

ВАТТМЕТРЫ ПОГЛОЩАЕМОЙ МОЩНОСТИ

PLNR-18

Руководство по эксплуатации

2021 г.

---

## Содержание

1 Описание и работа изделия .....	4
1.1 Назначение изделия .....	4
1.2 Технические характеристики .....	5
1.3 Состав изделия .....	6
1.4 Устройство и работа изделия.....	6
1.4.1 Принцип работы .....	6
1.4.2 Программные средства .....	7
1.4.3 Электрооборудование изделия.....	7
1.4.4 Конструкция изделия .....	7
2 Использование по назначению .....	8
2.1 Меры безопасности.....	8
2.2 Подготовка изделия к использованию.....	9
2.3 Использование изделия .....	9

---

Настоящее Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения принципа действия и технических характеристик ваттметров поглощаемой мощности PLNR-18 (далее - ваттметр), необходимых для обеспечения полного использования их технических возможностей, правильной эксплуатации (использования, транспортирования, хранения и технического обслуживания) и поддержания в постоянной готовности к действию. В РЭ приняты следующие сокращения:

ПК	- персональный компьютер
КСВН	- коэффициент стоячей волны по напряжению
РЭ	- руководство по эксплуатации
СВЧ	- сверхвысокая частота
СИ	- средство измерений
ТО	- техническое обслуживание
ЭД	- эксплуатационная документация

## 1 Описание и работа изделия

### 1.1 Назначение изделия

1.1.1 Ваттметр предназначен для измерений средней мощности синусоидальных СВЧ сигналов и среднего значения мощности импульсно-модулированных СВЧ сигналов.

Основные области применения:

- измерение выходной мощности генераторов и других источников СВЧ сигналов (магнетронов, ЛБВ и др.);
- измерение коэффициента передачи (затухания) четырехполюсников;
- измерение уровня излучения с применением калиброванных антенн.

Внешний вид ваттметра показан на рисунках 1.1 и 1.2.

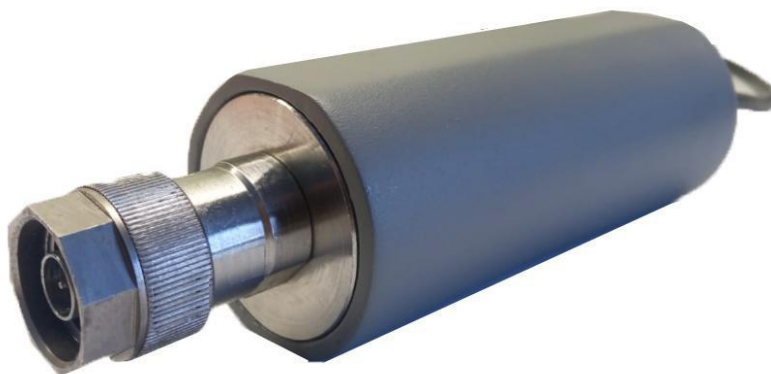


Рисунок 1.1 - Внешний вид ваттметров PLNR-18/1 и PLNR-18/2

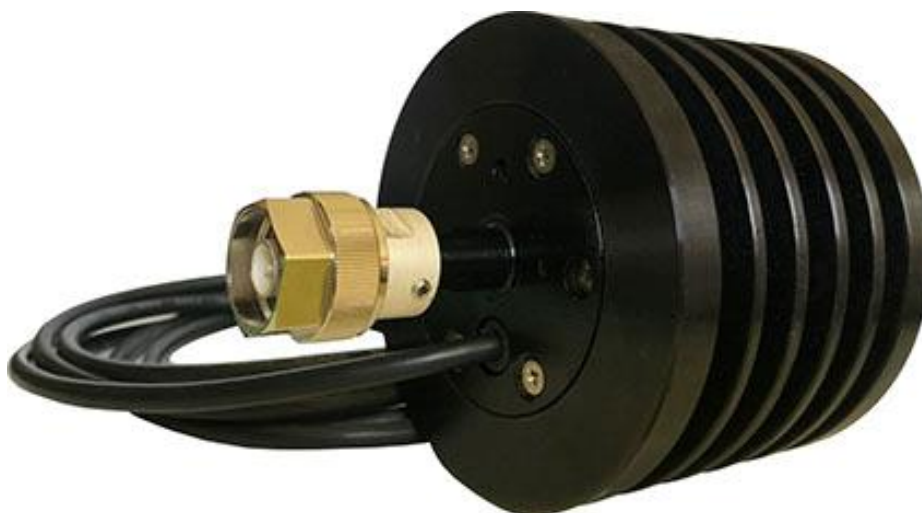


Рисунок 1.2 - Внешний вид ваттметров PLNR-18/3, PLNR-18/4

## 1.1.2 Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающей среды от 263 до 323 К (от минус 10 до плюс 50°C);
- относительная влажность воздуха от 50 до 80 %;
- атмосферное давление от 60 до 106 кПа (460-800 мм рт.ст.).

## 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные метрологические данные приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, ГГц PLNR-18/1 PLNR-18/2, PLNR-18/3, PLNR-18/4	от 0,01 до 18 от 0 до 18
Диапазон измерений мощности, Вт PLNR-18/1 PLNR-18/2 PLNR-18/3 PLNR-18/4	от $1 \times 10^{-7}$ до $1 \times 10^{-2}$ от $1 \times 10^{-4}$ до 1 от $1 \times 10^{-2}$ до 10 от $1 \times 10^{-2}$ до 25
КСВН входа, в диапазоне частот, не более PLNR-18/1 от 0,01 до 0,1 ГГц свыше от 0,1 до 12 ГГц свыше 12 до 18 ГГц PLNR-18/2, PLNR-18/3, PLNR-18/4 от 0 до 3 ГГц свыше 0 до 12 ГГц свыше 12 до 18 ГГц	1,4 1,3 1,4  1,15 1,3 1,4
Время установления показаний до 95 % от установившегося уровня мощность СВЧ, с, не более PLNR-18/1 PLNR-18/2 PLNR-18/3 PLNR-18/4	5 25 15 20
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности, без учета погрешности рассогласования, % от 0 до 12 ГГц от 12 до 18 ГГц	$\pm 4$ $\pm 6$

1.2.1 Основные технические данные приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.1

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя (вход/выход)	тип III («вилка»), тип N («вилка»)
Волновое сопротивление входного разъема, Ом	50
Масса, кг, не более: PLNR-18/1, PLNR-18/2, PLNR-18/3, PLNR-18/4	0,3 1,0
Габаритные размеры (длина × диаметр), мм, не более PLNR-18/1, PLNR-18/2, PLNR-18/3, PLNR-18/4,	140 × 45 110 × 80
Рабочие условия эксплуатации: температура окружающего воздуха, °С относительная влажность окружающего воздуха, при температуре 20°С, %	от 15 до 25 до 80

### 1.3 Состав изделия

1.3.1 Состав ваттметра приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Наименование	Кол-во, шт.	Примечание
1 Ваттметр поглощаемой мощности в составе:		
1.1 Комплект эксплуатационной документации: формуляр; руководство по эксплуатации	1 1	
1.2 Компакт-диск (флеш-диск)	1	

### 1.4 Устройство и работа изделия

#### 1.4.1 Принцип работы

1.4.1.1 В основу работы ваттметра положен принцип преобразования СВЧ мощности в тепловой вид энергии и измерения образуемой на выходе первичного калориметрического преобразователя термо-ЭДС, пропорциональной подведенной к нему мощности СВЧ.

Преобразование СВЧ мощности в тепло происходит непосредственно в волноводной согласованной нагрузке калориметрического преобразователя. При рассеянии мощности в рабочей нагрузке возникает перепад температур на спаях термопар и на выходе батареи термопар

образуется термо-ЭДС, пропорциональная рассеиваемой мощности. Время установления постоянной разности температур определяется теплоемкостью и конструкцией нагрузки, а также тепловой проводимостью между рабочим телом и корпусом. Выходной сигнал с батареи термопар поступает на аналого-цифровой преобразователь где усиливается, преобразуется в цифровую форму, обрабатывается и передается в персональный компьютер. При проведении измерений полученные результаты могут корректироваться с помощью частотных (калибровочных) коэффициентов.

Основным узлом ваттметра является калориметрический преобразователь. Повышение температуры рабочего тела индицирует батарея дифференциальных пленочных полупроводниковых термопар, «горячие» спаи которых имеют тепловой контакт с рабочим телом, а «холодные» - с телом сравнения.

В основе работы термопар лежит явление Зеебека, сущность которого состоит в том, что в замкнутой цепи из разнородных материалов возникает термо-ЭДС, если места контактов поддерживать при разных температурах.

#### 1.4.2 Программные средства

Программное обеспечение состоит из прикладного программного обеспечения и библиотек драйверов для различных операционных систем.

Прикладная программа «PowerViewer» обеспечивает:

- диагностику ваттметра;
- получение измерительной информации от ваттметра по интерфейсу дистанционного управления;
- подготовку к проведению измерений (установку нуля, калибровку от встроенного источника постоянного тока и др.);
- выбор рабочей частоты и введение соответствующих поправок.

#### 1.4.3 Электрооборудование изделия

Электропитание ваттметра осуществляется от устройства индикации (ПК) через стандартный разъем USB (Тип А). В стандарте USB 2.0 предусмотрена возможность снабжения подключенных устройств электрической мощностью с максимальным потребляемым током до 0,5 А при напряжении 5 В.

#### 1.4.4 Конструкция изделия

Конструктивно ваттметр выполнен в корпусе с входным СВЧ разъемом на переднем фланце и соединительным кабелем на заднем фланце корпуса. Внутри корпуса расположены первичный преобразователь и модуль управления и обработки измерительной информации.

Напряжение постоянного тока с выхода термопар первичного преобразователя величиной от  $10^{-8}$  до 1 В поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП). АЦП содержит встроенный усилитель постоянного тока с коэффициентами усиления (КУ) 2; 8; 16; 32; 64. В зависимости от уровня входного сигнала, программным способом, происходит выбор КУ для усиления входного сигнала до величины необходимой для его преобразования в АЦП. Усиленное напряжение постоянного тока с помощью АЦП преобразуется в двадцати четырех разрядный двоичный код, поступающий в виде трех байт в микроконтроллер по интерфейсу SPI. Для достижения требуемых шумовых характеристик АЦП размещён на участке платы с гальванически изолированным от основной части питанием. Аналоговое питание АЦП поступает от DC-DC преобразователя через стабилизаторы напряжения на +5 и +3,3 В. Передача управляющих сигналов происходит через модуль трансформаторной развязки. Для максимального подавления низкочастотных помех АЦП работает на тактовой частоте 7,68 МГц формируемой внешним кварцевым резонатором. Управление работой ваттметра и обработка результатов преобразования осуществляется с помощью микроконтроллера. Ваттметр работает в соответствии с программой, записанной в ПЗУ микроконтроллера.

## **2 Использование по назначению**

### **2.1 Меры безопасности**

2.1.1 По требованиям безопасности ваттметр соответствует классу 0 ГОСТ Р 51350-99. Розетка сети питания блока индикации (ПК) обязательно должна быть заземлена.

2.1.2 К эксплуатации ваттметра допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию и квалификационную группу по технике безопасности.

2.1.3 Перед подключением ваттметра к блоку индикации (ПК) проверить заземление их корпусов.

2.1.4 Содержимое ваттметра не подлежит обслуживанию со стороны пользователя. Ремонтные, контрольно - профилактические и регулировочные работы должен выполнять только квалифицированный персонал. Во избежание поражения электрическим током крышку прибора не снимать.

**ВНИМАНИЕ!** ПРИ НАРУШЕНИИ ИЛИ ОТСУТСТВИИ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ БЛОКА ИНДИКАЦИИ (ПК) ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВАТТМЕТРА ЗАПРЕЩЕНА.

## 2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 При распаковывании ваттметра проверить целостность заводских пломб на переднем и заднем торце ваттметра.

2.2.2 Особых требований по распаковыванию ваттметра не предусмотрено.

2.2.3 При повторном упаковывании для дальнейшего транспортирования, вызванного условиями эксплуатации, применять транспортные ящики первичного упаковывания или подобные им.

## 2.3 Использование изделия

2.3.1 Перед началом работы следует внимательно изучить руководство по эксплуатации ваттметра, а также ознакомиться с расположением и назначением органов управления и контроля в программном обеспечении ваттметра.

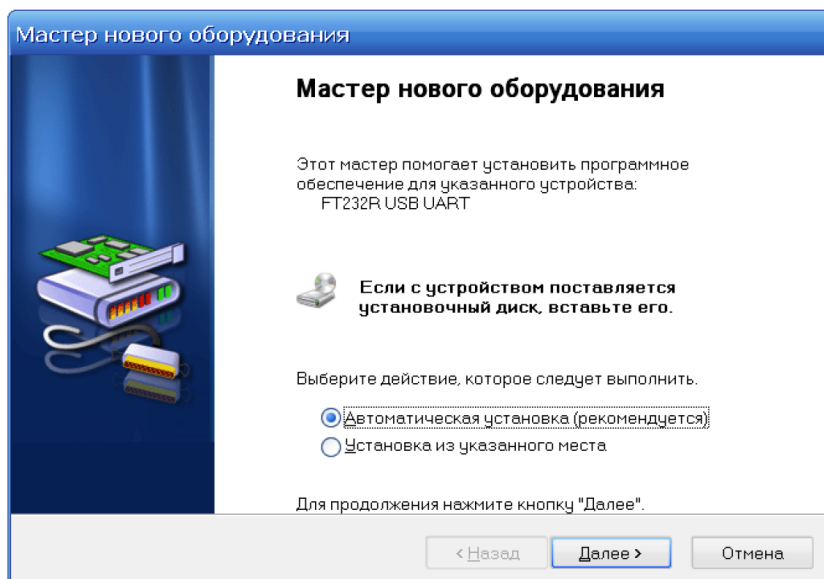
2.3.2 Разместить ваттметр на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

2.3.3 Проверить заземлен ли блок индикации (ПК).

Соедините разъём интерфейса USB ваттметра с блоком индикации (ПК).

2.3.4 Установка драйвера.

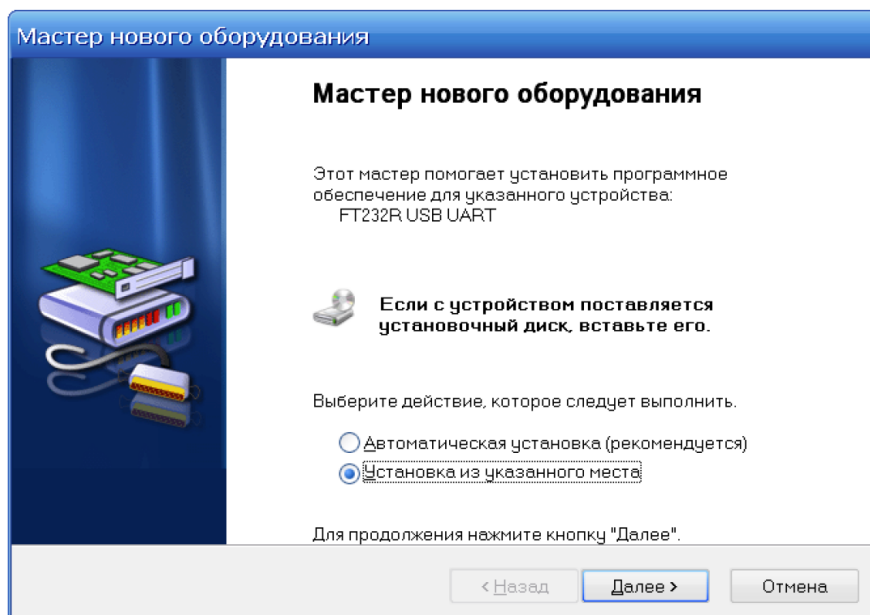
При первом подключении ваттметра к ПК потребуется установка драйвера FT232R USB UART, который устанавливается с помощью «Мастера нового оборудования» системного программного обеспечения ПК (Windows). «Мастер нового оборудования» появляется автоматически при обнаружении системным программным обеспечением ПК нового оборудования.



Для установки драйвера FT232R USB UART с помощью «Мастера нового оборудования» выполните следующее:

Выберите действие, которое следует выполнить:

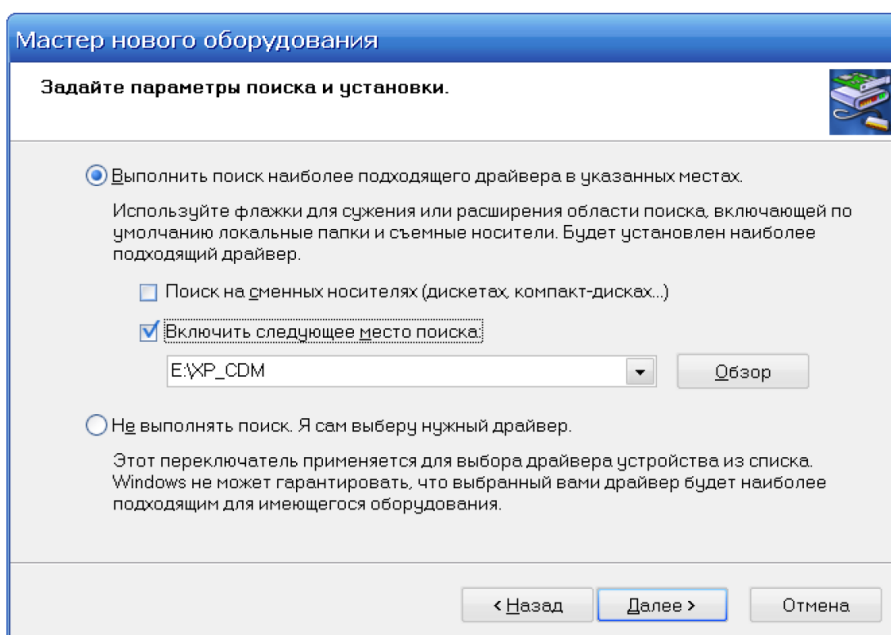
- установка с указанного места.
- для продолжения нажмите кнопку «Далее».



Выполните поиск наиболее подходящего драйвера в указанных местах, отметив флажком:

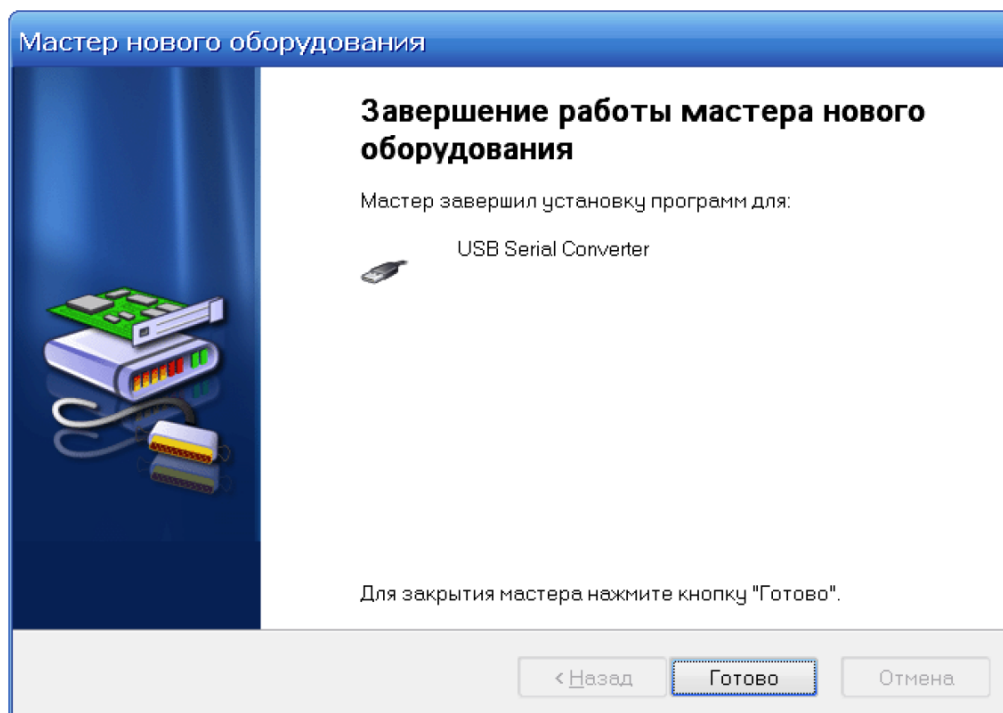
- Включить следующее место поиска:
- Выберите через кнопку «Обзор» адрес директории: E:\ Driver
- Для продолжения нажмите кнопку «Далее».

*Директория E:\ Driver с драйвером FT232R USB UART находится на поставляемом CD (флэш) диске, поэтому требуется выбрать директорию с именем CD диска*



Системное программное обеспечение будет искать и устанавливать файлы драйвера FT232 USB UART в системные директории и завершит установку программ.

- Для закрытия мастера нажмите кнопку «Готово».



Программное обеспечение драйвера FT232R USB UART на ПК установлено.

### 2.3.5 Установка прикладного ПО.

Для установки прикладного ПО перенесите файл «PowerViewer» на рабочий стол.

### 2.3.6 Управление ваттметром

Двойным нажатием правой кнопки мыши по ярлыку «PowerViewer» во вкладке производится запуск панели управления ваттметра, внешний вид которой представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1. Внешний вид панели управления ваттметра

Функциональные кнопки панели управления позволяют управлять режимами работы ваттметра такими как:

- калибровка от внутреннего источник постоянного тока (кроме PLNR-18/1);
- установка нуля;
- ввод рабочей частоты;

- выбор COM порта (при необходимости).

### 2.3.7 Подготовка к проведению измерений

При включении панели управления кнопкой «Вкл» в автоматическом режиме, происходит поиск доступных устройств и в случае обнаружения, подключение и загрузка рабочих данных. При этом кнопка «Вкл» изменяет своё название на «Выкл».

По результатам прогрева ваттметра (20-30 мин) необходимо выполнить установку нуля (кнопка «Ноль») и калибровку (кнопка «Калибровка»).

Для выбора рабочей частоты необходимо ввести значение в поле «Частота» и нажать кнопку «Установить».

*Для уменьшения дрейфа ноля рекомендуется перед началом измерений предварительно разогреть рабочее тело ваттметра подачей СВЧ сигнала в течении 2 минут. Такое воздействие повысит внутреннюю температуру калориметра относительно температуры помещения.*

### 2.3.8 Команды дистанционного управления

Назначение и формат команд представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Запрос	Ответ	Назначение
*RST	R	Общий сброс
READ:TIP?	PLNR-18/1... PLNR-18/4	Запрос типа ваттметра
READ:NUMBER?	1.200e-1	Запрос серийного номера
SENS:MEAS:POW?	1.240e-4	Запрос измеренной мощности
SENS:FREQ [18.0]	OK или Error	Установка рабочей частоты, ГГц
SENS:ZERO	OK или Error	Запрос на установку ноля
SENS:CAL	OK или Error (time out 120s)	Запрос на калибровку от встроенного источника постоянного тока
SENS:REF:ON		Включить встроенный источник постоянного тока
SENS:REF:OFF		Включить встроенный источник постоянного тока
	ERROR:READ:CMD	Ошибка в запросе

*Примечание: по дополнительному согласованию возможна работа по интерфейсу RS-232 с дополнительным источником питания.*