

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Реактиметры ЦВР-11

#### Назначение средства измерений

Реактиметр ЦВР-11 предназначен для измерения текущего значения реактивности реакторов атомных электростанций, а так же исследовательских реакторов и критических сборок в процессе их пуска и эксплуатации.

#### Описание средства измерений

Реактиметр ЦВР-11 представляет собой специализированный прибор с микропроцессором и интерфейсом, собран в унифицированном корпусе и содержит следующие функциональные блоки: электрометрический усилитель, плату микроконтроллера, блок питания, входное устройство связи со штатной импульсной аппаратурой ядерного реактора, интерфейсы RS232, CAN, Ethernet для связи с ПЭВМ, интерфейс для подключения внешних аналоговых средств измерений. На лицевой и тыльной панелях реактиметра ЦВР-11 расположены цифровой индикатор значений реактивности и сигналов от детекторов нейтронов, аналоговый индикатор реактивности, разъёмы, органы и регистры управления.

Реактиметр ЦВР-11 может использоваться в настольном и щитовом вариантах в составе комплекса аппаратуры управления ядерной реакторной установки.

Принцип работы реактиметра ЦВР-11 заключается в измерении сигналов от нейтронных детекторов в реакторе в токовом и импульсном режимах и обработке их по определенному алгоритму, реализующему обращенное решение уравнений кинетики точечной модели реактора с использованием одного из 5-ти наборов констант запаздывающих нейтронов. В зависимости от задаваемого режима работы использованный в реактиметре ЦВР-11 алгоритм обеспечивает измерение реактивности в критическом и подкритическом состоянии реактора (режимы «Т» и «И»).

В качестве единицы измерения реактивности используется  $\beta_{эфф}$  (доля запаздывающих нейтронов).

Внешний вид реактиметра ЦВР-11 и места пломбировки в целях защиты от несанкционированного доступа представлены на рисунках 1-5. Места пломбировки показаны стрелками.



Рисунок 1 – Реактиметр ЦВР-11 вид спереди

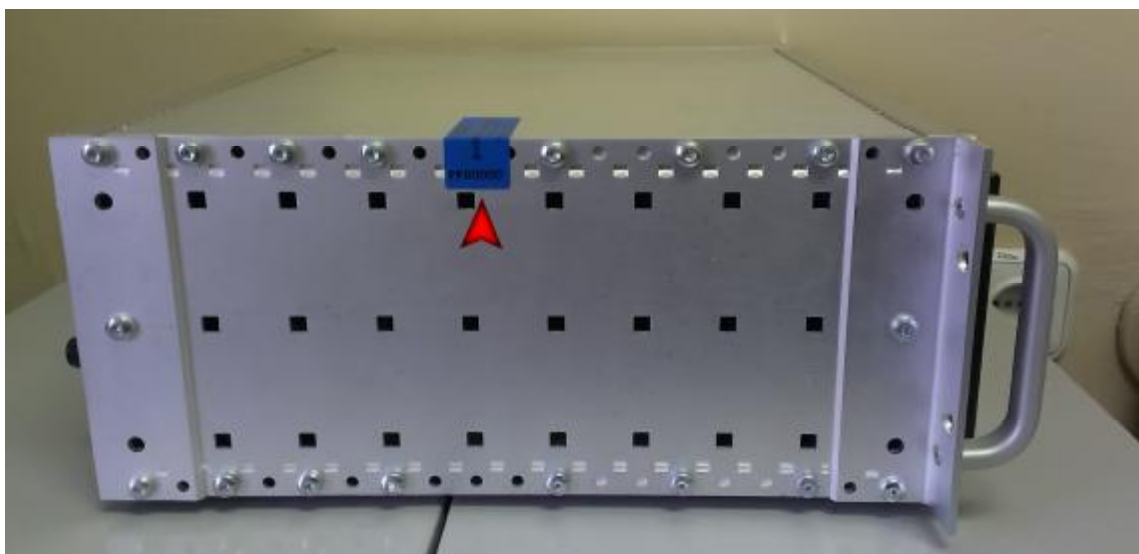


Рисунок 2 – Реактиметр ЦВР-11 вид слева

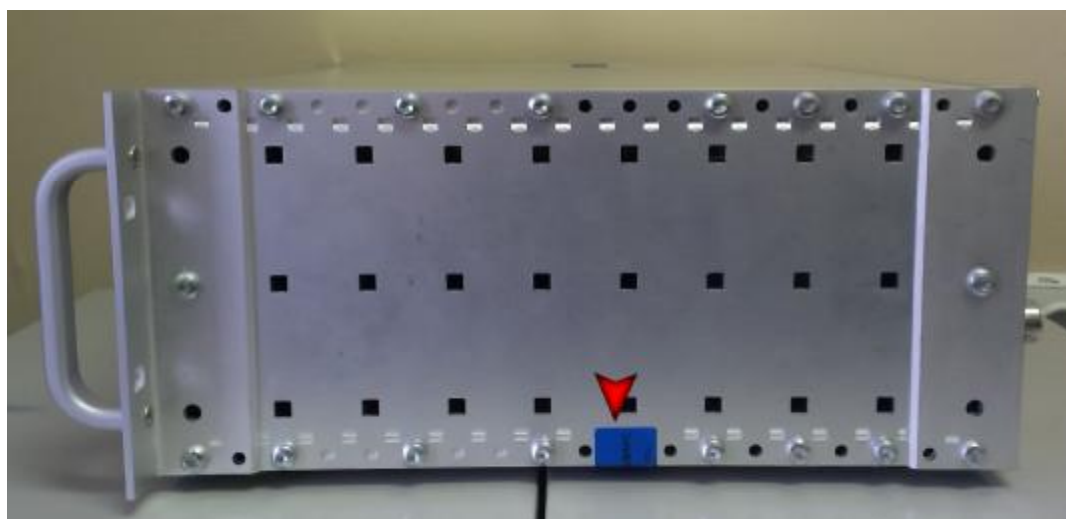


Рисунок 3 – Реактиметр ЦВР-11 вид справа



Рисунок 4 – Реактиметр ЦВР-11 вид сзади



Рисунок 5 – Реактиметр ЦВР-11 общий вид

## Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики ЦВР-11 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические и технические характеристики ЦВР-11

Наименование характеристики	Значение
<u>Режим «Т» - токовый</u> Диапазон измерения тока ионизационной камеры, А	от $1,0 \cdot 10^{-11}$ до $1,5 \cdot 10^{-3}$
<u>Режим «И»- импульсный</u> Диапазон измерения частоты следования периодических нормализованных импульсов, пропорциональных мощности реактора, имп/с	от $10^2$ до $10^5$
Диапазон измерения реактивности, $\beta_{эфф}$	от минус 25 до плюс 0,7
<u>Режим работы «Т»:</u> Пределы допускаемой относительной погрешности ( $\delta I$ ) для измерения тока в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-11}$ до $1,0 \cdot 10^{-10}$ А, %	$\delta I = \pm \left[ 10 + \frac{5}{9} \cdot \left( \frac{10^{-10}}{I_x} - 1 \right) \right]$
<u>Режим работы «Т»:</u> Пределы допускаемой относительной погрешности ( $\delta I$ ) для измерения тока в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-10}$ до $1,0 \cdot 10^{-9}$ А, %	$\delta I = \pm \left[ 5 + \frac{5}{9} \cdot \left( \frac{10^{-9}}{I_x} - 1 \right) \right]$
<u>Режим работы «Т»:</u> Пределы допускаемой относительной погрешности измерения тока в диапазоне от $1,0 \cdot 10^{-9}$ до $1,5 \cdot 10^{-3}$ А, %	$\pm 5$
<u>Режим работы «И»:</u> Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты в диапазоне от $10^2$ до $10^5$ имп/с с использованием фильтра, %	$\pm 5$
<u>Режим работы «Т» и «И»:</u> Пределы допускаемой относительной погрешности измерения реактивности ( $\delta \rho$ ) по цифровому и аналоговому выходам, %	$\delta \rho = \pm \left[ 5 + 0.1 \cdot \left( \frac{\beta_{эфф}}{\rho_x} \right) \right]$
Время установления рабочего режима, мин, не более	10
Напряжение питания от сети переменного тока частотой $(50 \pm 1)$ Гц, В	от 187 до 242
Условия эксплуатации: Температура окружающего воздуха, °С	от 10 до 40
Относительная влажность при 25 °С (без конденсации влаги), %, не более	80

Наименование характеристики	Значение
Атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7
Потребляемая мощность при номинальном напряжении, В·А, не более	40
Габаритные размеры (ширина х высота х глубина), мм, не более В настольном варианте В щитовом варианте	500×200×400 380×135×400
Масса реактиметра, кг, не более В настольном варианте (пластмассовый корпус) В щитовом варианте	12 8
Возможность подключения персональной ЭВМ через интерфейсы	RS232, CAN, Ethernet
Во всем диапазоне измеряемых значений реактивности обеспечивается индикация результата	Аналоговая, цифровая
Средняя наработка на отказ не менее, ч	20 000
Степень защиты от твердых предметов по ГОСТ 14254-96	IP-20

Примечание:  $I_x$ ,  $\rho_x$  - измеренные значения тока и реактивности соответственно.

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульном листе руководства по эксплуатации графическим способом или специальным штампом и на задней панели прибора фотохимическим способом.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки реактиметра представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Комплект поставки реактиметра ЦВР-11

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
АРТН.501311.308	Реактиметр ЦВР-11	1	
SCZ-1R	Кабель сетевой	1	
Э.091.6834.08	Кабель интерфейсный RS232	1	
РС-LPM-STR-RJ45-CY	Кабель интерфейсный (Ethernet)	1	
UPort 1110	Переходник RS232-USB	1	
CP-50-74ПВ(ФВ)	Вилка сигнального кабеля	1	
CP-75-54ПВ(ФВ)	Вилка сигнального кабеля	1	
2PM18KПН7Ш1В1	Вилка кабеля аналогового индикатора	1	
DB-9M	Вилка CAN кабеля	1	
ВП2Б-1В, 2А 250В	Вставка плавкая	2	
АРТН.501311.308 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
АРТН.501311.308 ФО	Формуляр	1	

АРТН.501311.308 ДЗ	Методика поверки	1	
IN35060L	Корпус пластмассовый	1	По отдельному заказу
АРТН.321313.301	Комплект тары	1	

### Поверка

осуществляется в соответствии с документом АРТН.501311.308 ДЗ «Реактиметр ЦВР-11. Методика поверки», утвержденного руководителем ГЦИ СИ ФГУП «ГНЦ РФ-ФЭИ» в ноябре 2013 г.

Основные средства поверки, используемые для поверки реактиметра ЦВР-11, представлены в таблице 3:

Таблица 3 – Основные средства поверки, используемое для поверки реактиметра ЦВР-11

Наименование	Обозначение (ГР СИ №)	Краткая характеристика
Мегаомметр	АМ-2002 (21410-01)	Диапазон измерения сопротивления от 0 до 200МОм (при 500 В), $\delta = \pm 3\%$
Устройство поверочное многофункциональное	МПУ (31711-06)	Задаваемая реактивность от 0,04 $\beta_{эфф}$ до минус 20 $\beta_{эфф}$ , $\delta = \pm 2\%$ ; Диапазон воспроизводимых токов: $10^{-12}$ до $10^{-2}$ А, Диапазон воспроизведения сигналов частоты следования импульсов: 1 до $10^5$ импульсов Погрешности воспроизведения тока и сигналов частоты следования импульсов указаны в табл.4,табл.5
Вольтметр универ- сальный	В7-78/1 (31773-06)	Диапазон измерения постоянного напряжения от 0,1 до 1000 В, $\delta = \pm 0,01\%$ ;

Таблица 4 Характеристики воспроизведения МПУ электрических сигналов тока

№ поддиапазона	Сигнал, размерность	Поддиапазон тока	Относительная погрешность, %
1	Ток, А	$10^{-11}$	$\pm[10 + 0,15 \cdot (10^{-11} / I_x - 1)]$
2		$10^{-10}$	$\pm[3 + 0,12 \cdot (10^{-10} / I_x - 1)]$
3		$10^{-9}$	$\pm[2 + 0,08 \cdot (10^{-9} / I_x - 1)]$
4		$10^{-8}$	$\pm[2 + 0,08 \cdot (10^{-8} / I_x - 1)]$
5		$10^{-7}$	$\pm[2 + 0,03 \cdot (10^{-7} / I_x - 1)]$
6		$10^{-6}$	$\pm[0,5 + 0,05 \cdot (10^{-6} / I_x - 1)]$
7		$10^{-5}$	$\pm[0,5 + 0,05 \cdot (10^{-5} / I_x - 1)]$
8		$10^{-4}$	$\pm[0,5 + 0,05 \cdot (10^{-4} / I_x - 1)]$
9		$10^{-3}$	$\pm[0,5 + 0,05 \cdot (10^{-3} / I_x - 1)]$
10		$10^{-2}$	$\pm[0,5 + 0,05 \cdot (10^{-2} / I_x - 1)]$
Примечание - $I_x$ значение воспроизводимого тока.			

Таблица 5 Характеристики воспроизведение МПУ электрических сигналов частоты следования импульсов

№ поддиапазона	Сигнал, размерность	Поддиапазон, значение величины	Относительная погрешность, %
1	Частота следования импульсов, Гц	$10^2$	$\pm[0,1 + 0,01 \cdot (10^2/F_x - 1)]$
2		$10^3$	$\pm[0,1 + 0,01 \cdot (10^3/F_x - 1)]$
3		$10^4$	$\pm[0,1 + 0,01 \cdot (10^4/F_x - 1)]$
4		$10^5$	$\pm[0,1 + 0,01 \cdot (10^5/F_x - 1)]$
Примечание - $F_x$ значение воспроизводимой частоты.			

### Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений не требуется, поскольку реактиметр ЦВР-11 предназначен для прямых измерений реактивности.

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

Осуществление деятельности в области использования атомной энергии.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к реактиметрам ЦВР-11

ГОСТ 29075 –91 Система ядерного приборостроения для атомных станций. Общие требования.

ГОСТ 27451-87. Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия.

ГОСТ Р 52931-2008. Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические требования.

ОСТ 95 332-93. Изделия ядерного приборостроения и радиационной техники. Правила приемки.

НП-082-07. Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций.

АРТН.501311.308 ТУ Реактиметр ЦВР-11. Технические условия.

### Изготовитель

Федеральное государственное унитарное предприятие Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского (ФГУП «ГНЦ РФ – ФЭИ»)

Адрес: 249033, , Калужская область, г. Обнинск, пл. Бондаренко, д.1

Телефон: (495) 797-39-00, факс: (48439) 98412

e-mail: [postbox@ippe.ru](mailto:postbox@ippe.ru)

<http://www.ippe.ru>

**Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений Федерального государственного унитарного предприятия «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (ГЦИ СИ ФГУП «ГНЦ РФ-ФЭИ»).

Юридический адрес: 249033, Калужская область, город Обнинск, пл. Бондаренко, д. 1.

Почтовый адрес: 249033, Калужская область, город Обнинск, пл. Бондаренко, д. 1.

Телефон: (495) 797-39-00, факс: (48439) 98412

E-mail: [postbox@ippe.ru](mailto:postbox@ippe.ru), <http://www.ippe.ru>

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «ГНЦ РФ – ФЭИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30098-09 от от 15.12.2009 г.

Заместитель Руководителя  
Федерального агентства по техническому  
регулированию и метрологии

М.п.

Ф.В. Булыгин

«\_\_\_»\_\_\_\_\_2014 г.