


УТВЕРЖДАЮ  
Первый заместитель  
генерального директора –  
заместитель по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



 А.Н. Щипунов  
« 29 » 05 2015 г.

### Инструкция

Приборы для определения динамического модуля упругости несвязанных  
материалов TERRATEST 4000 USB, TERRATEST 5000 BLU

Методика поверки  
TERRATEST -01 МП

*Т.р. 61 960-15*

2015 г.

Настоящая методика поверки распространяется на приборы для определения динамического модуля упругости несвязанных материалов TERRATEST 4000 USB, TERRATEST 5000 BLU (далее – приборы), предназначенные для косвенного измерения динамического модуля упругости несвязанных материалов (грунтов, щебеночных и гравийных оснований и т. п.) методом динамического нагружения на основе воспроизведения фиксированной ударной силы и измерения смещения нагрузочной плиты.

Интервал между поверками – один год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Операции поверки приборов

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций	
		при выпуске из производства и после ремонта	при эксплуатации и хранении
Внешний осмотр и опробование. Проверка идентификационных данных программного обеспечения (ПО)	6.1, 6.2	Да	Да
Определение отклонения динамической нагрузки от номинального значения под действием падающего груза	6.3.2	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений смещения нагрузочной плиты	6.3.1	Да	Да

1.2 Результат поверки считается отрицательным, если будет обнаружено несоответствие требованиям хотя бы по одному из пунктов таблицы.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Средства поверки

Наименование эталонного средства измерения или вспомогательного средства поверки	Номер документа, регламентирующего технические средства и их метрологические характеристики
Измеритель лазерный триангуляционный РФ 603 X/2	ТУ ВУ 100051163/003-2009 Республика Беларусь. Диапазон измерений от 0 до 2 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности 6 мкм.
Электронный переносной динамометр АЦД кл. точности 0,5	ГОСТ Р 55223-2012, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,12\%$
Квадрант оптический КО1	ГОСТ 14967-80, пределы допускаемой погрешности 10"
Вспомогательное оборудование. Датчик силоизмерительный тензорезисторный модель U15	Калибруется с помощью динамометра электронного переносного АЦД. ISO 376 . Техническая документация фирмы Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Германия. Датчик силы U15 HBV

**Примечания:** 1 Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих измерение соответствующих характеристик с требуемой точностью.

2 Применяемые при поверке средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

### 3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Условия поверки должны соответствовать ГОСТ 8.395-80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды должна быть  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . При этом ее изменение за время поверки не должно быть более  $\pm 3 ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность в помещении должна быть менее 70 %.

Должны отсутствовать внешние источники вибрации, вызывающие заметные на глаз колебания показаний отсчетных устройств измерителя лазерного триангуляционного РФ 603 X/2.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены «Правила эксплуатации электроустановок потребителем» (утверждены Госэнергонадзором 27.02 83), «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителем» (утверждены Госэнергонадзором 31.03 92).

4.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80 и санитарных норм СН 245-71.

4.3 К проведению поверки приборов допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

Для предотвращения несчастных случаев необходимо осторожно обращаться с направляющей штангой при поднятом грузе в виду возможности непреднамеренного падения груза. При перемещении нагрузочного устройства, механизм фиксации следует устанавливать в транспортное положение.

## **5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

5.1 Перед проведением операций поверки поверитель должен изучить документ «Приборы для определения динамического модуля упругости несвязанных материалов TERRATEST 4000 USB, TERRATEST 5000 BLU. Руководство по эксплуатации» TERRATEST – 01 РЭ (далее – РЭ).

## **6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **6.1 Внешний осмотр**

6.1.1 Поверяемый прибор должен быть укомплектован в соответствии с РЭ.

6.1.2 Заводской порядковый номер по системе нумерации фирмы-изготовителя, нанесенный на корпус прибора, должен соответствовать номеру в паспорте.

6.1.3 Части прибора и его принадлежности проверить на:

- отсутствие коррозии;
- отсутствие трещин, сколов корпуса и механических повреждений на поверхностях;
- отсутствие видимых механических нарушений электроизоляции кабеля питания (для модификации TERRATEST 4000 USB).

6.1.4 Результаты проверки считать положительными, если указанные в п. 6.1.3 дефекты отсутствуют. В противном случае прибор бракуется и направляется в ремонт.

### **6.2 Опробование**

6.2.1 Рамку размером не менее 50×50 см и высотой бортика не менее 5 см установить на поверхности, насыпать в нее песок и разровнять его. В центре рамки расположить нагрузочную плиту, как показано на рисунке 1. Придать плите горизонтальное положение, двигая ее взад и вперед до плотного прилегания с грунтом.

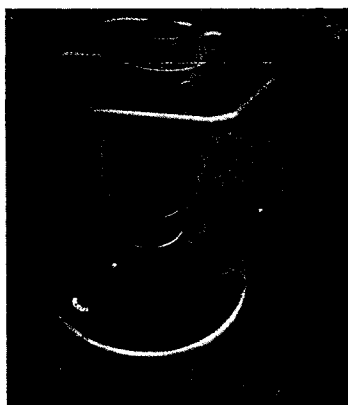


Рисунок 1 – Установка прибора на поверхности грунта

Для модификации TERRATEST 4000 USB нагрузочную плиту соединить кабелем с электронным блоком, для модификации TERRATEST 5000 BLU включите Bluetooth, нажав на зеленую кнопку на корпусе сенсора в нижней части нагрузочного устройства.

6.2.2 Нажать на кнопку «Старт» на панели электронного блока и удерживать ее 3 секунды. На мониторе электронного блока на короткое время (≈5 с) должен появиться информационный стартовый экран с номером версии ПО.

Затем стартовый экран должен сменить информационный экран (рисунок 2), отображающий факт соединения нагрузочного устройства с электронным блоком (TERRATEST 4000 USB), степень заряда аккумулятора, подключение USB-флэш накопителя и готовность GPS-системы. Символ «OK» под соответствующей пиктограммой подтверждает наличие соединения, подключение USB-флэш накопителя и готовность GPS-системы.

Если одна из позиций не готова к работе, под соответствующей пиктограммой появляется знак «?».

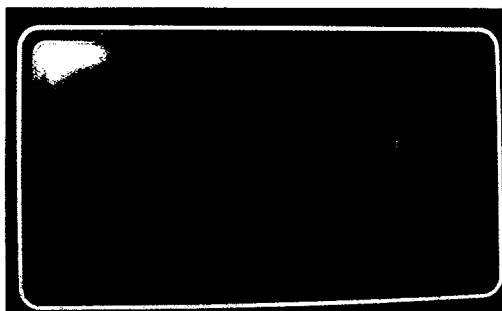


Рисунок 2 – Изображение подтверждения готовности прибора к работе

Активирование GPS-системы может длиться до 2 – 3 минут. Степень зарядки аккумулятора отображается в процентах под соответствующей пиктограммой.

6.2.3 После подтверждения готовности прибора к работе поднять груз до защелкивания в механизме фиксации (рисунок 3). Прибор установить в вертикальное положение, убедиться, что в зоне падения груза нет кабеля и других посторонних предметов. Затем нажать на спусковой рычаг, освобождая груз, и произвести удар по нагрузочной плите.



Рисунок 3 – Положение груза перед ударом

6.2.4 Проверить идентификационные данные метрологически значимой части ПО, путем сличения с информацией в статусном изображении на экране дисплея после загрузки ПО.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
TERRATEST 4000 USB	
Идентификационное наименование ПО	TERRATEST 4000
Номер версии (идентификационный номер ПО)	000.28 и выше
TERRATEST 5000 BLU	
Идентификационное наименование ПО	TERRATEST 5000

Номер версии (идентификационный номер ПО)	0.903 и выше
Программное обеспечение для вынесенного компьютера	

6.2.5 Результаты проверки считать положительными, если при включении прибора на информационном экране правильно отображается состояние интерфейсов и соединений и после сбрасывания груза в состоянии готовности прибора к работе на экран дисплея электронного блока выводятся модуль упругости контролируемой поверхности  $E_{vd}$ , МН/м<sup>2</sup>, среднее значение перемещение штампа  $S_m$ , мм и идентификационные данные в статусном изображении соответствуют данным в пункте 6.2.4.

### 6.3 Определение метрологических характеристик

#### 6.3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений перемещения нагрузочной плиты

Произвести измерения перемещения нагрузочной плиты в одной точке в трёх поддиапазонах заявленного диапазона перемещений: 1) от 0,2 мм до 0,7 мм; 2) от 0,7 мм до 1,3 мм; 3) от 1,3 мм до 2,0 мм при использовании нагрузки массой 10 кг и 1) от 0,2 мм до 0,7 мм; 2) от 0,7 мм до 1,3 мм; 3) от 1,3 до 2,2 мм при использовании нагрузки массой 15 кг. Чтобы обеспечить проведение измерения в середине каждого поддиапазона, необходимо смоделировать поверхность несвязанного грунта. Для этого нагрузочную плиту устанавливают на жестком массивном бетонном основании, как показано на рисунке 4, под нагрузочную плиту подкладываются специальные резиновые прокладки с различными модулями упругости, соответствующими модулям упругости различных несвязанных материалов.

Абсолютную погрешность измерения перемещения нагрузочной плиты оценить путем сравнения показаний встроенного в прибор измерителя перемещений, которые выводятся на дисплей электронного блока, и значениями измерений перемещения нагрузочной плиты с помощью измерителя лазерного триангуляционного РФ 603 X/2.

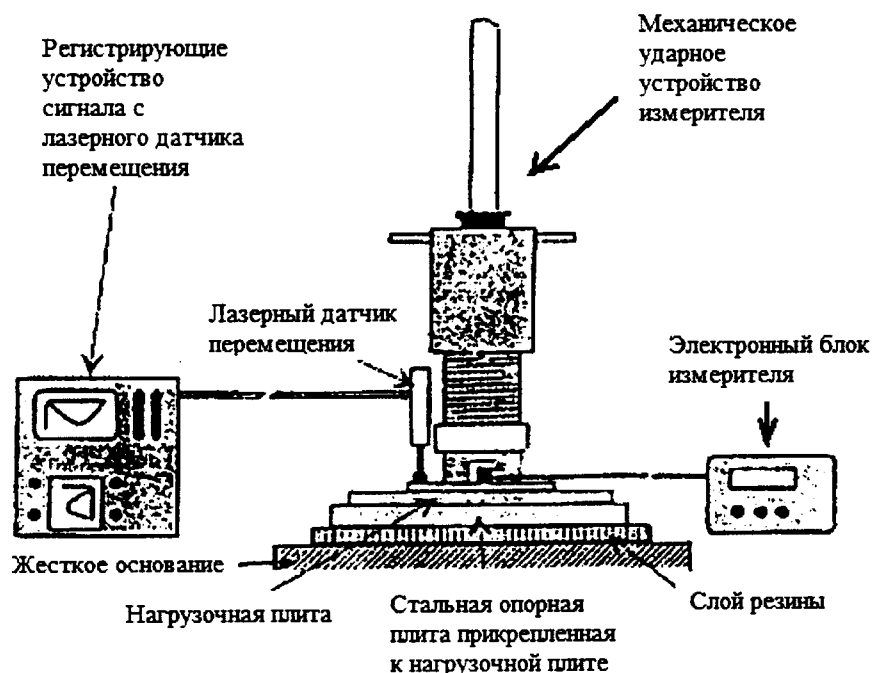


Рисунок 4 – Схема установки прибора при определении абсолютной погрешности измерений перемещения нагрузочной плиты.

Смоделировать поддиапазон перемещения 1 так, чтобы максимальное перемещение в процессе удара было в середине поддиапазона перемещений. Произвести, согласно инструкции по эксплуатации, три пробных удара. Затем выполнить 10 измерений,

регистрируя максимальное значение перемещения из 10 измерений с дисплея электронного блока прибора ( $S_{iП}$ ,  $i = 1, \dots, 10$ ) и максимальное значение перемещения, зарегистрированное измерителем лазерным триангуляционным ( $S_{iЭ}$ ,  $i = 1, \dots, 10$ ).

Вычислить величины:

$S_{прибора}$  = среднее значение перемещения, измеренное прибором ( $S_{iП}$ ,  $i=1, \dots, 10$ );

$$S_{прибора} = \sum_{i=1}^{10} S_{iП};$$

$S_{Э}$  = среднее значение перемещения, измеренное измерителем лазерным триангуляционным ( $S_{iЭ}$ ,  $i=1, \dots, 10$ ).

Результат измерения считать положительным, если выполняются условия:

$$| S_{прибора} - S_{iП} | \leq 20 \text{ мкм, для } i=1, \dots, 10; \quad (1);$$

$$| S_{Э} - S_{iЭ} | \leq 20 \text{ мкм, для } i=1, \dots, 10; \quad (2);$$

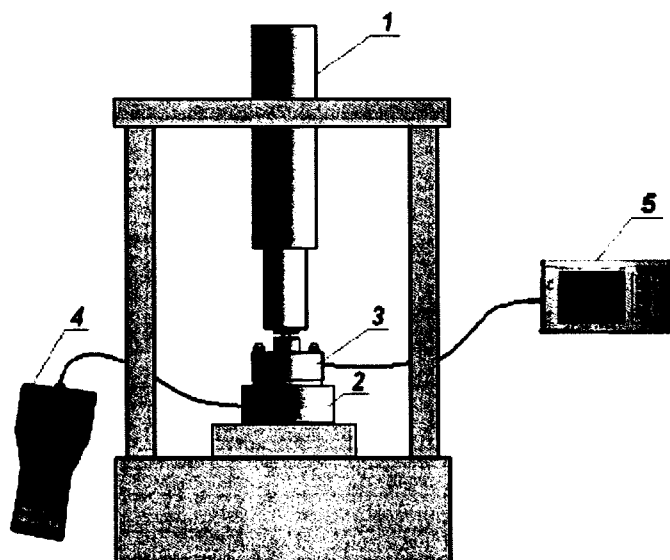
$$| S_{прибора} - S_{Э} | \leq 20 \text{ мкм.} \quad (3).$$

Смоделировать поддиапазоны перемещений 2 и 3 и провести измерения.

Результат поверки считать положительным, если в трёх поддиапазонах выполняются условия (1) ÷ (3).

6.3.2 Определение допускаемого отклонения динамической нагрузки при ударе падающего груза

6.3.2.1 Проверка датчика силоизмерительного тензорезисторного. Датчик снимается с испытательного стенда и устанавливается на рабочий стол пресса вместе с датчиком динамометра так, как показано на рисунке 5.



1 – пресс, развивающий испытательные нагрузки от 5 кН до 25 кН;

2 – датчик динамометра АЦД;

3 – датчик силоизмерительный тензорезисторный;

4 – электронный блок динамометра;

5 – электронный блок силоизмерительного тензорезисторного датчика

Рисунок 5 - Схема установки датчика силоизмерительного тензорезисторного и динамометра в рабочее пространство пресса.

Нагрузить динамометр с установленным на нем датчиком силоизмерительным тензорезисторным три раза до нагрузки  $7,07 \text{ кН} \pm 10 \%$  в случае исполнения прибора

LFG (масса падающего груза 10 кг) и до нагрузки 14,00 кН  $\pm$  10 % в случае исполнения прибора MAG (масса падающего груза 15 кг).

Абсолютное отклонения показаний датчика  $\delta F$  для испытательной нагрузки  $F_N$  от показаний динамометра определить по формуле (4):

$$\delta F = \frac{1}{3} \cdot \sum_3 |F_{iFT} - F_{iD}|; \quad (4)$$

где  $F_{iFT}$  –  $i$ -ое показание динамометра, Н;

$F_{iD}$  –  $i$ -ое показание датчика, Н.

Датчик можно использовать для измерения динамической нагрузки при ударе падающего груза, если  $\delta F \leq 0,002 \cdot F_N$ .

6.3.2.2 Датчик силоизмерительный тензорезисторный надежно закрепить на жестком массивном основании.

Прибор без нагрузочной плиты установить на датчик, предварительно зафиксировав в верхнем положении, как показано на рисунке 6. Обеспечить вертикальность по уровню, вмонтированному в верхнюю часть штанги прибора.

Произвести три пробных сбрасывания груза в соответствии с требованиями РЭ без измерения динамической нагрузки.

Затем произвести десять сбрасываний груза, снимая показания динамической нагрузки с дисплея электронного блока датчика ( $S_i$ ).

Результат поверки считать положительным, если среднеарифметическое значение десяти измерений ( $S_i$ ) отличается от номинального значения динамической нагрузки (7,07 кН или 14,00 кН, в зависимости от модификации) не более, чем на 1 %.

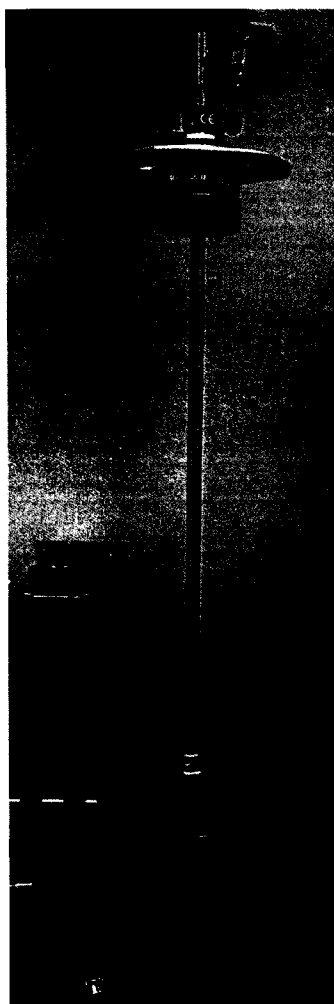




Рисунок 6 – Установка прибора на датчик силоизмерительный тензорезисторный


## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При положительных результатах поверки на прибор TERRATEST выдается свидетельство о поверке по установленной форме ПР 50.2.006-94

7.2 При отрицательном результате поверки выдается извещение о непригодности с указанием причины согласно ПР 50.2.006-94

Заместитель начальника НИО-3

ФГУП «ВНИИФТРИ»

 Б.В. Юрьев  
« 29 » 05 2015 г.


Начальник лаборатории 330

ФГУП «ВНИИФТРИ»

 В.А.Пивоваров  
« 29 » 05 2015 г.

Ведущий инженер лаборатории 330

ФГУП «ВНИИФТРИ»

 В.А. Лукашова  
« 29 » 05 2015 г.

Приложение А (рекомендуемое)

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

Прибор TERRATEST (мод. \_\_\_\_\_) № \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_\_\_

Применяемые средства поверки (наименование, тип, зав.№):

---

---

---

---

Таблица 1 - Определение абсолютной погрешности измерений перемещения нагрузочной плиты

Определение погрешности смещения нагрузочной плиты проводить в трёх поддиапазонах заявленного диапазона перемещений: 1) от 20 до 700 мкм; 2) от 700 до 1300 мкм; 3) от 1300 до 2000 мкм.

	Поддиапазон 1 от 20 до 700 мкм		Поддиапазон 2 от 700 до 1300 мкм		Поддиапазон 3 от 1300 до 2000 мкм	
	Результат измерения RF603, мкм	Результат измерения TERRATES T, мкм	Результат измерения RF603	Результат измерения TERRATES T	Результат измерения RF603	Результат измерения TERRATEST
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
	$S_{1эдп}$	$S_{1прибора}$	$S_{2эдп}$	$S_{2прибора}$	$S_{3эдп}$	$S_{3прибора}$

Для трех поддиапазонов вычислить величины:

$S_{Kприбора}$  = среднее значение 10 измерений прибором TERRATESN( $S_{iп}$ ,  $i=1,...,10$  для поддиапазона K);

$S_{Kэдп}$  = среднее значение ( $S_{iэ}$ ,  $i=1,...,10$  для поддиапазона K).

Результаты поверки считать положительными, если для всех поддиапазонов K выполняются условия:

$$| S_{Kприбора} - S_{iп} | \leq 20 \text{ мкм, для } i=1,...,10; \quad (1)$$

$$| S_{Kэдп} - S_{iэ} | \leq 20 \text{ мкм, для } i=1,...,10; \quad (2)$$

$$| S_{Kприбора} - S_{Kэдп} | \leq 20 \text{ мкм.} \quad (3)$$

Таблица 2 – Проверка датчика силоизмерительного тензорезисторного

Нагружение	Показания динамометра, кН	Показания датчика силоизмерительного тензорезисторного	Разность показаний
№	$F_{iFD}$	$F_{iD}$	$\delta F_i$
1			
2			
3			

Вычислить величину  $\delta F = \frac{1}{3} \times \sum_3 |F_{iFT} - F_{iD}|$ ; и проверить выполнение условия

$\delta F \leq 0,002 \times F_N$  где  $F_N = 7,07 \text{ кН} \pm 10 \%$  (модификация прибора LFG) или  $14,00 \text{ кН} \pm 10 \%$  (модификация прибора MAG).

Таблица 3 - Определение отклонения динамической нагрузки при ударе падающего груза

№	Воспроизведение динамической нагрузки F, кН	Среднее арифметическое значение воспроизведения динамической нагрузки F ср, кН	Отклонение динамической нагрузки, %
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Результат поверки считать положительным, если среднеарифметическое значение десяти измерений ( $S_i$ ) отличается от номинального значения динамической нагрузки (7,07 кН для модификации LFG или 14,00 кН для модификации MAG) не более, чем на 1 % и отклонение единичных измерений от среднего не превышает 2 %.

Поверитель \_\_\_\_\_  
(подпись)
(Фамилия И.О.)
(Дата)