

Российское акционерное общество энергетики и электрификации  
«ЕЭС России»

ДИГЭС ®

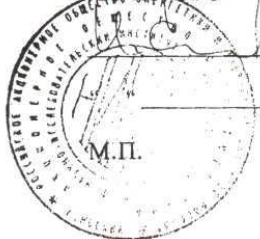


Открытое акционерное общество  
«Диагностика гидротехнических, энергетических  
и других ответственных сооружений.»  
АО «ДИГЭС»

(Участник ассоциации «Гидропроект»)

СОГЛАСОВАНО:

Зам. генерального директора  
АО «ДИГЭС»



Д.Б.Радкевич

1996 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Зам. генерального директора  
ГП «ВНИИФТРИ»



Ю.И.Брегадзе

1996 г.

## РЕКОМЕНДАЦИЯ

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Период выходного сигнала и электрическое сопротивление  
магнитных головок преобразователей измерительных струнных.**

**Методика выполнения измерений  
периодомером многофункциональным  
типа ПЦПМ.**

**МИ 2433-97**

Москва  
1996

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

РАЗРАБОТАНА: Открытым акционерным обществом «ДИГЭС», отделом метрологии в строительстве ГП «ВНИИФТРИ»

УТВЕРЖДЕНА: Государственным предприятием «ВНИИФТРИ» 29 декабря 1966 г.

ИСПОЛНИТЕЛИ: Зиновьев Р.К. (руководитель темы), Марков А.И., Северов А.П., Халтурина Н.М., Егорова Н.Н.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА:

## СОДЕРЖАНИЕ

- [1. Нормы погрешности измерений](#)
  - [2. Средства измерений](#)
  - [3. Метод измерений](#)
  - [4. Требования безопасности и требования к квалификации операторов](#)
  - [5. Условия выполнения измерений](#)
  - [6. Подготовка к выполнению измерений](#)
  - [7. Проведение измерений](#)
  - [8. Обработка результатов измерений](#)
  - [9. Контроль погрешности результатов измерений](#)
- Приложения:

Приложение 1. Электрические, механические и метрологические характеристики периодомера ПЦПМ

Приложение 2. Пример оформления журнала измерений

## РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

**Период выходного сигнала и электрическое сопротивление магнитных головок преобразователей измерительных струнных.**

**Методика выполнения измерений периодомером многофункциональным типа ПЦПМ.**

**МИ 2433-97**

Дата введения 01.01.1998

Настоящая рекомендация по метрологии распространяется на методику выполнения измерений периода выходного сигнала преобразователей измерительных струнных (СИП) и электрического сопротивления их магнитных головок периодомером цифровым портативным многофункциональным типа ПЦПМ (далее ПЦПМ).

ПЦПМ представляет собой специализированный прибор с автономным питанием, предназначенный для совместной работы с СИП, используемыми на объектах ГЭС и ГАЭС в качестве первичных преобразователей при контрольных наблюдениях и натурных исследованиях их напряженно-деформированного состояния, а также тепловлажностного и фильтрационного режимов в процессе строительства и эксплуатации.

С помощью ПЦПМ измеряют период затухающих колебаний, возбуждаемых им в СИП, а также электрическое сопротивление постоянному току в электромагнитной катушке СИП.

### 1. НОРМЫ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

1.1. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений периода выходного сигнала СИП по данной методике  $\pm 0,10$  %.

1.2. При измерении электрического сопротивления в электромагнитной катушке СИП пределы допускаемой относительной погрешности измерений по данной методике  $\pm 0,6$  %.

## 2. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. При выполнении измерений применяют периодомер ПЦПМ (ТУ 34-28-10893-93), подключенный к СИП по ОСТ 34.72.965-98 трехжильным кабелем. При этом один вывод катушки СИП подключается к одной из жил (1) этого кабеля, а другой – к двум оставшимся жилам (2) и (3).

2.2. В ПЦПМ предусмотрены:

- автоматический режим измерения;
- ручной режим измерения;
- режим самоконтроля;
- вывод результатов измерения на пятиразрядное цифровое табло;
- вывод результатов измерения на внешний разъем;
- импульсное электромагнитное возбуждение СИП;
- внешний запуск.

2.3. Информативные параметры (период, сопротивление) выходных сигналов СИП являются входными сигналами ПЦПМ, который связан с СИП трехжильной линией связи.

2.4. Для контроля температуры окружающей среды при выполнении измерений применяется термометр типа ТНБ-1.

2.5. Для контроля атмосферного давления при выполнении измерений применяются барометры бытовые типа БР-50, БР-75.

2.6. Для контроля относительной влажности воздуха при выполнении измерений применяются психрометры типа МВ-4М или типа М-34.

2.7. Допускается применять другие измерительные средства, имеющие класс точности не ниже приведенных в п.п. 2.4., 2.5., 2.6.

2.8. Все используемые приборы должны иметь действующие свидетельства о поверке.

## 3. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Измерения периода выходного сигнала СИП.

3.1.1. Измерения выполняют методом, основанном на сравнении периода затухающих колебаний э.д.с., возбужденных в СИП импульсом запроса от ПЦПМ, с образцовой частотой 1000 кГц, задаваемой кварцевым генератором, входящим в ПЦПМ.

3.1.2. Принцип измерений заключается в следующем:

- с выхода СИП на усилитель ПЦПМ поступают электрические колебания э.д.с. синусоидальной формы с периодом  $T$ , равным периоду колебаний струны СИП;
- усиленные и сформированные в прямоугольную форму сигналы поступают с выхода усилителя на устройство управления, в котором из них вырабатывается строб-импульс длительностью 100  $T$ ;
- в течение времени, равного длительности строб-импульса на счетчик ПЦПМ поступают импульсы образцовой частоты, так называемые метки времени (период – 1 мкс);
- счетчик считает количество меток времени за время, равное 100  $T$ . с коэффициентом усреднения 100 и таким образом определяют  $T$  – период выходного сигнала СИП, усредненное значение которого в мкс высвечивается устройством индикации на табло ПЦПМ.

3.2. Измерения сопротивления электрической головки СИП.

3.2.1. Измерения выполняют методом, аналогичным методу измерения периода, т.е. основанным на сравнении (заполнении) строб-импульса, сформированного в ПЦПМ, длительность которого связана со значением измеряемого сопротивления, с образцовой частотой, задаваемой

кварцевым генератором.

3.2.2. Принцип измерений заключается в следующем:

- измеряемое сопротивление преобразуется в напряжение, которое подается на вход интегрирующего вольтметра, выполняющего функцию преобразователя: сопротивление – время и формирующего строб-импульс;

- в течение времени, равного длительности строб-импульса, счетчик считает количество импульсов образцовой частоты, поступающих на счетчик от кварцевого генератора;

- цифровой код на выходе счетчиков, численно равный измеренному сопротивлению в Ом, высвечивается устройством индикации на табло ПЦПМ.

3.2.3. Для исключения сопротивления линий связи из общего сопротивления электромагнитной головки и линий связи при выполнении измерений (раздел 7) проводят два последовательных цикла измерений: сначала измерений общего сопротивления, а потом сопротивления линий связи, для чего подсоединяют две жилы 3-х жильной линии связи к одному из выводов кабеля магнитной головки СИП.

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

4.1. ПЦПМ по степени защиты человека от поражения электрическим током соответствует классу 0 ГОСТ 12.2.007.0-75.

4.2. При работе с периодометром необходимо соблюдать требования «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

4.3. Все коммутации на входе ПЦПМ необходимо проверить только при выключенном питании.

4.4. К работе с ПЦПМ допускаются лица, изучившие его техническое описание и инструкцию по эксплуатации, знающие правила техники безопасности при работе с напряжением до 1000 В, а также прошедшие местный инструктаж по безопасности труда.

#### 5. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

- питание ПЦПМ осуществляется от автономного источника с номинальным напряжением, В	9,0 ± 0,2
- температура окружающего воздуха, °С	-40 ... +50
- относительная влажность воздуха при температуре +30°С, %	до 90
- атмосферное давление, кПа	84,0 ... 106,7

#### 6. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. При подготовке к выполнению измерений выполняют следующие работы:

6.1.1. После распаковки ПЦПМ произвести внешний осмотр прибора с целью определения видимых повреждений, коррозии и т.д.

6.1.2. В случае, когда разница между температурой воздуха в условиях хранения и температурой воздуха в условиях эксплуатации превышает 20°С по абсолютному значению, выдержать ПЦПМ, не включая питания, в условиях эксплуатации не менее 20 минут.

6.2. Для подтверждения работоспособности ПЦПМ проводят его предварительное самотестирование, для чего выполняют следующие операции:

6.2.1. Включают ПЦПМ с учетом требований, изложенных в п.6.1., нажимают для этого кнопку "ПИТАНИЕ" - на цифровом табло высветятся нули.

6.2.2. Устанавливают органы управления ПЦПМ в следующее положение:  
кнопка T/R - отжата

кнопка ИЗМ/К - нажата

кнопка АВТ - нажата

На лицевой панели ПЦПМ загорится индикатор МС, а на цифровом табло начнет мигать с периодом 2 с. калибровочное число Т.

6.2.3. Отжимают кнопку "АВТ" и нажимают кнопку "РУЧ" - на цифровом табло высветится, не мигая, калибровочное число Т.

6.2.4. Нажимают кнопку Т/Р и кнопку "АВТ" - на лицевой панели ПЦПМ загорится индикатор "Ом", а на цифровом табло начнет мигать с периодом 2 с. калибровочное число R.

6.2.5. Отжимают кнопку "АВТ" и нажимают кнопку "РУЧ" - на цифровом табло высветится, не мигая, калибровочное число R.

6.3. Подготавливают журнал для записи результата измерения (пример оформления журнала приведен в приложении 2).

*Примечание:* Результаты измерений также можно фиксировать на машинном носителе.

## 7. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. При измерении периода затухающих колебаний СИП проводят следующие операции.

7.1.1. Подсоединяют жилы (1) и (2) 3-х жильного кабеля к входным клеммам ПЦПМ.

7.1.2. Устанавливают органы управления ПЦПМ в следующее положение:

кнопка Т/Р - отжата

кнопка ИЗМ/К - отжата

7.1.3. Выбирают режим измерения нажатием кнопки "АВТ" или кнопки "РУЧ".

7.1.4. Снимают с цифрового табло показание и записывают его в графу 4 приложения 2 (рекомендуется проводить 3 – 5 измерений в автоматическом режиме с интервалом 2 с. и в графу 4 журнала записывать среднее арифметическое).

7.2. При измерении электрического сопротивления постоянному току магнитной катушки СИП проводят следующие операции.

7.2.1. Подсоединяют жилы (1) и (2) кабеля к входным клеммам ПЦПМ.

7.2.2. Устанавливают органы управления ПЦПМ в следующее положение:

кнопка Т/Р - нажата

кнопка ИЗМ/К - отжата

7.2.3. Выбирают режим измерения нажатием кнопки "АВТ" или кнопки "РУЧ".

7.2.4. Снимают с цифрового табло показание и записывают его в графу 5 приложения 2.

7.2.5. Подключают к входной клемме ПЦПМ вместо жилы (1) жилу (3).

7.2.6. Снимают показание ПЦПМ и записывают его в графу 6 приложения 2.

7.3. В частном случае, когда измерение параметров производят до монтажа СИП на объекте, возможно проводить измерения без 3-х жильного кабеля, тогда численные значения в графе 5 и графе 7 равны, а графу 6 не заполняют.

## 8. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Электрическое сопротивление магнитной катушки СИП ( $R_k$ , Ом) вычисляют по формуле:

$$R_k = R_{\text{общ}} - R_{\text{каб}}, \quad (1)$$

где  $R_{\text{общ}}$  - общее сопротивление катушки и линии связи, измеренное по п.7.2.4. (графа 5 приложения 2), Ом;

$R_{\text{каб}}$  - сопротивление линии связи, измеренное по п.7.2.6. (графа 6 приложения 2), Ом;

и записывают его в графу 7 приложения 2.

8.2. Пределы абсолютной погрешности измерения периода выходного сигнала ( $\Delta_T$ , мкс)

определяют по формуле:

$$\Delta_T = \pm (\gamma_T + 3\sigma_T) \cdot T/100, \quad (2)$$

- где  $\gamma_T$  – пределы допускаемых значений систематической составляющей относительной погрешности измерения периода, % ( $\gamma_T = \pm 0,03$  %);  
 $\sigma_T$  – предел допускаемого значения среднего квадратического отклонения случайной составляющей относительной погрешности измерения периода, % ( $\sigma_T = 0,02$  %);  
 $z$  – коэффициент, определяющий доверительный интервал при заданной доверительной вероятности  $P$ ;  
 $T$  – измеренное ПЦПМ по п.7.1.4. значение периода выходного сигнала (графа 4 приложения 2), мкс;

и записывают его в графу 8 приложения 2.

8.3. Пределы абсолютной погрешности измерения сопротивления магнитной катушки СИП ( $\Delta_R$ , Ом) определяют по формуле:

$$\Delta_R = \pm (\gamma_R + 3\sigma_R) \cdot R_k/100, \quad (3)$$

- где  $\gamma_R$  – пределы допускаемых значений систематической составляющей относительной погрешности измерения сопротивления, %, ( $\gamma_R = \pm 0,3$  %);  
 $\sigma_R$  – предел допускаемого значения среднего квадратического отклонения случайной составляющей относительной погрешности измерения сопротивления, % ( $\sigma_R = 0,1$  %);  
 $R_k$  – вычисленное по формуле (1) п.8.1. значение сопротивления катушки (графа 7 приложения 2), Ом;


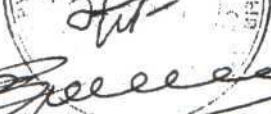
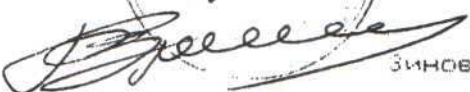
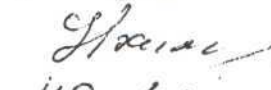
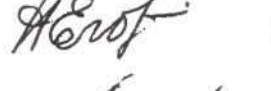

и записывают его в графу 9 приложения 2.

8.4. Окончательные результаты измерения периода выходного сигнала и электрического сопротивления магнитной катушки СИП представляют в виде именованного (в мкс или Ом) результата (графы 4 и 7 приложения 2) и соответствующих пределов абсолютной погрешности измерения, определяемых по формулам (2) и (3) п.п. 8.2. и 8.3.

*Примечание:* Погрешности, вносимые СИП при измерении периода его выходного сигнала (графа 4 приложения 2) оценивают по соответствующим МВИ конкретной физической величины.

## 9. КОНТРОЛЬ ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Нормативы, процедура и периодичность контроля погрешности результатов измерений регламентированы в ТУ 34-28-10893-93, а также в методике первичной и периодической поверки ПЦПМ в ТО ГСИБ 2.721.002.

Генеральный директор АО "ДИГЭС"		Ерайцев В.В.
Начальник отдела АИС		Северов А.П.
Начальник отдела ЭИНСИ, руководитель темы		Зиновьев Р.К.
Научный сотрудник, ответственным исполнителем		Халтурина Н.М.
Ответственный исполнитель		Егорова Н.Н.
Начальник отдела метрологии в строительстве ГП ВНИИФТРИ		Марков А.И.

**Электрические, механические и метрологические характеристики периодомера ПЦПМ.**

- габаритные размеры, не более, мм:	
длина	220
ширина	190
высота	75
- масса ПЦПМ с автономным блоком питания, не более, кг	4
- диапазон измерения периода затухающих колебаний, мс	0,4...2,0
- предел допускаемых значений систематической составляющей относительной погрешности при измерении периода затухающих колебаний, %	$\pm 0,03$
- цена младшего разряда цифрового индикатора при измерении периода затухающих колебаний, мкс	0,1
- входное сопротивление при измерении периода затухающих колебаний на частоте 1000 Гц, кОм	$3,0 \pm 0,6$
- диапазон измерения сопротивления постоянному току, кОм	0,2 ... 1,0
- пределы допускаемых значений систематической составляющей относительной погрешности при измерении электрического сопротивления постоянному току, Ом	$\pm 0,3$
- цена младшего разряда цифрового индикатора при измерении электрического сопротивления постоянному току, Ом	0,1
- входное сопротивление при измерении электрического сопротивления постоянному току, не менее, МОм	1
- параметры входного сигнала:	
амплитуда, мВ	2,0 ... 40,0
логарифмический декремент колебаний, не более	0,005
- параметры импульса запроса на нагрузке ( $120 \pm 24$ ) Ом:	
амплитуда напряжения, В	$150 \pm 15$
длительность на уровне 0,1 амплитудного значения, мс	$0,5 \pm 0,2$
период следования, с	$2,0 \pm 0,6$
- время установления рабочего режима, не более, мин	1
- время непрерывной работы, не менее, ч	8

