


УТВЕРЖДАЮ

Директор

ФБУ «Томский ЦСМ»



 М.М. Чухланцева

« 30 » 04 2014 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Приборы измерительные параметров коррозионной
активности грунта и электрохимической защиты «Кортес»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 232-14

н.р. 63068-16

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на приборы измерительные параметров коррозионной активности грунта и электрохимической защиты «Кортес» (далее приборы) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками приборов – 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведённые в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при поверке	
		первичной	периодической
1 Рассмотрение документации	7.1	Да	Да
2 Внешний осмотр	7.2	Да	Да
3 Проверка электрического сопротивления изоляции	7.3	Да	Нет
4 Опробование	7.4	Да	Да
5 Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.5	Да	Да
6 Определение метрологических характеристик	7.6	Да	Да

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, перечень которых приведён в таблице 2.

3.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений утверждённых типов и иметь действующие свидетельства о поверке и (или) знаки поверки.

Таблица 2

Наименование средства поверки	Основные метрологические характеристики	
	диапазон измерений, номинальное значение	погрешность, класс точности
Калибратор электрических сигналов СА71	Диапазон воспроизведения сигналов напряжения постоянного тока от 0 до 11 В	$\Delta = \pm (0,02 \% U + 1)$ мВ
Магазин сопротивлений Р4831	Диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0,01 Ом до 100 кОм,	класс точности $0,02/2 \cdot 10^{-6}$
Стандарт-титры для приготовления буферных растворов – рабочих эталонов рН 3-го разряда СТ-рН-03.3	Значение рН буферных растворов – рабочих эталонов рН 3-го разряда, 4,01; 6,86; 9,18	$\Delta = \pm 0,03$
Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4	Диапазон измерений температуры от минус 30 до 55 °С	$\Delta = \pm 0,3$ °С

Таблица 2

Наименование средства поверки	Основные метрологические характеристики	
	диапазон измерений, номинальное значение	погрешность, класс точности
Термостат жидкостной «ТЕРМОТЕСТ»	Диапазон воспроизведения температуры от минус 30 до 50 °С	Нестабильность поддержания установленной температуры в течение 30 мин $\pm 0,02$ °С
Термогигрометр ИВА-6А-Д	Диапазон измерений температуры от минус 20 до 60 °С	$\Delta = \pm 0,3$ °С
	Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %	$\Delta = \pm 3$ %
	Диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа	$\Delta = \pm 2,5$ кПа
Мегаомметр М4100/4	Диапазон измерений электрического сопротивления от 0 до 200 МОм	Класс точности 1,0
Вспомогательные средства: колбы 2-1000-1 по ГОСТ 1770-74, стакан В-1-1000 ТХС по ГОСТ 25336-82, вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72		
Примечание – В таблице приняты следующие обозначения: Δ и δ – абсолютная и относительная погрешности соответственно, U – значение воспроизводимого напряжения, делённое на 100 %		

3.3 При проведении поверки допускается применение аналогичных по назначению средств измерений и оборудования, обеспечивающих определение метрологических и технических характеристик приборов с требуемой точностью.

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 Поверка приборов должна выполняться специалистами, аттестованными в установленном порядке, имеющими удостоверение на право работы с напряжением до 1000 В и освоившими работу с приборами, изучившими настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на приборы, используемые средства измерений и вспомогательные устройства.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- ГОСТ Р МЭК 60950-2002 Безопасность оборудования информационных технологий;
- ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности;
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- РД 153-34.0-03.150-00 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок;
- эксплуатационная документация на приборы, программное обеспечение и эталонные средства измерений.

6 Условия поверки и подготовка к поверке

6.1 При проведении поверки приборов соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, при 25 °С, % не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 87 до 107.

6.2 Для проведения поверки представляют следующую документацию:

- паспорт на прибор;
- руководство по эксплуатации;
- руководство пользователя программного обеспечения «КОРТЕС»;
- свидетельство о предыдущей поверке прибора (при периодической поверке);
- эксплуатационную документацию на средства измерений, применяемые при поверке приборов.

6.3 Перед выполнением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- приборы и средства поверки выдерживают в условиях и в течение времени, установленных в распространяющейся на них документации;
- подготавливают приборы и средства поверки к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- все средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надёжно заземлены.

7 Проведение поверки

7.1 Рассмотрение документации

7.1.1 Проверяют наличие документации, указанной в 6.2 настоящей методике поверки.

7.1.2 Эксплуатационная документация на приборы, применяемые при поверке приборов, должна содержать информацию о порядке работы, их технических и метрологических характеристиках.

7.1.3 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке и (или) знаков поверки на средства измерений, приведённые в таблице 2 настоящей методики поверки.

Результаты проверки положительные, если вся вышеперечисленная документация имеется в наличии, все средства поверки имеют документально подтверждённую пригодность для использования в операциях поверки.

7.2 Внешний осмотр

7.2.1 Проверку внешнего вида приборов проводят визуально.

Проверяют соответствие прибора нижеследующим требованиям:

- соответствие комплектности прибора сведениям, приведенным в эксплуатационной документации;
- соответствие маркировки сведениям, приведенным в эксплуатационной документации, и чёткость нанесения надписей и обозначений на корпусе измерительного блока прибора;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- наличие и прочность крепления разъёмов, отсутствие следов коррозии.

Результаты проверки положительные, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

7.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции измерительного блока прибора проводят с использованием мегомметра М4100/4 между металлическим разъёмом для подключения зарядного устройства и корпусом измерительного блока прибора, обёрнутым в алюминиевую фольгу, при напряжении постоянного тока, равном 500 В. Отсчёт измеренного значения сопротивления изоляции проводят через 1 мин после приложения напряжения.

Результаты проверки положительные, если значение сопротивления изоляции составляет не менее 10 МОм.

7.4 Опробование

7.4.1 Включают измерительный блок прибора, подключают к его входу «Термо» зонд «ТС», предназначенный для измерений температуры, и выполняют измерения. На экране измерительного блока прибора должно появиться измеренное значение температуры.

7.4.2 На планшетном компьютере (при его наличии в комплекте поставки прибора) запускают программное обеспечение (ПО) «КОРТЕС», выполняют соединение с измерительным блоком прибора по интерфейсу Bluetooth и в соответствии с руководством пользователя проводят измерения температуры.

Результаты опробования положительные, если на экране измерительного блока прибора и ПО «КОРТЕС» отображаются результаты измерений, отсутствуют сообщения об ошибках.

7.5 Подтверждение соответствия программного обеспечения

7.5.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

7.5.1.1 Программное обеспечение приборов состоит из встроенного и автономного ПО. Встроенное ПО измерительного блока приборов осуществляет обработку результатов измерений, их отображение на экране и передачу данных на планшетный компьютер. Автономное ПО «КОРТЕС» осуществляет отображение и сохранение измеренных и вычисленных параметров коррозионной активности грунта и электрохимической защиты, а также управление прибором.

7.5.1.2 Метрологические характеристики приборов нормированы с учётом влияния программного обеспечения. Всё встроенное программное обеспечение измерительного блока приборов является метрологически значимым. К идентификационным данным встроенного ПО относятся идентификационное наименование («Kortes_Solo») и номер версии (не ниже 1.4).

7.5.1.3 Идентификационные данные метрологически значимой части программного обеспечения приборов проверяют одним из способов:

- 1) при включении измерительного блока прибора фиксируют на экране данные (рисунок 1);
- 2) после соединения измерительного блока с планшетным компьютером (при его наличии в комплекте поставки прибора), в меню «Настройки программы» автономного ПО «КОРТЕС» (вкладка «О приборе») фиксируют наименование и номер версии встроенного ПО (рисунок 2).

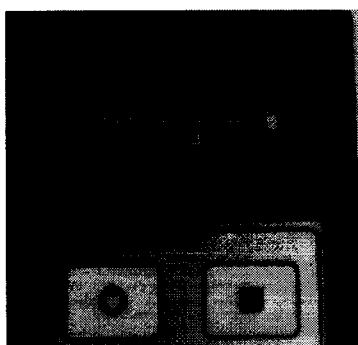


Рисунок 1 – Идентификационные данные, отображаемые на экране измерительного блока

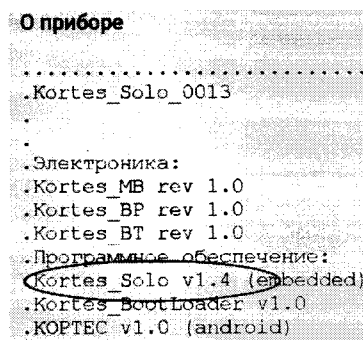


Рисунок 2 – Идентификационные данные, отображаемые в ПО «КОРТЕС»

Результаты проверки положительные, если идентификационные данные (наименование и номер версии) метрологически значимой части программного обеспечения приборов соответствуют данным, приведённым в описании типа и 7.5.1.2 настоящей методики поверки.

7.5.2 Проверка защиты программного обеспечения от преднамеренных и непреднамеренных изменений

7.5.2.1 На аппаратном уровне проверяют, что встроенное ПО приборов и данные конструктивно защищены от изменений. Винт на задней панели измерительного блока должен быть защищён от вскрытия наклейкой предприятия-изготовителя приборов.

7.5.2.2 На программном уровне (при наличии в комплекте поставки прибора планшетного компьютера) проверяют правильность разграничения полномочий пользователей. Открывают меню «Настройки прибора+» ПО «КОРТЕС» и проверяют, что доступ к изменению данных выполняется только авторизованным пользователем при введении правильного пароля.

Результаты проверки положительные, если защита встроенного программного обеспечения обеспечивается конструкцией (наличием наклейки на задней панели измерительного блока прибора), а изменение метрологически значимых настроек прибора с помощью автономного программного обеспечения «КОРТЕС» ограничено введением пароля.

7.6 Определение метрологических характеристик

7.6.1 Определение погрешности измерений электрических потенциалов

7.6.1.1 Определение относительной погрешности измерений электрических потенциалов проводят в диапазоне от минус 5 до плюс 5 В с использованием калибратора электрических сигналов СА71 (калибратор) в следующей последовательности:

– калибратор при помощи кабеля с зажимами подключают к выходу «Зонд» измерительного блока прибора согласно схеме рисунка 3;

– на планшетном компьютере запускают ПО «КОРТЕС» и выполняют соединение с измерительным блоком (ИБ) прибора по интерфейсу Bluetooth;

– на калибраторе поочередно устанавливают следующие значения напряжения постоянного тока $U_{задj}$: минус (0,5; 1; 2; 3; 5) В и плюс (0,5; 1; 2; 3; 5) В ($j = 1, \dots, 10$);

– для каждого заданного значения напряжения регистрируют на ИБ прибора или планшетном компьютере в ПО «КОРТЕС» (меню «Измерения» → Двухканальный вольтметр) не менее трёх ($i \geq 3$) соответствующих показаний электрического потенциала $U_{измji}$, В, для двух каналов прибора U1 и U2;

– вычисляют фактическую относительную погрешность измерений электрического потенциала в j -ой точке при i -ом наблюдении δ_{ji} , %, по формуле:

$$\delta_{ji} = \frac{U_{измji} - U_{задj}}{U_{задj}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

– результаты измерений и вычислений заносят в таблицу по форме таблицы 3.

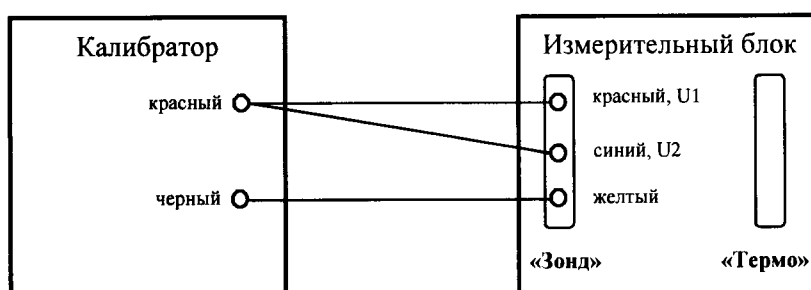


Рисунок 3 – Схема соединений при определении погрешности измерений электрических потенциалов

Таблица 3

Номер канала прибора	Заданное значение напряжения, $U_{задj}$, В	Измеренное значение электрического потенциала $U_{измji}$, В	Фактическая относительная погрешность δ_{ji} , %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %

Результаты проверки положительные, если фактическая относительная погрешность измерений электрических потенциалов в диапазоне от минус 5 до плюс 5 В не превышает

допускаемых пределов $\pm [1,0 + 0,05 \cdot (|5/U_{измj}| - 1)] \%$, где 5 – коэффициент, равный значению верхнего предела диапазона измерений электрических потенциалов, В.

7.6.2 Определение погрешности измерений суммарного и поляризационного потенциалов

7.6.2.1 Определение относительной погрешности измерений суммарного и поляризационного потенциалов проводят в диапазоне от минус 5 до плюс 5 В с использованием калибратора в следующей последовательности:

- калибратор при помощи кабеля с зажимами подключают к выходу «Зонд» измерительного блока прибора согласно схеме рисунка 4;
- на калибраторе поочередно устанавливают следующие значения напряжения постоянного тока $U_{задj}$: минус (0,5; 1; 2; 3; 5) В и плюс (0,5; 1; 2; 3; 5) В ($j = 1, \dots, 10$);
- для каждого заданного значения напряжения регистрируют на ИБ прибора или планшетном компьютере в ПО «КОРТЕС» (меню «Измерения» → Потенциалы) не менее трёх ($i \geq 3$) соответствующих показаний суммарного $E_{СОСji}$, В, и поляризационного $E_{БОСji}$, В, потенциалов;
- вычисляют фактическую относительную погрешность измерений суммарного $\delta_{СОСji}$, % и поляризационного $\delta_{БОСji}$, % потенциалов в j -ой точке при i -ом наблюдении по формулам (2) и (3) соответственно:

$$\delta_{СОСji} = \frac{E_{СОСji} - U_{задj}}{U_{задj}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

$$\delta_{БОСji} = \frac{E_{БОСji} - U_{задj}}{U_{задj}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

- результаты измерений и вычислений заносят в таблицу по форме таблицы 4.

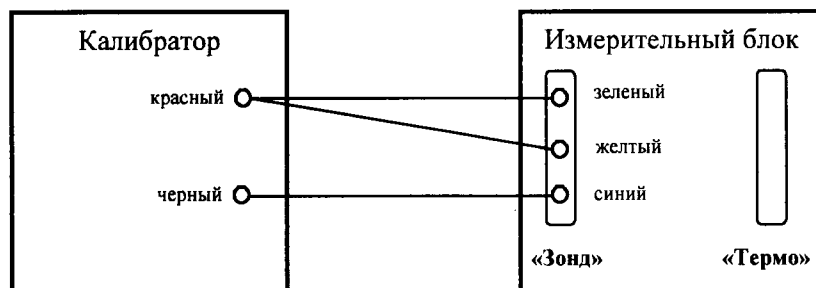


Рисунок 4 – Схема соединений при определении погрешности измерений суммарного и поляризационного потенциалов

Таблица 4

Заданное значение напряжения, $U_{задj}$, В	Измеренные значения потенциалов, В		Относительная погрешность измерений суммарного потенциала $\delta_{СОС}$, %		Относительная погрешность измерений поляризационного потенциала $\delta_{БОС}$, %	
	$E_{СОСji}$	$E_{БОСji}$	фактическая	допускаемая	фактическая	допускаемая

Результаты проверки положительные, если:

- фактическая относительная погрешность измерений суммарного потенциала $E_{СОС}$ не превышает допускаемых пределов $\pm [1,0 + 0,05 \cdot (|5/E_{СОСji}| - 1)] \%$, где 5 – коэффициент, равный значению верхнего предела диапазона измерений суммарного потенциала, В;
- фактическая относительная погрешность измерений поляризационного потенциала $E_{БОС}$ не превышает допускаемых пределов $\pm [4,0 + 0,1 \cdot (|5/E_{БОСji}| - 1)] \%$, где 5 – коэффициент, равный значению верхнего предела диапазона измерений поляризационного потенциала, В.

7.6.3 Определение погрешности измерений силы тока поляризации датчика

7.6.3.1 Определение относительной погрешности измерений силы тока поляризации датчика проводят в диапазоне от минус 5 до плюс 5 мА с использованием калибратора и магазина сопротивлений Р4831 (магазин) в следующей последовательности:

- на магазине устанавливают значение сопротивления $R = 1$ кОм;
- калибратор при помощи кабеля с зажимами подключают к выходу «Зонд» измерительного блока прибора и магазину согласно схеме рисунка 5;
- на калибраторе поочередно устанавливают следующие значения напряжения постоянного тока $U_{задj}$: минус (0,5; 1; 2; 3; 5) В и плюс (0,5; 1; 2; 3; 5) В ($j = 1, \dots, 10$);
- для каждого заданного значения напряжения регистрируют на ИБ прибора или планшетном компьютере в ПО «КОРТЕС» (меню «Измерения» → Ток поляризации) не менее трёх ($i \geq 3$) соответствующих показаний силы тока $I_{изmj_i}$, мА;
- вычисляют фактическую относительную погрешность измерений силы тока в j -ой точке при i -ом наблюдении δ_{ji} , %, по формуле:

$$\delta_{ji} = \frac{I_{изmj_i} - I_{задj}}{I_{задj}} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где $I_{задj}$ – значение силы тока, соответствующее j -му заданному значению напряжения и определяемое, как отношение напряжения $U_{задj}$, В, к сопротивлению R , равному 1 кОм;

- результаты измерений и вычислений заносят в таблицу по форме таблицы 5.

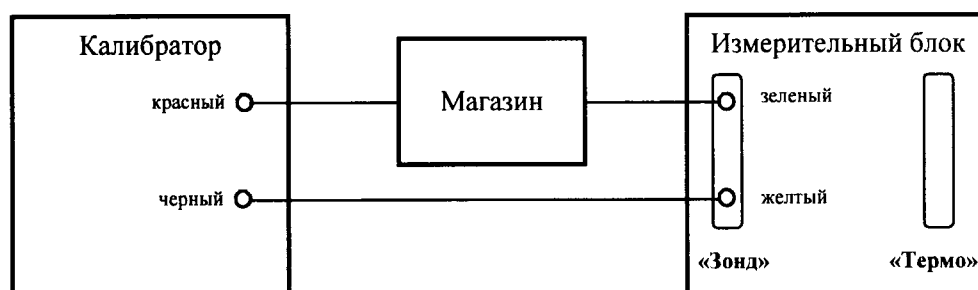


Рисунок 5 – Схема соединений при определении погрешности измерений силы тока поляризации датчика

Таблица 5

Заданное значение напряжения, $U_{задj}$, В	Заданное значение силы тока, $I_{задj}$, мА	Измеренное значение силы тока $I_{изmj_i}$, мА	Фактическая относительная погрешность δ_{ji} , %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %

Результаты проверки положительные, если фактическая относительная погрешность измерений силы тока поляризации датчика в диапазоне от минус 5 до плюс 5 мА не превышает допустимых пределов $\pm [2,0 + 0,2 \cdot (|5/I_{изmj_i}| - 1)]$ %, где 5 – коэффициент, равный значению верхнего предела диапазона измерений силы тока, мА.

7.6.4 Определение погрешности измерений электрического сопротивления грунта

7.6.4.1 Определение относительной погрешности измерений электрического сопротивления грунта проводят в диапазоне от 100 до 5000 Ом с использованием магазина в следующей последовательности:

- магазин при помощи кабеля с зажимами подключают к выходу «Зонд» измерительного блока прибора согласно схеме рисунка 6;

- на магазине поочередно устанавливают следующие значения электрического сопротивления $R_{задj}$: 100, 500, 1000, 3000 и 5000 кОм ($j = 1, \dots, 5$);
- для каждого заданного значения сопротивления регистрируют на ИБ прибора или планшетном компьютере в ПО «КОРТЕС» (меню «Измерения» → Сопротивление грунта) не менее трёх ($i \geq 3$) соответствующих показаний электрического сопротивления а $R_{измji}$, Ом;
- вычисляют фактическую относительную погрешность измерений электрического сопротивления в j -ой точке при i -ом наблюдении δ_{ji} , %, по формуле:

$$\delta_{ji} = \frac{R_{измji} - R_{задj}}{R_{задj}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

- результаты измерений и вычислений заносят в таблицу по форме таблицы 6.

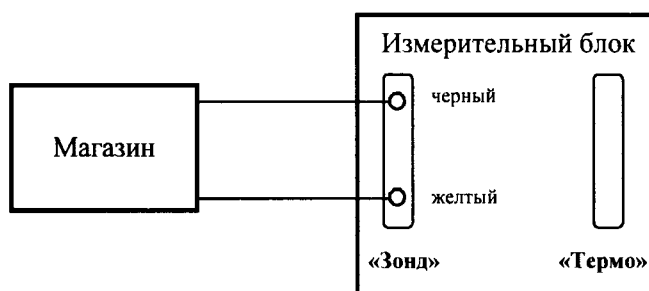


Рисунок 6 – Схема соединений при определении погрешности измерений электрического сопротивления грунта

Таблица 6

Заданное значение сопротивления $R_{задj}$, Ом	Измеренное значение сопротивления $R_{измji}$, Ом	Фактическая относительная погрешность δ_{ji} , %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %

Результаты проверки положительные, если фактическая относительная погрешность измерений электрического сопротивления грунта в диапазоне от 100 до 5000 Ом не превышает допускаемых пределов $\pm [4,0 + 0,5 \cdot (|5000/R_{измji}| - 1)] \%$, где 5000 – коэффициент, равный значению верхнего предела диапазона измерений электрического сопротивления, Ом.

7.6.5 Определение погрешности измерений водородного показателя грунта

7.6.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений водородного показателя (рН) грунта проводят в диапазоне от 4 до 9 с использованием буферных растворов – рабочих эталонов рН 3-го разряда, приготовленных из стандарт-титров, в следующей последовательности:

- готовят буферные растворы рабочих эталонов со значениями рН: 4,01; 6,86 и 9,18 – растворы № 1, № 2 и № 3 соответственно ($j = 1, \dots, 3$), согласно инструкции на стандарт-титры, объём каждого приготовленного раствора при этом должен быть не менее 100 мл;
- подключают к выходу «Зонд» измерительного блока прибора зонд «рН»;
- перед началом каждого измерения зачищают наконечник зонда «рН» фильтровальной бумагой;
- опускают зонд «рН» в ёмкость с раствором № 1 ($pH_{задj}=4,01$) и выполняют измерение;
- регистрируют на ИБ прибора или планшетном компьютере в ПО «КОРТЕС» (меню «Измерения» → рН) не менее трёх ($i \geq 3$) показаний водородного показателя $pH_{измji}$;
- вынимают зонд «рН» из раствора и промывают его дистиллированной водой;
- вычисляют фактическую абсолютную погрешность измерений водородного показателя в 1-ой точке ($j = 1$) при i -ом наблюдении Δ_{1i} по формуле:

$$\Delta_{1i} = pH_{измji} - pH_{задj}, \quad (6)$$

- повторяют вышеуказанные действия для растворов № 2 и № 3 ($j=2$ и $j=3$).
- результаты измерений и вычислений заносят в таблицу по форме таблицы 7.

Таблица 7

Номер раствора	Заданное значение $pH_{задj}$	Измеренное значение $pH_{измji}$	Фактическая абсолютная погрешность Δ_{ji}	Пределы допускаемой абсолютной погрешности

Результаты проверки положительные, если фактическая абсолютная погрешность измерений водородного показателя грунта в диапазоне от 4 до 9 не превышает допускаемых пределов $\pm 0,5$.

7.6.6 Определение погрешности измерений температуры грунта

7.6.6.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры грунта проводят в диапазоне от минус 30 до 50 °С с использованием эталонного термометра и термостата в следующей последовательности:

- подключают ко входу «Термо» измерительного блока прибора зонд «ТС»;
- включают термостат и задают значение температуры, равное минус 30 °С ($j = 1$);
- после установления режима работы в термостате в максимальной близости друг от друга размещают эталонный термометр и зонд «ТС» (в жидкость термостата погружают только наконечник зонда «ТС»);

– зонд «ТС» выдерживают в термостате в течение 15 мин, после чего регистрируют на ИБ прибора или планшетном компьютере в ПО «КОРТЕС» (меню «Измерения» → Температура грунта) не менее трёх ($i \geq 3$) показаний температуры прибора $t_{измji}$, °С, и соответствующие им показания эталонного термометра $t_{этиj}$, °С;

- вычисляют фактическую абсолютную погрешность измерений температуры в 1-ой точке ($j=1$) при i -ом наблюдении Δ_{ji} , °С, по формуле:

$$\Delta_{ji} = t_{измji} - t_{этиj}, \quad (7)$$

- вынимают зонд «ТС» из термостата и устанавливают следующее значение температуры;
- повторяют вышеуказанные действия для следующих значений температуры: 10 и 50 °С ($j = 2$ и $j = 3$);
- результаты измерений и вычислений заносят в таблицу по форме таблицы 8.

Таблица 8

Значение температуры, измеренное эталонным термометром $t_{этиj}$, °С	Значение температуры, измеренное прибором $t_{измji}$, °С	Фактическая абсолютная погрешность Δ_{ji} , °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С

Результаты проверки положительные, если фактическая абсолютная погрешность измерений температуры грунта в диапазоне от минус 30 до плюс 50 °С не превышает допускаемых пределов ± 3 °С.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки приборов оформляют протоколом. При положительных результатах поверки выдаётся свидетельство о поверке, оформленное в установленном порядке. Знак поверки наносится на заднюю панель корпуса измерительного блока прибора.

8.2 Приборы, прошедшие поверку с отрицательным результатом, не допускаются к использованию. Допускается на основании письменного заявления владельца прибора проведение поверки по отдельным величинам, для которых нормированы метрологические характеристики в описании типа средства измерений, с обязательным их указанием в свидетельстве о поверке.