от минус 20 до плюс 60, пределы допускаемой абсолютной погрешности результата измерений



Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
		температуры $\pm 0,7^{\circ}\text{C}$ , пределы допускаемой абсолютной погрешности результата измерений относительной влажности $\pm 3\%$ . Регистрационный номер в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений № 22129-09.

Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих требуемый запас точности (не менее 1/3), со свидетельствами о поверке с неистекшим сроком действия.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При поверке должны соблюдаться правила безопасности в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации (РЭ) и эксплуатационных документов (ЭД) применяемых средств поверки.

3.2 К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на инклинометр и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  20 $\pm$ 5;
- относительная влажность воздуха, %, не более 90.

4.2 При подготовке к поверке, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

4.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка наличия поверочного оборудования и вспомогательных устройств (приспособлений), перечисленных в п.2;
- проверка наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств измерений;
- проверка соблюдения условий п.4;
- подготовка к работе инклинометра, средств измерений и вспомогательных устройств, входящих в состав поверочного оборудования, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

## 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие маркировки;
- отсутствие механических повреждений на корпусе инклинометра.

При проверке комплектности должно быть установлено её соответствие перечню, приведённому в эксплуатационной документации на зонд инклинометрии.

При проверке маркировки должно быть установлено её наличие на корпусе зонда инклинометрии.

### 5.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

#### 5.2.1 Подключить инклинометр в соответствии с рисунком 1.

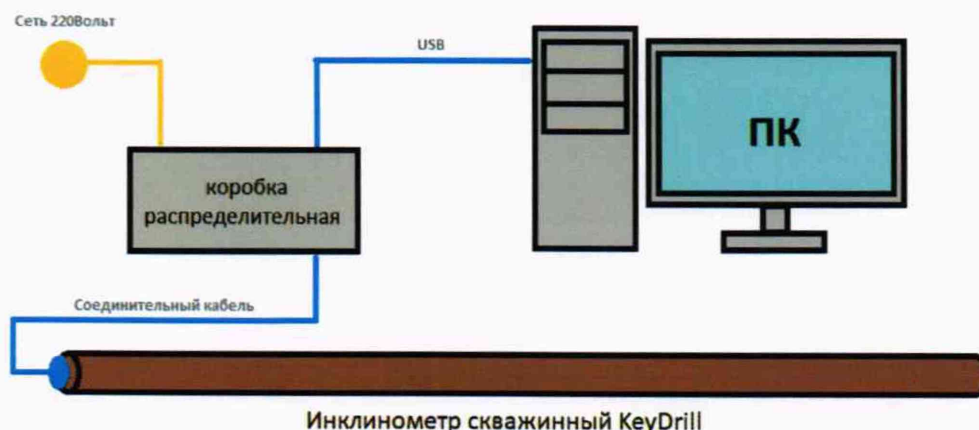


Рисунок 1 - Схема подключения инклинометра

5.2.2 Нажать правой клавишей «мышки» по ярлыку исполняемого файла программы «MWDRollTest.exe» и выбрать в открывшемся списке пункт меню «Свойства». В открывшемся окне выбрать вкладку «Подробно» и проконтролировать версию автономного программного обеспечения.

5.2.3 Сравнить наименование и версию автономного программного обеспечения, отображённую на мониторе ПК, с приведённой в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные признаки	Значение
Идентификационное наименование ПО	MWDRollTest.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.0.0.0

Инклинометр считается прошедшим поверку по п. 5.2, если наименование и версия ПО соответствуют данным, приведённым в таблице 3.

### 5.3 Опробование

При проведении опробования должна быть установлена работоспособность инклинометра.



5.3.1 Установить инклинометр на установочную платформу головки делительной оптической ОДГ-5Э (далее по тексту – ОДГ) так, чтобы его измерительная ось OZ бала перпендикулярна установочной площадке эталона.

5.3.2 Подготовить к работе инклинометр в соответствии с РЭ.

5.3.3 Подготовить к работе ОДГ в режиме воспроизведения углов наклона. Установочная платформа при этом должна находиться в вертикальном положении ( $\alpha_0=90$ ), инклинометр расположен вертикально.

5.3.4 Задать произвольное значение угла наклона в диапазоне от 0 до 180 °.

5.3.5 С помощью ПО проконтролировать изменение текущего значения угла наклона инклинометра.

Инклинометр считается прошедшим поверку по п. 5.3, если подтверждена его работоспособность.

5.4 Определение абсолютной погрешности измерений зенитных углов.

Проверка диапазона измерений зенитных углов

5.4.1 Установить инклинометр на установочную платформу ОДГ так, чтобы его измерительная ось OZ бала перпендикулярна установочной площадке эталона.

5.4.2 Подготовить к работе инклинометр в соответствии с РЭ.

5.4.3 Подготовить к работе ОДГ в режиме воспроизведения углов наклона. Установочная платформа при этом должна находиться в вертикальном положении ( $\alpha_0=90$ ), инклинометр расположен вертикально.

5.4.4 Провести измерения зенитного угла с шагом в 10° в диапазонах от 90 до 0° и от 90 до 180°, одновременно фиксируя показания ОДГ и инклинометра. Полученные результаты измерений занести в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты измерений зенитных углов

Показания эталона, $\theta_{зад,i}^{\circ}$	Показания зонда, $\theta_{изм,i}^{\circ}$	Показания эталона, $\theta_{зад,i}^{\circ}$	Показания зонда, $\theta_{изм,i}^{\circ}$	$\Delta\theta_i, ^{\circ}$	$\Delta\theta, ^{\circ}$
90 – 0°		90 – 180			
90		90			
80		100			
70		110			
60		120			
50		130			
40		140			
30		150			
20		160			
10		170			
0		180			

5.4.6 Определить абсолютную погрешность измерений зенитного угла по формуле:

$$\Delta\theta_i = \theta_{изм,i} - \theta_{зад,i} \quad (1)$$

где  $\theta_{зад,i}$  – заданное значение угла,  $\theta_{изм,i}$  – зенитный угол, измеренный инклинометром.

5.4.7 Из всех полученных значений выбрать максимальное из соотношения:

$$\Delta\theta = \max |\Delta\theta_i| \quad (2)$$

Инклинометр считается прошедшим поверку по пункту 5.4, если абсолютная погрешность измерений зенитного угла не превышает  $0,1^\circ$ , при этом диапазон измерений составляет от 0 до  $180^\circ$ .

5.5 Определение абсолютной погрешности измерений азимутальных углов.

Проверка диапазона измерений азимутальных углов

5.5.1. Установить инклинометр на установочную платформу эталона.

5.5.2 Подготовить инклинометр к работе в соответствии с ЭД.

5.5.3 Подготовить к работе ОДГ в режиме задания углов поворота. Установочная платформа при этом должна находиться под углом  $45^\circ$  ( $\alpha_0=45^\circ$ ), при этом значение азимутального угла инклинометра соответствует  $\theta = 45^\circ$ , а начальное значение угла поворота платформы  $\phi = 0^\circ$ .

5.5.4 Провести измерение значения азимутального угла инклинометра при нулевом положении угла поворота платформы  $\phi = 0^\circ$ . Полученный результат занести в таблицу 4.

5.5.5 Выполнить пункт 5.5.4 для всех значений угла поворота ОДГ  $\phi_i$ , приведённых в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты измерений азимутальных углов

Заданный угол, $\phi_i, ^\circ$	Показание зонда, $A_{изм,i}, ^\circ$	Приращение заданного угла, $\Delta\phi_i$	Приращение азимутального угла, $\Delta A_{изм,i}, ^\circ$	Погрешность измерений, $\Delta A_i$
0				
45				
90				
135				
180				
225				
270				
315				
360				

5.5.6 Определить абсолютную погрешность измерений азимутального угла  $\Delta A_i$  по формуле:

$$\Delta A_i = \Delta A_{изм,i} - \Delta\phi_i, \quad (3)$$

где  $\Delta\phi_i = 45^\circ$ ,  $\Delta A_{изм,i} = A_{изм,i+1} - A_{изм,i}$  – приращение азимутального угла согласно показаниям инклинометра.

5.5.7 Из всех полученных значений выбрать максимальное из соотношения:



$$\Delta A = \max |\Delta A_i| \quad (4)$$

Инклинометр считается прошедшим поверку по пункту 5.5, если абсолютная погрешность измерений азимутального угла  $\Delta A$  не превышает  $0,25^\circ$ , при этом диапазон измерений составляет от 0 до  $360^\circ$ .

#### 5.6 Определение абсолютной погрешности измерений угла отклонителя.

Проверка диапазона измерений угла отклонителя

5.6.1. Установить инклинометр на установочную платформу ОДГ так, чтобы его ось OZ бала перпендикулярна установочной площадке эталона.

5.6.2 Подготовить инклинометр к работе в соответствии с ЭД.

5.6.3 Подготовить к работе ОДГ в режиме задания углов поворота. Установочная платформа при этом должна находиться в горизонтальном положении ( $\alpha_0=0^\circ$ ).

5.6.4 Провести измерение значения угла отклонителя инклинометра  $V_{изм,0}$ , при нулевом положении угла поворота платформы  $\phi = 0^\circ$ . Полученный результат занести в таблицу 5.

5.6.5 Выполнить пункт 5.6.4 для всех значений угла поворота эталона  $\phi$ , приведённых в таблице 5.

Таблица 5 - Результаты измерений положения угла отклонителя

Заданный угол, $\phi_i, ^\circ$	Показание зонда, $V_{изм,i}, ^\circ$	Приращение заданного угла, $\Delta\phi_i$	Приращение азимутального угла, $\Delta V_{изм,i}, ^\circ$	Погрешность измерений, $\Delta V_i$
0				
45				
90				
135				
180				
225				
270				
315				
360				

5.6.6 Определить абсолютную погрешность измерений положения угла отклонителя  $\Delta V_i$  по формуле:

$$\Delta V_i = \Delta V_{изм,i} - \Delta\phi_i, \quad (5)$$

где  $\Delta\phi_i = 45^\circ$ ,  $\Delta V_{изм,i} = V_{изм,i+1} - V_{изм,i}$  – приращение положения угла отклонителя согласно показаниям инклинометра.

5.6.7 Из всех полученных значений выбрать максимальное из соотношения:

$$\Delta V = \max |\Delta V_i| \quad (6)$$

Инклинометр считается прошедшим испытания по пункту 5.8, если абсолютная погрешность измерений угла отклонителя не превышает  $1,0^\circ$ , при этом диапазон измерений составляет от 0 до  $360^\circ$ .

## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки в соответствии с ПРИЛОЖЕНИЕМ А и выдаётся свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на лицевую панель распределительного блока инклинометра.

6.2 При отрицательных результатах поверки инклинометр к применению не допускается и на него оформляется извещение о непригодности.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Протокол поверки инклинометра скважинного KeyDril

Наименование СИ – инклинометр скважинный KeyDril, зав.№.....

Владелец : .....

Условия поверки:

Температура окружающего воздуха ..... °С.

Относительная влажность воздуха ..... %.

Результаты поверки

1 Внешний осмотр, проверка комплектности .....

2 Подтверждение соответствия программного обеспечения.....

3 Опробование.....

4 Определение абсолютной погрешности измерений зенитных углов.

Таблица 1 – Результаты измерений зенитных углов

Показания эталона, $\theta_{зад,i}^{\circ}$	Показания зонда, $\theta_{изм,i}^{\circ}$	Показания эталона, $\theta_{зад,i}^{\circ}$	Показания зонда, $\theta_{изм,i}^{\circ}$	$\Delta\theta_i,^{\circ}$	$\Delta\theta,^{\circ}$
90 – 0°		90 – 180			
90		90			
80		100			
70		110			
60		120			
50		130			
40		140			
30		150			
20		160			
10		170			
0		180			

$$\Delta\theta_i = \theta_{изм,i} - \theta_{зад,i}$$

$$\Delta\theta = \max |\Delta\theta_i|$$

5 Определение абсолютной погрешности азимутальных углов.

Таблица 2 - Результаты измерений азимутальных углов

Заданный угол, $\phi_i,^{\circ}$	Показание зонда, $A_{изм,i}^{\circ}$	Приращение заданного угла, $\Delta\phi_i$	Приращение азимутального угла, $\Delta A_{изм,i}^{\circ}$	Погрешность измерений, $\Delta A_i$
0				
45				
90				
135				
180				
225				
270				
315				
360				

$$\Delta A_i = \Delta A_{изм,i} - \Delta\phi_i,$$

$$\Delta A = \max |\Delta A_i|$$



6 Определение абсолютной погрешности положения отклонителя.

Таблица 3 - - Результаты измерений положения отклонителя

Заданный угол, $\phi_i, ^\circ$	Показание зонда, $V_{изм,i}, ^\circ$	Приращение заданного угла, $\Delta\phi_i$	Приращение азимутального угла, $\Delta V_{изм,i}, ^\circ$	Погрешность измерений, $\Delta B_i$
0				
45				
90				
135				
180				
225				
270				
315				
360				

$$\Delta B_i = \Delta V_{изм,i} - \Delta\phi_i$$

$$\Delta B = \max |\Delta B_i|$$

7 Заключение: ..... для эксплуатации  
 годен / не годен

Дата поверки «.....» ..... 20 ..... г.

Поверитель .....  
 Подпись ..... Расшифровка подписи