

|                             |                            |                                 |                                |                          |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Архангельск (8182)63-90-72  | Ижевск (3412)26-03-58      | Магнитогорск (3519)55-03-13     | Пермь (342)205-81-47           | Сургут (3462)77-98-35    |
| Астана (7172)727-132        | Иркутск (395)279-98-46     | Москва (495)268-04-70           | Ростов-на-Дону (863)308-18-15  | Тверь (4822)63-31-35     |
| Астрахань (8512)99-46-04    | Казань (843)206-01-48      | Мурманск (8152)59-64-93         | Рязань (4912)46-61-64          | Томск (3822)98-41-53     |
| Барнаул (3852)73-04-60      | Калининград (4012)72-03-81 | Набережные Челны (8552)20-53-41 | Самара (846)206-03-16          | Тула (4872)74-02-29      |
| Белгород (4722)40-23-64     | Калуга (4842)92-23-67      | Нижний Новгород (831)429-08-12  | Санкт-Петербург (812)309-46-40 | Тюмень (3452)66-21-18    |
| Брянск (4832)59-03-52       | Кемерово (3842)65-04-62    | Новокузнецк (3843)20-46-81      | Саратов (845)249-38-78         | Ульяновск (8422)24-23-59 |
| Владивосток (423)249-28-31  | Киров (8332)68-02-04       | Новосибирск (383)227-86-73      | Севастополь (8692)22-31-93     | Уфа (347)229-48-12       |
| Волгоград (844)278-03-48    | Краснодар (861)203-40-90   | Омск (3812)21-46-40             | Симферополь (3652)67-13-56     | Хабаровск (4212)92-98-04 |
| Вологда (8172)26-41-59      | Красноярск (391)204-63-61  | Орел (4862)44-53-42             | Смоленск (4812)29-41-54        | Челябинск (351)202-03-61 |
| Воронеж (473)204-51-73      | Курск (4712)77-13-04       | Оренбург (3532)37-68-04         | Сочи (862)225-72-31            | Череповец (8202)49-02-64 |
| Екатеринбург (343)384-55-89 | Липецк (4742)52-20-81      | Пенза (8412)22-31-16            | Ставрополь (8652)20-65-13      | Ярославль (4852)69-52-93 |
| Иваново (4932)77-34-06      | Киргизия (996)312-96-26-47 | Россия (495)268-04-70           | Казахстан (772)734-952-31      |                          |

<https://interpribor.nt-rt.ru/> || [irz@nt-rt.ru](mailto:irz@nt-rt.ru)

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Измерители динамические модуля упругости грунтов ДПГ

#### Назначение средства измерений

Измерители динамические модуля упругости грунтов ДПГ (далее – измерители) предназначены для определения динамического модуля упругости  $E_d$  (несущей способности) грунта и оснований дорог методом штампа, имитирующим проезд автомобиля по дорожному покрытию, согласно основным положениям стандарта СТ СЭВ 5497-86.

#### Описание средства измерений

Измерители состоят из механического ударного устройства и электронного блока, который закреплен на кронштейне.

Принцип работы измерителей заключается в измерении амплитуды полной осадки (перемещения)  $S$  грунта под круглым штампом (платформой, плитой), при воздействии на него ударной силы (нагрузки)  $F$ . Во время удара электронный блок измерителя автоматически записывает сигналы с датчиков силы и перемещения платформы. Одновременно с этим, микропроцессор производит двойное интегрирование сигнала ускорения, и вычисляет амплитуду осадки грунта. По формуле, связывающей измеренные величины: амплитуду полной осадки (перемещения)  $S$  грунта и ударную силу (нагрузку)  $F$ , в электронном блоке вычисляется динамический модуль упругости  $E_d$ , характеризующий деформативность грунта.

Измерители выпускаются в трех модификациях: ДПГ-1.1- измеритель динамический модуля упругости грунтов с ускорителем удара; ДПГ-1.2 - измеритель динамический модуля упругости грунтов со свободно падающим грузом; ДПГ-ДДК- дорожный диагностический комплекс. Модификации измерителей отличаются конструкцией механического ударного устройства и комплектацией. Во всех модификациях измерителей конструктивно предусмотрена смена диаметра штампа от 100 мм до 300 мм (по заказу).

В модификации ДПГ-1.1 механическое ударное устройство состоит из ударника (груза) маршевой пружины и пружинного демпфера, которые расположены на вертикальной штанге, жестко закрепленной на корпусе с датчиками силы и перемещения платформы. Пружинный демпфер формирует импульс силы заданной длительности. Элементы ударного устройства защищены кожухом. Сверху кожух закрывает регулировочная гайка, позволяющая устанавливать момент сброса ударника. В верхней части ударного устройства расположен механизм фиксации и сброса груза. Он состоит из двух ручек сброса, двух фиксирующих крючков и держателя.

В модификации ДПГ-1.2 механическое ударное устройство состоит из свободно падающего ударника (груза) и пружинного демпфера, которые расположены на вертикальной штанге, жестко закрепленной на корпусе с датчиками силы и перемещения платформы. Защитный кожух отсутствует. В верхней части ударного устройства расположен механизм фиксации и сброса груза. Он состоит из ручки сброса, фиксирующего крючка и держателя.

В модификации ДПГ-ДДК конструкция механического ударного устройства аналогична модификации ДПГ-1.2 и отличается тем, что составная конструкция свободно падающего ударника (груза) позволяет изменять массу груза от 5 до 10 кг для регулирования ударной нагрузки (силы)  $F$  во время проведения измерений. Измеритель ДПГ-ДДК комплектуется внешними датчиками вибрации в количестве от 1 до 4 штук, которые позволяют измерить виброперемещение грунта на задаваемом расстоянии от эпицентра удара. Датчики подключаются к электронному блоку измерителя последовательно друг за другом с помощью соединительных кабелей длиной до 1 м.

#### Программное обеспечение

Реализовано на микросхеме Flash-микроконтроллера с защитой от считывания и перезаписи: тип микроконтроллера AT91SAM7S256 фирмы "Atmel" (США).

Управляющая программа микроконтроллера реализует алгоритм :

- а) оцифровки сигналов с датчиков силы и перемещения платформы измерителя при ударе грузом известной массы с определенной силой, и последующего пересчета в значение динамического модуля упругости (для всех модификаций);
- б) оцифровки сигнала с датчиков вибрации и определения амплитуды виброперемещения (для модификации ДПГ-ДДК).

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование программного обеспечения | Идентификационное наименование программного обеспечения | Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения | Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода) | Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| ПО ДПГ                                | НКИП.408021.100 ПО                                      | 01.07.2011                                                      | С 937                                                                                 | 16 бит CRC                                                            |

Программное обеспечение не влияет на метрологические характеристики.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений по МИ 3286-2010 соответствует уровню "А".

Фотографии общего вида модификаций измерителей представлены на рисунках 1 - 3.



Рисунок 1 – Общий вид измерителя динамического модуля упругости грунтов ДПГ (модификация ДПГ-1.1)



Рисунок 2 – Общий вид измерителя динамического  
модуля упругости грунтов ДПГ  
(модификация ДПГ-1.2)



Рисунок 3 – Общий вид измерителя динамического модуля упругости грунтов ДПГ (модификация ДПГ-ДДК)

Место пломбирования от несанкционированного доступа расположено в батарейном отсеке электронного блока на винте крепления корпуса. Это место одновременно является местом нанесения оттиска клейма при поверке (рисунок 4).

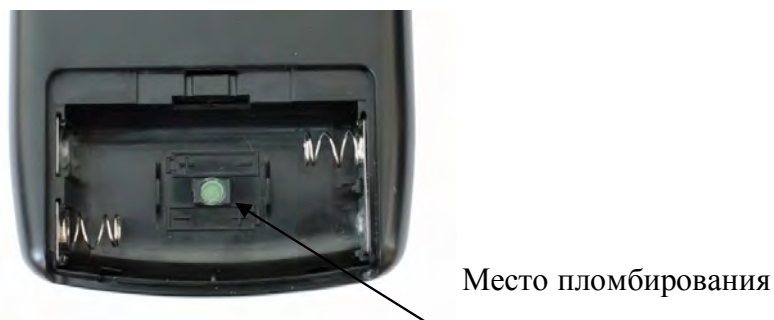


Рисунок 4 - Место пломбирования и клеймения

### Метрологические и технические характеристики

|                                                                                                 |                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Диапазон измерения динамического модуля упругости, МПа .....                                    | от 10 до 250                         |
| Диапазон измерения перемещения, мм .....                                                        | от 0,1 до 2,0                        |
| Диапазон показаний силы, Н .....                                                                | от 100 до 20000                      |
| Диапазон измерений силы, Н .....                                                                | от 2000 до 20000                     |
| Диапазон измерения амплитуды виброперемещения, мм.....                                          | от 0 до 0,5                          |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерения динамического модуля упругости, % ..... | $\pm (0,02 E_{d0} + 50/ E_{d0} + 2)$ |
| где $E_{d0}$ – действительный модуль упругости, МПа                                             |                                      |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения перемещения, мм .....                      | $\pm (0,03 S_0 + 0,01)$              |
| где $S_0$ – действительное значение перемещения, мм                                             |                                      |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерения силы, % .....                           | $\pm 3,0$                            |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерения амплитуды виброперемещения, % .....     | $\pm 5,0$                            |
| Потребляемая мощность, Вт, не более.....                                                        | 0,30                                 |
| Питание измерителей от двух аккумуляторов типа АА с напряжением, В.....                         | $(2,5 \pm 0,5)$                      |
| Габаритные размеры ( диаметр платформы хвысота), мм, не более:                                  |                                      |
| - модификации ДПГ-1.1 .....                                                                     | Ø200 x 960                           |
| - модификации ДПГ-1.2 .....                                                                     | Ø300 x 1420                          |
| - модификации ДПГ-ДДК .....                                                                     | Ø300 x 1420                          |
| Масса измерителей, кг, не более:                                                                |                                      |
| - модификации ДПГ-1.1 .....                                                                     | 17,0                                 |
| - модификации ДПГ-1.2 .....                                                                     | 19,0                                 |
| - модификации ДПГ-ДДК .....                                                                     | 21,0                                 |
| Климатические условия применения:                                                               |                                      |
| – рабочий диапазон температур окружающего воздуха.....                                          | от 5 °С до 40 °С                     |
| – относительная влажность воздуха, при +25 °С, %.....                                           | до 90                                |
| – атмосферное давление, кПа .....                                                               | от 84 до 106,7                       |
| Средняя наработка на отказ, ч, не менее.....                                                    | 8000                                 |
| Средний срок службы, лет, не менее.....                                                         | 10                                   |

### Знак утверждения типа

наносится наклейкой на лицевые панели электронных блоков измерителей и печатается типографским способом в левом верхнем углу титульного листа Руководства по эксплуатации НКП.408021.100 РЭ, НКП.408022.100 РЭ, НКП.408023.100 РЭ.

## Комплектность средства измерений

Таблица 2

| Наименование и условное обозначение                                                    | Количество, шт. |         |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|------------|
|                                                                                        | ДПГ-1.1         | ДПГ-1.2 | ДПГ-ДДК    |
| Измеритель динамический модуля упругости грунтов ДПГ                                   |                 |         |            |
| - блок электронный                                                                     | 1               | 1       | 1          |
| - устройство ударное                                                                   | 1               | 1       | 1          |
| - кабель соединительный 0,25 м                                                         | 1               | 1       | 1          |
| Датчик вибрации                                                                        | —               | —       | от 1 до 4* |
| Кабель соединительный 1,0 м                                                            | —               | —       | от 1 до 4* |
| Аккумуляторы типа АА                                                                   |                 |         |            |
| Устройство зарядное                                                                    | 2               | 2       | 2          |
| Кабель USB                                                                             | 1               | 1       | 1          |
| Футляр                                                                                 | 1               | 1       | 1          |
| Программа связи с ПК НК ИП.408021.100 ПО                                               | 1               | 1       | 1          |
| Руководство по эксплуатации НК ИП. 408021.100 РЭ, содержащее раздел «Методика поверки» | 1               | 1       | 1          |
| Руководство по эксплуатации НК ИП. 408022.100 РЭ, содержащее раздел «Методика поверки» | 1               | —       | —          |
| Руководство по эксплуатации НК ИП. 408023.100 РЭ, содержащее раздел «Методика поверки» | —               | 1       | —          |
|                                                                                        | —               | —       | 1          |

\* количество по заказу

## Поверка

осуществляется по методике поверки, изложенной в разделе 7 Руководств по эксплуатации НК ИП 408021.100 РЭ, НК ИП 408022.100 РЭ, НК ИП 408023.100 РЭ, утвержденной ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в 2011 году.

Основные средства поверки:

- динамометр ДИН-1С, диапазон измерения силы от 0 до 50 кН, относительная погрешность измерения  $\pm 0,3 \%$ ;
- генератор сигналов специальной формы SFG-2004, диапазон частоты выходного сигнала от 0,1 Гц до 4 МГц, пределы абсолютной погрешности установки частоты  $\pm (2 \times 10^{-5} \times F + 0,0001 \text{ Гц})$  Гц;
- виброустановка электродинамическая ВСВ-133, воспроизводимые диапазоны : частот от 10 до 1000 Гц, размахов виброперемещений от 2 до 1000 мкм, СКЗ виброскорости от 0,35 до 100 мм/с, относительная погрешность  $\pm 3,0 \%$ .

## Сведения о методиках (методах) измерений

«Измеритель динамический модуля упругости грунтов ДПГ-1.1. Руководство по эксплуатации НК ИП.408021.100 РЭ»

«Измеритель динамический модуля упругости грунтов ДПГ-1.2. Руководство по эксплуатации НК ИП.408022.100 РЭ»

«Измеритель динамический модуля упругости грунтов. Дорожный диагностический комплекс ДПГ- ДДК. Руководство по эксплуатации НК ИП.408023.100 РЭ»

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к плотномера грунта динамическим ДПГ

ГОСТ 8.065-85 ГСИ «Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы».

МИ 2060-90 ГСИ. «Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне  $1 \cdot 10^{-6} \dots 50$  м и длин волн в диапазоне 0,2 ... 50 мкм».

МИ 2070-90 ГСИ. «Государственная поверочная схема для средств измерений вибропемещения, виброскорости и виброускорения в диапазоне частот  $3 \cdot 10^{-1} \dots 2 \cdot 10^4$  Гц».

ТУ 4276- 017-7453096769- 2010 «Измерители динамические модуля упругости грунтов ДПГ. Технические условия».

### **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижегород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93

<https://interpribor.nt-rt.ru/> || [irz@nt-rt.ru](mailto:irz@nt-rt.ru)