

Утверждаю  
Генеральный директор  
ООО «ПрофКИП»  
В.А. Новиков  
« 22 » февраля 2018 г.

**Ваттметр поглощаемой мощности  
МЗ-99М**

Руководство по эксплуатации  
**ПРШН411151.118 РЭ**



2018 г.

Подпись и дата

Инв. № дубл.

Взам. Инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

## СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	3
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....	4
1 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	5
2 ОПИСАНИЕ ПРИБОРА И ПРИНЦИПА ЕГО РАБОТЫ .....	6
2.1 Назначение.....	6
2.2 Условия окружающей среды .....	10
2.3 Состав прибора.....	10
2.4 Технические характеристики.....	11
2.5 Устройство и работа прибора .....	15
2.6 Конструкция блока измерительного ваттметра .....	18
3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ И ПОРЯДОК РАБОТЫ .....	20
3.1 Меры безопасности при работе с прибором и эксплуатационные ограничения .....	20
3.2 Распаковывание и повторное упаковывание.....	21
3.3 Расположение соединителей, органов управления и включения прибора.....	22
3.4 Описание основного меню прибора и его настроек .....	23
3.5 Подготовка прибора к работе .....	28
3.6 Подготовка к проведению измерений.....	29
3.7 Проведение измерений .....	29
3.8 Дистанционное управление через сеть Ethernet.....	30
4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ .....	33
5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ .....	36
6 ХРАНЕНИЕ.....	37
7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....	38
8 ТАРА И УПАКОВКА.....	39
9 МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ .....	40

Изн. № подл.		Подпись и дата		Взам инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата		
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ПРШН411151.118 РЭ					Лист
										2

## НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем РЭ использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ 8.569-2000 Государственная система обеспечения единства измерений. Ваттметры СВЧ малой мощности диапазона частот 0,02-178,6 ГГц. Методика поверки и калибровки.
- ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
- ГОСТ 22261-94 Средства измерения электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
- ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 Оборудование электрическое для измерения, управления и лабораторного применения. Требования к электромагнитной совместимости. Часть 1. Общие требования.
- ГОСТ Р 51318.11-2006 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от промышленных, научных, медицинских и бытовых (ПНМБ) высокочастотных устройств. Требования и методы испытаний.
- ГОСТ 12.2.091-2015. Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования.
- «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверки», утвержденный Приказом Минпромторга РФ от 2 июля 2015 г № 1815.
- ПР 50.2.012-94 ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений.
- ГОСТ 13317-89 Элементы соединения СВЧ трактов радиоизмерительных приборов. Присоединительные размеры.

Изн. № подл.		Подпись и дата		Взам инв. №		Изн. № дубл.		Подпись и дата	
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ПРШН411151.118 РЭ				
					Лист				
					3				





## 2 ОПИСАНИЕ ПРИБОРА И ПРИНЦИПА ЕГО РАБОТЫ

### 2.1 Назначение

2.1.1 Ваттметр поглощаемой мощности предназначен для измерения среднего значения мощности непрерывных и импульсно-модулированных сигналов в диапазоне частот от 0 до 17,85 ГГц.

2.1.2 Ваттметр состоит из унифицированного блока измерительного (БИ) ПРШН411613.001 и индивидуальных преобразователей приемных коаксиальных (далее – ППК) с соединительным кабелем. Внешний вид прибора показан на рисунке 1.

2.1.3 Ваттметр поставляется с ППК:

- ППК МЗ-90;
- ППК МЗ-93;
- ППК МЗ-95.

*(В комплект ваттметра указанные преобразователи могут входить в различных сочетаниях в зависимости от условий поставки)*

2.1.4 Допускается применение с БИ ПРШН411613.001 следующих преобразователей:

- 3.469.009 из комплекта ваттметра МЗ-90;
- 3.469.011 из комплекта ваттметра МЗ-93;
- 3.469.013 из комплекта ваттметра МЗ-95.

2.1.5 Допускается применение Атенюаторов ПрофКиП серии АТТ для увеличения измеряемой мощности.

Наименование	Макс. Мощность, Вт	Ослабление, dB	Рабочая частота ГГц
АТТ-10-20	10	20	0-18
АТТ-50-20	50	20	0-18
АТТ-100-10	100	10	0-18
АТТ-200-20	200	20	0-18
АТТ-500-20	500	20	0-5
АТТ-1000-20	1000	20	0-2.5

2.1.6 Прибор имеет Свидетельство об утверждении типа:

Регистрационный номер средства измерения № 73244-18

Дата регистрации: « 10 » декабря 2018г.

Инов. № дубл.	Подпись и дата
Взам инв. №	Подпись и дата
Инов. № подл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ПРШН411151.118 РЭ	Лист
						6

2.1.7 Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-99М применяется в качестве самостоятельного средства измерения, а также в составе автоматизированных систем с управлением от ПЭВМ через сетевой интерфейс Ethernet.

2.1.8 Ваттметр поглощаемой мощности соответствует требованиям ГОСТ 22261. По условиям эксплуатации ваттметр относится к группе 2 ГОСТ 22261 с диапазоном рабочих температур окружающей среды от 10 до 35 °С.



Блок измерительный ПРШН411613.001 (БИ)

Изн	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Изн	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Изн	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ПРШН41151.118 РЭ	Лист 7

ППК МЗ-90



ППК МЗ-93



ППК МЗ-95



Рисунок 1 – Внешний вид прибора

Инов. № подл.	Подпись и дата	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Взам инв. №			

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

2.1.9 Нормальные условия применения прибора:

- температура окружающей среды, °С .....  $23 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, % ..... до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) ..... от 84 до 106 (от 630 до 795);
- напряжение сети, В .....  $220 \pm 4,4$ ;
- частота сети, Гц .....  $50 \pm 0,5$ ;
- содержание гармоник, % ..... до 5.

2.1.10 Рабочие условия применения прибора:

- температура окружающей среды, °С ..... от 10 до 35;
- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % ..... до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) ..... от 70 до 106,7 (от 537 до 800).

2.1.11 Предельные условия хранения и транспортирования:

- нижняя предельная температура окружающей среды, °С ..... минус 25;
- верхняя предельная температура окружающей среды, °С ..... 50;
- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % ..... 95.

Изн	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Лист	9							
												ПРШН411151.118 РЭ						

## 2.2 Условия окружающей среды

2.2.1 По устойчивости и прочности к воздействию механических факторов прибор соответствует требованиям, установленным для приборов группы 2 ГОСТ 22261.

2.2.2 По устойчивости и прочности к воздействию климатических факторов прибор соответствует требованиям, установленным для приборов группы 2 ГОСТ 22261 с диапазоном рабочих температур окружающей среды от 10 до 35 °С и предельными температурами окружающей среды при транспортировании от минус 25 до 50 °С.

## 2.3 Состав прибора

2.3.1 Состав комплекта прибора приведён в таблице 1.

Таблица 1

Наименование, тип	Обозначение	Кол.	Примечание
1. Ваттметр поглощаемой мощности в составе:	ПРШН 411151.118	1	
- блок измерительный (БИ)	ПРШН 411613.001	1	
- ППК М3-90	ПРШН 434849.001-1		*
- ППК М3-93	ПРШН 434839.004-1		*
- ППК М3-95	ПРШН 434839.005-1	1	*
1.1 Атенюатор АТТ-	ПРШН434821._____	1	**
1.2 Переход коаксиальный ПК2-18-11Р-01	ЖНКЮ.468562.016-02	1	**
2. Кабель сетевой с заземлением	IEC-320-C14	1	
3. Комплект запасных частей:			
- вставка плавкая ВП2Б-1В 1,0 А 250 В	ОЮ 0.481.005 ТУ	2	
4. Эксплуатационная документация:			
- руководство по эксплуатации	ПРШН 411151.118 РЭ	1	
- формуляр	ПРШН 411151.118 ФО	1	
6. Упаковка:			
- ящик укладочный	ПРШН 411161.131	1	**
- ящик укладочный	ПРШН 411161.132-1	1	**

\* – В комплект ваттметра указанные преобразователи могут входить в различных сочетаниях в зависимости от условий поставки.

\*\* – В комплект ваттметра указанные позиции могут входить в зависимости от условий поставки.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

## 2.4 Технические характеристики

2.4.1 Гарантированными считают технические характеристики, приводимые с допусками или предельными значениями. Значения величин без допусков являются справочными.

2.4.2 Диапазон частот, диапазон и пределы погрешности измерения мощности ваттметром в зависимости от типа преобразователя приемного коаксиального приведены в таблице 2.

Таблица 2

Тип ППК	Предельное значение погрешности	
	диапазон частот, ГГц	%
ППК МЗ-90	0,02 – 12,00	$\pm \left[ 4 + 0,1 \left( \frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right]$
	свыше 12,00 – 17,85	$\pm \left[ 6 + 0,1 \left( \frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right]$
ППК МЗ-93	0 – 12,00	$\pm \left[ 4 + 0,1 \left( \frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right]$
	свыше 12,00 – 17,85	$\pm \left[ 6 + 0,1 \left( \frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right]$
ППК МЗ-95	0 – 12,00	$\pm \left[ 4 + 0,1 \left( \frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right]$
	свыше 12,00 – 17,85	$\pm \left[ 6 + 0,1 \left( \frac{P_K}{P_X} - 1 \right) \right]$

где  $P_K$  – верхний предел измерений мощности (зависит от поддиапазона измерения), Вт;  
 $P_X$  – значение измеряемой мощности, Вт.

2.4.3 Диапазоны измеряемой мощности для различных типов ППК приведены в таблице

3.

Таблица 3

Серия ППК	Диапазон измерения мощности, Вт
ППК МЗ-90	от $1 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-2}$
ППК МЗ-93	от $1 \cdot 10^{-4}$ до 1
ППК МЗ-95	от $1 \cdot 10^{-2}$ до 10

Имя, № подл.	Подпись и дата
Имя, № дубл.	
Взам инв. №	
Подпись и дата	
Имя, № подл.	

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ПРШН411151.118 РЭ	Лист
						11

2.4.4 Поддиапазоны измерений мощности для различных типов ППК приведены в таблице 4.

Таблица 4

ППК	Номер поддиапазона	Диапазон измеряемой мощности, Вт
ППК МЗ-90	1-ый поддиапазон	от $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^{-4}$
	2-ой поддиапазон	от $3 \cdot 10^{-4}$ до $3 \cdot 10^{-3}$
	3-ий поддиапазон	от $3 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$
ППК МЗ-93	1-ый поддиапазон	от $1 \cdot 10^{-4}$ до $3 \cdot 10^{-2}$
	2-ой поддиапазон	от $3 \cdot 10^{-2}$ до 0,3
	3-ий поддиапазон	от 0,3 до 1
ППК МЗ-95	1-ый поддиапазон	от $1 \cdot 10^{-2}$ до 0,3
	2-ой поддиапазон	от 0,3 до 3
	3-ий поддиапазон	от 3 до 10

2.4.5 Волновое сопротивление СВЧ входа ваттметра составляет 50 Ом при работе с ППК МЗ-90, ППК МЗ-93, ППК МЗ-95.

2.4.6 Присоединительные размеры СВЧ разъемов ППК МЗ-90, ППК МЗ-93, ППК МЗ-95, соответствуют ГОСТ 13317-89. Тип соединения: III В вариант I.

2.4.7 Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) ваттметра приведен в таблице 5.

Таблица 5

Тип ППК	Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН)	
	ГГц	КСВН
ППК МЗ-90	0,02 - 12,00	не более 1,3
	свыше 12,00 - 17,85	не более 1,4
ППК МЗ-93	0 - 3,00	не более 1,2
	свыше 3,00 - 12,00	не более 1,3
ППК МЗ-95	свыше 12,00 - 17,85	не более 1,4
	0 - 3,00	не более 1,2
	свыше 3,00 - 12,00	не более 1,3
	свыше 12,00 - 17,85	не более 1,4

Изн. № подл.	Взам инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата



2.4.22 Гамма-процентный срок сохраняемости: не менее 10 лет в отапливаемых хранилищах или 7 лет в неотапливаемых хранилищах при  $\gamma = 90 \%$ .

2.4.23 Среднее время восстановления: не более 8 ч.

2.4.24 Вероятность отсутствия скрытых отказов: не менее 0,9 за межповерочный интервал 12 мес. при среднем коэффициенте использования 0,04.

2.4.25 Масса и габаритные размеры ваттметра приведены в таблице 6.

Таблица 6

Обозначение	Масса, кг, не более	Габаритные размеры, мм, не более
Блок измерительный (БИ)	4,90	225×305×130
Преобразователь приемный коаксиальный		
ППК МЗ-90	0,410	ø45×95
ППК МЗ-93	0,430	ø45×95
ППК МЗ-95	0,750	117×95×90

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ПРШН411151.118 РЭ	Лист
						14

## 2.5 Устройство и работа прибора

### 2.5.1 Общий принцип действия прибора

Принцип действия ваттметра основан на преобразовании СВЧ мощности в тепловой вид энергии и измерении образуемой на выходе ППК термоэлектродвижущей силы (термо-ЭДС), которая пропорциональна подведенной к нему мощности СВЧ сигнала.

Основными блоками ваттметра являются блок измерительный (БИ), преобразователи приемные коаксиальные (ППК).

Схема структурная блока измерительного (БИ) ваттметра приведена на рисунке 2.

Основными функциями БИ являются:

- усиление напряжения постоянного тока с ППК и его преобразование в цифровую форму;
- выдача результатов измерений на экран и по сети Ethernet;
- формирование мощности калибровки 800 мкВт на переменном токе, 80 и 800 мВт на постоянном токе.

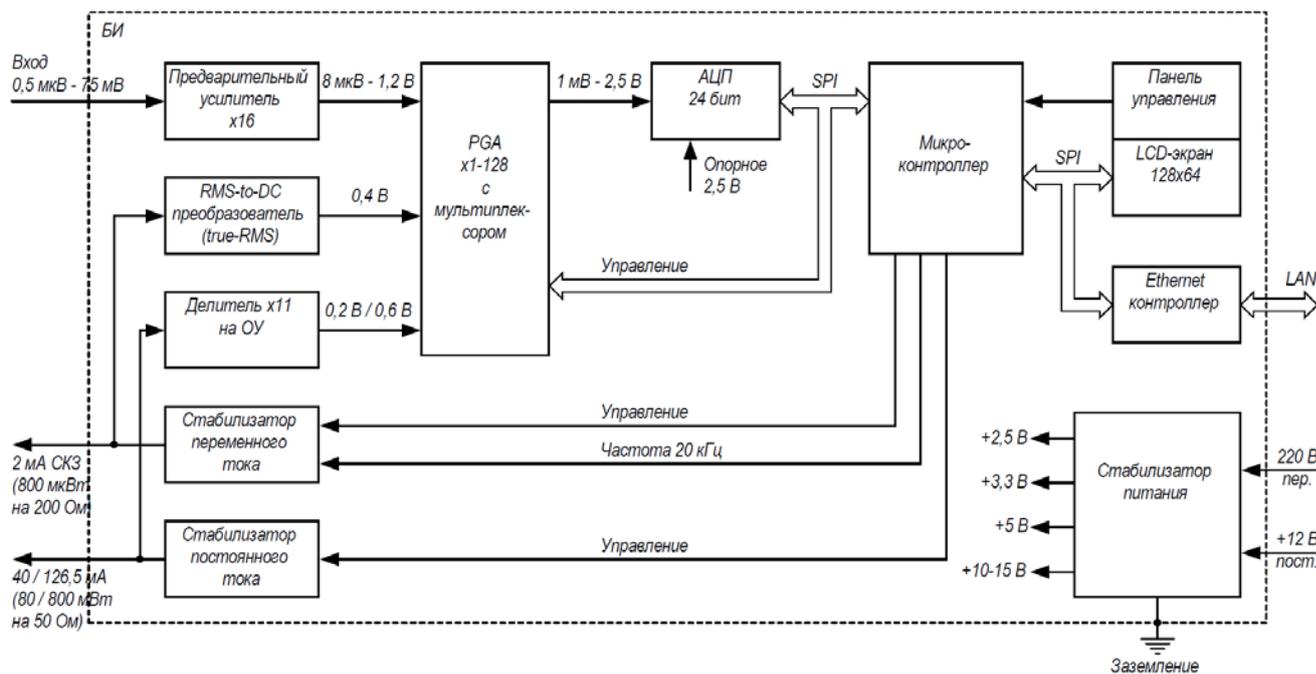


Рисунок 2 – Схема электрическая структурная блока измерительного ПРШН 411613.001

Напряжение постоянного тока с ППК (величиной 0,5 мкВ – 75 мВ) поступает на вход Предварительного усилителя (обладающего низкими дрейфом и уровнем шумов), где оно усиливается в 16 раз. Усиленное напряжение поступает на Усилитель с программируемым коэффициентом усиления (PGA), где оно усиливается до необходимого уровня для его преобразования в АЦП.

Инов. № подл.	Подпись и дата
Взам инв. №	Инов. № дубл.
Инов. № подл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ПРШН411151.118 РЭ	Лист
						15

Усиленное напряжение постоянного тока с помощью АЦП преобразуется в 24-разрядный двоичный код, передающийся по шине SPI в микроконтроллер.

Микроконтроллер выполняет следующие основные функции:

- считывание данных с АЦП и их цифровую обработку (фильтрацию);
- введение заданных поправок и коэффициентов в результат преобразования АЦП;
- вывод показаний прибора на LCD-экран;
- передача данных и управление через сеть Ethernet посредством Ethernet-контроллера;
- управление источниками постоянного и переменного тока.

В состав микроконтроллера, кроме процессора, так же входят ОЗУ, ПЗУ и периферийные устройства. Обмен информацией между микроконтроллером и АЦП, а так же управление PGA, вывод данных на экран и обмен по сети Ethernet, осуществляется через интерфейс SPI.

Работа БИ в составе автоматизированных измерительных систем (АИС) обеспечивается посредством сети Ethernet с веб-интерфейсом.

В состав БИ входят калибраторы на постоянном токе и на переменном токе. Калибратор постоянного тока на сопротивлении нагрузки ( $50 \pm 5$ ) Ом выдает два стабилизированных уровня тока: 40 мА и 126,5 мА (соответствующих мощности 80 и 800 мВт на нагрузке 50 Ом). Реальный уровень мощности на нагрузке вычисляется микроконтроллером на основе измерения напряжения на нагрузке при помощи делителя, PGA и АЦП. Таким образом, при отклонении сопротивления нагрузки на  $\pm 5$  Ом изменяется и мощность, при которой происходит калибровка ППК, на  $\pm 8$  мВт для тока 40 мА и на  $\pm 80$  мВт для тока 126,5 мА.

Калибратор переменного тока на сопротивлении нагрузки  $200 \pm 40$  Ом формирует прямоугольный сигнал с частотой 20 кГц и стабилизированным током с СКЗ равным 2 мА (что соответствует мощности 800 мкВт на нагрузке 200 Ом). Реальный уровень мощности на нагрузке вычисляется микроконтроллером на основе измерения СКЗ напряжения на нагрузке при помощи true-RMS преобразователя, PGA и АЦП. Таким образом, при отклонении сопротивления нагрузки на  $\pm 40$  Ом изменяется и мощность, при которой происходит калибровка ППК, на  $\pm 160$  мкВт.

Для улучшения помехозащищенности БИ и ваттметра в целом цифровая и аналоговая части БИ имеет отдельные источники питания и отдельные земли.

Питание цифровых функциональных узлов осуществляется от стабилизатора питания, формирующего необходимые уровни напряжения при питании как от переменного тока 220 В, так и от постоянного источника питания +12 В (батареи).

Алгоритм работы БИ включает в себя три основные части:

- режим автоматической калибровки;
- режим измерения, обработки результатов и их отображения;

Изн	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата	Лист

- самодиагностику и тестирование.

При включении питания БИ происходит самодиагностика, инициализации периферийных устройств, настройка PGA, АЦП, Ethernet и загрузка сохранённых настроек пользователя.

Далее БИ переходит в режим ожидания запуска автоматической калибровки. При выполнении калибровки БИ проверяет работоспособность АЦП, калибраторов, ППК. При обнаружении отклонения одного из параметров выводится сообщение об ошибке.

При выполнении калибровки, в зависимости от типа подключенного ППК, БИ сначала настраивает PGA, АЦП и проверяет смещение нуля. Затем включает соответствующий ППК тип калибратора, устанавливает оптимальное для этого типа преобразователя время калибровки и вычисляет реальное значение калибровочной мощности на ППК на основании измерения напряжения на выходе калибратора. После этого происходит измерение напряжения, поступившего с ППК, и вычисление коэффициент преобразования. Все измеренные при калибровке параметры сохраняются в ОЗУ и затем используются для вычисления результата преобразования БИ и выдачи его на экран и через Ethernet. По окончании калибровки БИ возвращается в режим измерения.

В режим измерения БИ обеспечивает:

- усиление и преобразование напряжения, поступающего с ППК;
- автоматическое изменение поддиапазона измерения в зависимости от входного сигнала;
- введение поправки на коэффициент преобразования и смещение нуля;
- усреднение результатов измерений и выдачу результатов на экран и по сети Ethernet;
- выполнение различных арифметических операций над результатом измерения (см. раздел 3.4 Описание основного меню прибора и его настроек).

Преобразование СВЧ мощности происходит в зависимости от типа ППК:

- 1) Непосредственно в нитевидных термopарах микросборки, тогда индикация степени нагрева осуществляется с помощью этих же термopар.
- 2) В поглощающем элементе согласованной СВЧ нагрузки, вынесенного за пределы передающего тракта, а индикация степени нагрева поглощающего элемента осуществляется с помощью пленочного термоэлектрического модуля. Тогда «горячие» спаи термоэлектрического модуля имеют тепловой контакт с поглощающим элементом, а «холодные» - с телом сравнения. Калибровка ваттметра осуществляется постоянным током, подаваемым на специальный пленочный нагреватель, напылённый на термоэлектрический модуль. Термо-ЭДС, пропорциональная измеряемой мощности, поступает на вход БИ.

Изн	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изн. № подл.	Подпись и дата
						Взам инв. №
						Изн. № дубл.
						Подпись и дата
						Подпись и дата
ПРШН411151.118 РЭ						Лист
						17

## 2.5.2 Структурная электрическая схема прибора

Структурные схемы ваттметров в зависимости от типа ППК приведены на рисунке 4.8.

Структурно прибор состоит из следующих узлов и блоков:

- Предварительный усилитель (в составе БИ);
- PGA усилитель со встроенным входным аналоговым мультиплексором (в составе БИ);
- Аналого-цифровой преобразователь (в составе БИ);
- Микроконтроллер со встроенным ОЗУ, ПЗУ и периферийными устройствами (в составе БИ);
- Калибратор переменного тока (в составе БИ);
- RMS-to-DC преобразователь (в составе БИ);
- Калибратор постоянного тока (в составе БИ);
- Делитель напряжения на ОУ (в составе БИ);
- Панель управления (в составе БИ);
- LCD-экран (в составе БИ);
- Ethernet контроллер (в составе БИ);
- Стабилизатор питания (в составе БИ);
- Индивидуальный преобразователь приемный коаксиальный (ППК).

## 2.6 Конструкция блока измерительного ваттметра

Конструкция блока измерительного (БИ) выполнена по функционально-блочному принципу построения радиоизмерительных приборов на базе несущего корпуса – «Надел-75М»

В состав БИ входят конструктивно и функционально законченные блоки:

- Основной измерительный модуль, выполненный на печатной плате размером 204 x 144 мм.;
- Модуль экрана с кнопками, выполненный на печатной плате размером 105 x 107 мм.;
- Модуль Ethernet контроллера, на печатной плате размером 55 x 35 мм.;
- Трансформатор тороидальный сетевой.

Модули представляют собой законченные функциональные узлы, размещенные на печатных платах размерами, подключаемые между собой при помощи разъёмных соединений.

Основной измерительный модуль содержит в себе: стабилизатор питания, микроконтроллер, АЦП, предусилители и калибраторы. Чувствительная к помехам

Ив. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №	Ив. № дубл.	Подпись и дата	ПРИН411151.118 РЭ					Лист
										18
					Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	

аналоговая часть модуля закрыта цельным алюминиевым экраном, защищающим от внешних электромагнитных и тепловых полей. Аналоговая часть содержит три подстроечных резистора для настройки токов калибраторов: 2 мА переменного тока, 40 мА и 126,5 мА постоянного тока. Транзистор, регулирующий ток калибратора постоянного тока вынесен из-под экрана и установлен на теплорассеивающем радиаторе. Входной разъём и разъём калибровки постоянного тока подсоединены к основному модулю при помощи пайки.

Стабилизатор питания на основном модуля выполнен по линейной схеме для аналоговой части прибора и по импульсной схеме для цифровой части с развязкой аналоговой и цифровой земель.

Модуль экрана с кнопками расположен на лицевой панели БИ и состоит из трёх кнопок и экрана. Так же на лицевой панели смонтированы входной разъём, разъём калибровки и клавишной кнопка включения.

На задней панели БИ установлены: разъём сетевого ввода типа IEC320 C13 с держателем предохранителя, разъём низковольтного питания типа DJK-02A, разъём подключения к сети Ethernet типа RJ-45 и клемма защитного заземления.

Питание БИ осуществляется через трансформатор, закрепленный внутри БИ на боковой панели. Включение БИ производится со стороны лицевой панели с помощью кнопки.

Для обеспечения требуемого температурного режима в корпусе на верхней и нижней крышках БИ сделаны перфорационные отверстия.

Вскрытие осуществляется после его распломбирования путем вывинчивания со стороны задней панели двух винтов, крепящих верхнюю крышку и двух винтов, крепящих нижнюю крышку.

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ПРШН411151.118 РЭ	Лист 19

### 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ И ПОРЯДОК РАБОТЫ

#### 3.1 Меры безопасности при работе с прибором и эксплуатационные ограничения

3.1.1 В процессе эксплуатации прибора следует ознакомиться с разделом 1 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ настоящего руководства по эксплуатации.

3.1.2 Перед включением БИ в сеть и до присоединения его к другим приборам необходимо соединить зажим защитного заземления «⊕» с заземлением питающей сети. Отсоединение зажима защитного заземления «⊕» допускается только после всех отсоединений и выключения прибора.

3.1.3 При эксплуатации прибор должен быть заземлён. Защитное заземление прибора осуществляется через защитный проводник шнура сетевого питания и заземляющий контакт вилки шнура сетевого питания.

**ВНИМАНИЕ!** ПРИ НАРУШЕНИИ ИЛИ ОТСУТСТВИИ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ  
ВАТТМЕТР СТАНОВИТСЯ ОПАСНЫМ.  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕЗАЗЁМЛЕННОГО ПРИБОРА ЗАПРЕЩЕНА!

3.1.4 При подготовке прибора к работе, при техническом обслуживании, ремонте, в случае использования прибора совместно с другими приборами или включения его в состав установок, необходимо выравнивать потенциалы корпусов приборов. Необходимо соединить приборы между собой, при этом зажим защитного соединения каждого прибора должен быть соединён с заземлённым зажимом питающей сети.

3.1.5 При работе с включенным прибором, открытым для проведения ремонта отдельных узлов и блоков, необходимо принимать меры предосторожности, так как в приборе имеется переменное напряжение 220 В и постоянное напряжение до 20 В. Замену элементов производить только при отключении питания сети.

3.1.6 ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать мощность во время прогрева ваттметра.

3.1.7 ЗАПРЕЩАЕТСЯ подключать преобразователи ППК к выходу источника с неизвестной величиной выходной мощности, не ослабив СВЧ сигнал встроенным в источник или включенным в схему измерения аттенюатором.

3.1.8 При перестройке частоты источника, обладающего неравномерным или неизвестным распределением мощности в исследуемом диапазоне частот, НЕОБХОДИМО ОТКЛЮЧИТЬ преобразователь ППК от источника или ввести ослабление СВЧ сигнала при помощи аттенюатора.

Изн	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изн. № подл.	Подпись и дата
						Изн. № дубл.
ПРИШН411151.118 РЭ						Лист
						20

### 3.2 Распаковывание и повторное упаковывание

3.2.1 Распаковывание производится в следующей последовательности:

- вскройте транспортный ящика из гофрированного картона,
- удалите прокладки из пенопласта,
- извлеките БИ, преобразователи ППК, ЗИП и эксплуатационную документацию.

3.2.2 Повторное упаковывание перед транспортированием и консервацией производится в следующей последовательности:

- проверьте соответствие эксплуатационной и сопроводительной документации заводскому номеру упаковываемого прибора;
- поместите БИ, ППК, ЗИП и эксплуатационную документацию в транспортный ящик;
- заклейте ящик липкой лентой.

3.2.3 При внешнем осмотре необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- комплектность в соответствии с ФО;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- наличие и прочность крепления органов управления, наличие плавких вставок;
- чистоту соединителей;
- состояние соединительных проводов, кабелей.

3.2.4 Сделайте отметку в формуляре о начале эксплуатации.

**ВНИМАНИЕ:** До включения прибора необходимо ознакомиться с разделами:

- 1 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ,
- 2 ОПИСАНИЕ ПРИБОРА И ПРИНЦИПА ЕГО РАБОТЫ
- 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ И ПОРЯДОК РАБОТЫ.

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
ПРШН411151.118 РЭ				Лист
				21

### 3.3 Расположение соединителей, органов управления и включения прибора

#### 3.3.1 Назначение соединителей и органов управления

Внешний вид передней и задней панели приведён на рисунках 3 и 4.

Обозначения и назначение органов управления и присоединения приведены в таблице 7.

Таблица 7

Обозначение	Назначение
<b>Передняя панель БИ</b>	
 ○	Кнопка включения БИ
▷◁	Установка ноля
▼ МЕНЮ	Кнопка перемещения вниз по меню / вызов меню
▲	Кнопка перемещения вверх по меню
↶ КАЛИБРОВКА	Кнопка ввод / запуск калибровки
→⊙	Разъёмы для подключения ППК
<b>Задняя панель</b>	
LAN	Разъём для подключения к сети Ethernet
ВНЕШ. ПИТ. +12В	Разъём для подключения внешнего источника питания с напряжением 12В постоянного тока
⊕	Клемма защитного заземления
220В 1А	Ввод кабеля питания 220В с держателем плавкого предохранителя

**Примечание:** Надпись на задней панели ваттметра «220В 1А Б» означает, что в ваттметре устанавливаются вставки плавкие с номинальным током 1А для 220В быстродействующего типа (Б).

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата



Рисунок 3 – Расположение органов управления и присоединения БИ на передней панели

Индикация результатов измерения выводится на экран, расположенный на лицевой панели БИ. На экран БИ значения мощности индицируются в микроваттах, милливаттах и ваттах.



Рисунок 4 – Расположение органов управления и присоединения БИ на задней панели

### 3.4 Описание основного меню прибора и его настроек

3.4.1 Для входа в основное меню нажмите кнопку МЕНЮ. В основном меню возможно изменение всех настроек прибора.

3.4.2 Внешний вид меню представлен на рисунке 5.

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата



Рисунок 5 – Внешний вид основного меню

3.4.3 Для навигации по разделам меню используйте кнопки ▲, ▼ для перемещения вверх и вниз, а так же для изменения цифровых значений. Используйте кнопку ←↵ для выбора.

3.4.4 «Аттенюатор»: при использовании аттенюатора для ослабления СВЧ сигнала введите в данном меню коэффициент аттенюатора. Внешний вид меню «Аттенюатор» представлен на рисунке 6.

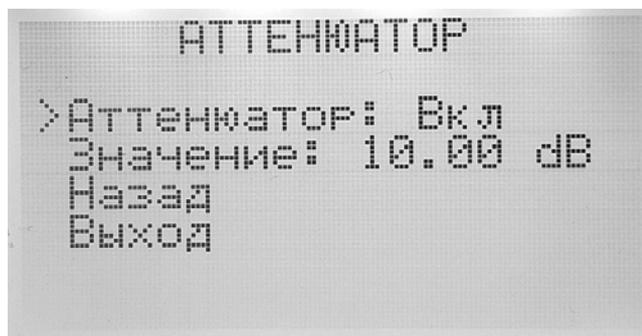


Рисунок 6 – Внешний вид меню «Аттенюатор»

Выберите «ВКЛ» в данном меню. Результат измерения будет рассчитан с учетом введенного коэффициента аттенюатора.

3.4.5 Для ввода значения коэффициента аттенюатора перейдите к пункту «Значение» в меню «Аттенюатор» при помощи кнопок ▲, ▼ и нажмите ←↵ для входа в подменю «Значение» (см. рисунок 7).



Рисунок 7 – Ввод значения аттенюатора

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Установите при помощи кнопок ▲, ▼ первую цифру коэффициента. Для перехода к следующей цифре нажмите ←. Последовательно установите все цифры коэффициента и нажмите ← для выхода из подменю и возврата в меню «Аттенюатор». Значение коэффициента аттенюатора может быть задано в диапазоне от 0,01 до 99,99 дБ.

3.4.6 «Измерения»: в данном меню настраивается отображение показаний прибора. Внешний вид меню представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Внешний вид меню «Измерения»

Основные единицы (отображаются крупным шрифтом на экране БИ): «W» или «dBm».

Дополнительные единицы (отображаются ниже основных единиц мелким шрифтом): «Выкл», «W/dBm», «V (50 Ом)» или относительные измерения. Отображение W или dBm зависит от выбранных основных единиц.

Отображение напряжения V (Вольты) производится для эквивалентной нагрузки 50 Ом.

В качестве дополнительных единиц отображения можно выбрать относительные измерения, для которых возможно выбрать единицы отображения: dB или %.

При выборе «отн. значения» необходимо задать значение уровня мощности, относительно которого будут отображаться дополнительные показания прибора, и выбрать единицы отображения: dB или %. Задание этого значения производится способом, аналогичным п. 3.4.5.

При выборе «отн. уровня» задание уровня мощности, относительно которого будут отображаться дополнительные показания прибора, производится нажатием кнопки «НОЛЬ» при проведении измерений.

3.4.7 «Скважность»: при измерениях импульсной мощности СВЧ сигналов с известной скважностью выберите «ВКЛ» в данном меню и введите значение скважности (в диапазоне от 0,1 до 99,9 %). Ввод этого значения производится способом, аналогичным п. 3.4.5. Результат измерения будут соответствовать непрерывному СВЧ сигналу. Внешний вид меню представлен на рисунке 9.

Изн. № подл.	Взам инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата

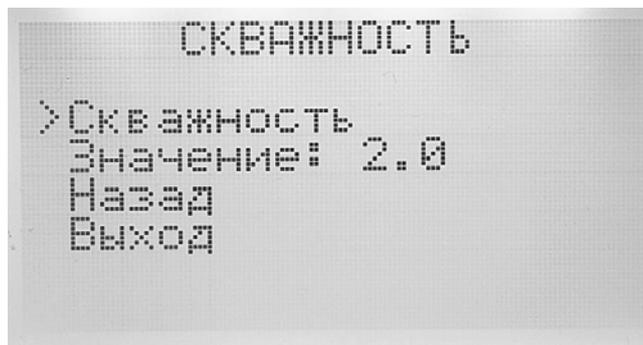


Рисунок 9 – Внешний вид меню «Скважность»

3.4.8 «Усреднение»: при измерении импульсных СВЧ сигналов с большим периодом следования импульсов показания прибора могут стать нестабильными. Для устранения этого выберите в данном меню интервал времени, на котором будет производиться усреднение результатов измерения: 4, 8, 16 или 32 с. Внешний вид меню представлен на рисунке 10.

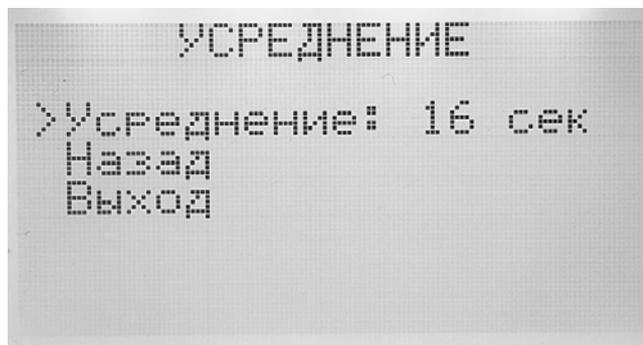


Рисунок 10 – Внешний вид меню «Усреднение»

3.4.9 «Коэффициент»: возможно задание произвольного пользовательского коэффициента  $K$ , на который будет умножаться результат измерения или использование частотных поправочных коэффициентов  $K_k$ . Внешний вид меню «Коэффициент» представлен на рисунке 11.



Рисунок 11 – Внешний вид меню « Коэффициент»

3.4.10 Для использования произвольного коэффициента выберите «ВКЛ» в меню «Коэффициент» и введите значение желаемого коэффициента  $K$  в диапазоне от 0,001 до 999,999. Ввод этого значения производится способом, аналогичным п. 3.4.5.

Изн. № подл.	Подпись и дата
Взам инв. №	Изн. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата



- настройки Ethernet (IP-адрес, номер порта, MAC-адрес прибора);
- настройка яркости экрана;
- произвести сброс всех настроек на заводские значения;
- инженерные настройки калибровочных констант (вход в меню защищен паролем, изменяются только при поверке прибора).

Внешний вид меню «Дополнительно» представлен на рисунке 13.

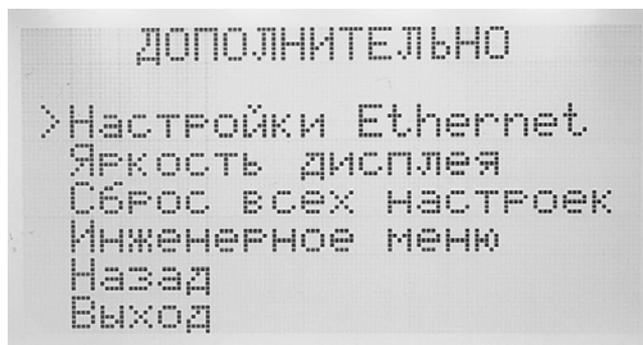


Рисунок 13 – Внешний вид меню «Дополнительно»

**Примечание:** при сбросе всех настроек происходит их установка на заводские значения. Сбрасываются все настройки кроме поправочных частотных коэффициентов и инженерных настроек.

### 3.5 Подготовка прибора к работе

#### 3.5.1 При подготовке прибора к работе:

- разместите ваттметр на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции;
- установите тумблер СЕТЬ на передней панели БИ в выключенное положение;
- заземлите БИ;
- присоедините к БИ ППК с помощью кабеля соединительного;
- включите кабель питания БИ в сеть.

3.5.2 После транспортирования или нахождения в предельных климатических условиях до подготовки к работе прибор должен быть выдержан в нормальных условиях в течение не менее 6 часов.

Изн.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изн. № подл.	Взам инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Подпись и дата
									Лист
									28
									ПРШН411151.118 РЭ

### 3.6 Подготовка к проведению измерений

3.6.1 Включите питание БИ (кнопка СЕТЬ в положении ВКЛ).

3.6.2 После запуска прибора на экране индицируется показание мощности в заданных в настройках прибора единицах измерения.

3.6.3 До проведения измерений ваттметр должен быть прогрет в течение 30 минут.

3.6.4 Перед проведением калибровки убедиться, что ППК отключен от СВЧ мощности.

3.6.5 Провести калибровку ваттметра нажатием кнопки КАЛИБРОВКА. При этом на экране отобразится меню с подтверждением запуска калибровки. Нажмите кнопку  $\leftarrow$  для запуска калибровки. На экране БИ последовательно индицируются значения калибровочных величин: входное смещение, значение калибровочной мощности и соответствующее ей значение напряжения с выхода ППК.

### 3.7 Проведение измерений

3.7.1 Ввести поправочный коэффициент  $K$  (в меню «Коэффициент» см. п. 3.4.9), в соответствии с данными, указанными в формуляре на ППК для измеряемой частоты, или же выбрать соответствующий частотный коэффициент  $K_k$  (если он ранее был сохранен в настройках прибора).

3.7.2 Подключите ППК к источнику СВЧ мощности.

3.7.3 Подайте СВЧ мощность и отсчитайте показания на экране БИ через время не менее:

- 15 с для ППК МЗ-90;
- 30 с для ППК МЗ-93 и МЗ-95.

3.7.4 Возможны случайные кратковременные изменения показаний, вызванные внешними помехами импульсного характера, которые принимать во внимание не следует. Если при измерениях показания прибора сильно колеблются, то возможно включение усреднения в соответствующем меню. При этом быстродействие прибора уменьшится.

3.7.5 Для обнуления показаний нажмите кнопку НОЛЬ.

Если в процессе измерений увеличилось смещение входного сигнала, то можно выполнить обнуление вместо перекалибровки.

Изн.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ПРШН411151.118 РЭ	Лист 29
Изн.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		
Изн. № подл.	Взам инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата	Подпись и дата		

3.7.6 Во время проведения измерений на экране отображаются следующие пиктограммы, информирующие о включенных настройках:

- «Δ» при включенных относительных измерениях в меню «Измерения»;
- «ATT» при включенном аттенуаторе;
- «□□□» при включенной “скважности”;
- «Σ» при включенном усреднении;
- «K» при включенном коэффициенте  $K$ ;
- «15.00 GHz» отображает выбранную частоту при включенном соответствующем поправочном частотном коэффициенте  $K_k$ .

3.7.7 Ваттметр работает в режиме автоматической смены поддиапазонов измерений (см. таблицу 4).

3.7.8 Следует помнить, что ППК требует бережного обращения с ним и, во избежание выхода из строя не следует перегружать его сверх установленной нормы.

3.7.9 В процессе измерений необходимо производить периодическую проверку установки нуля, для чего необходимо снять со входа ППК СВЧ мощность и выждать не менее 3 мин. Если показания отличаются от нулевых, то произвести обнуления кнопкой НОЛЬ.

3.7.10 Повторную калибровку производить после снятия мощности не ранее чем через:

- 1 минуту для ППК МЗ-90;
- 3 минуты для ППК МЗ-93;
- 3 минуты для ППК МЗ-95.

3.7.11 Ваттметр обеспечивает одновременную работу в следующих режимах:

- ручное управление измерением мощности и настройкой прибора,
- дистанционное управление через сеть Ethernet.

### 3.8 Дистанционное управление через сеть Ethernet

3.8.1 Для проведения дистанционных измерений и управления прибором через локальную сеть Ethernet необходимо выполнить следующее:

- подключите прибор к локальной сети предприятия через разъем LAN на задней панели БИ при помощи кабеля патч-корда UTP 5е кат. с разъемами RJ-45;
- при необходимости измените в настройках прибора IP-адрес на соответствующий диапазону локальных адресов сети;

Изн	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изн. № подл.	Взам инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата	Подпись и дата	Лист	ПРШН411151.118 РЭ	30
												30
												30

- при необходимости измените в настройках порт для подключения к прибору на разрешенный политикой безопасности сети;
- при необходимости измените в настройках MAC-адрес прибора в случае возникновения конфликтов MAC-адресов в сети;
- запустите на любом ПК, подключенном к сети, интернет-браузер и введите в строку адреса локальный адрес прибора, и, при необходимости, его порт.

**Примечание:** возможно так же подключение прибора напрямую к ПК через Ethernet (режим точка-точка).

### 3.8.2 Дистанционный интерфейс управления прибором показан на рисунке 14.

Интерфейс имеет виртуальное изображение экрана БИ прибора и список основных настроек. Обновление информации на виртуальном экране происходит через каждый 3 с.

Кнопка КАЛИБРОВКА дистанционно запускает процесс калибровки.

Кнопка НОЛЬ выполняет обнуление текущих показаний.

В списке настроек можно задать необходимые настройки работы прибора. После этого следует нажать кнопку ПРИМЕНИТЬ для отправки настроек в прибор и их применения.

Кнопка СБРОСИТЬ осуществляет восстановление всех настроек, которые в текущий момент применены в приборе.

Изн.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата	ПРИШН411151.118 РЭ		Лист
												31







Техническое обслуживание №2 при хранении с переконсервацией проводится лицом, ответственным за хранение прибора, один раз в пять лет, либо в сроки, назначенные по результатам ТО-1х, и включает следующие операции:

- операции ТО-1х;
- расконсервация прибора;
- протирка этиловым спиртом контактов разъемов прибора;
- поверка прибора в соответствии с Методикой поверки ПРШН411151.118 МП;
- консервация;
- проверка состояния эксплуатационной документации.

Поверка прибора при ТО-2х ПК проводится аккредитованными метрологическими службами.

Результаты проведения ТО-1х и ТО-2х ПК заносятся в формуляр с указанием даты проведения и подписываются лицом, ответственным за хранение.

Изн.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №	Изн. № дубл.	Подпись и дата	Изн. № подл.	Лист	ПРШН411151.118 РЭ	35								

## 5 Текущий ремонт

5.1 Ремонт БИ и ППК ваттметра проводится только на предприятии-изготовителе.

5.2 Перечень наиболее возможных неисправностей и указание по их устранению приведены в таблице 10.

Таблица 10

Характер неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
Прибор не включается, экран не загорается	1) Вышел из строя предохранитель  2) Внутренняя неисправность стабилизатора питания	1) Проверить и при необходимости заменить предохранитель на задней панели БИ  2) Отправить БИ на предприятие-изготовитель
При запуске прибор «зависает» на заставке	Внутренняя неисправность ППЗУ микроконтроллера	При неисправности микроконтроллера отправить БИ на предприятие-изготовитель
<b>Во время калибровки появляется следующее сообщение об ошибке:</b>		
Большое вх. смещение!	1) ППК подключен к СВЧ мощности  2) Нарушен контакт ППК с БИ	1) Отключить ППК от источника СВЧ мощности при выполнении калибровки  2) Проверьте надежность соединения ППК с БИ
Сопр. АС > 300 Ом! Сопр. АС < 100 Ом! Сопр. DC > 60 Ом! Сопр. DC < 40 Ом!"	1) Нарушен контакт ППК с БИ  2) Внутренняя неисправность ППК	1) Проверьте надежность соединения ППК с БИ  2) Отправить ППК на предприятие-изготовитель
Большой вх. сигнал!	1) ППК подключен к СВЧ мощности  2) Внутренняя неисправность ППК	1) Отключить ППК от источника СВЧ мощности при выполнении калибровки.  2) Отправить ППК на предприятие-изготовитель
Нет вх. сигнала!	1) Нарушен контакт ППК с БИ  2) Внутренняя неисправность ППК	1) Проверьте надежность соединения ППК с БИ  2) Отправить ППК на предприятие-изготовитель

5.3 После ремонта сделать отметку в формуляре и провести поверку ваттметра согласно указаниям Методики поверки ПРШН411151.118 МП.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------





## 8 ТАРА И УПАКОВКА

- 8.1 Для транспортирования и хранения прибора на складе потребителя предназначена транспортная тара. Для транспортирования и хранения ЗИП прибора имеется укладочный ящик.
- 8.2 В процессе эксплуатации прибора упаковка для прибора может храниться в условиях неотапливаемого помещения.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №	Индв. № дубл.	Подпись и дата
ПРШН411151.118 РЭ									Лист
39									

## 9 МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

- 9.1 Наименование, условное обозначение прибора, товарный знак предприятия-изготовителя, знак утверждения типа средств измерений и знак соответствия нанесены в верхней части лицевой панели БИ.
- 9.2 Заводской номер маркируются на задней панели БИ прибора.
- 9.3 Условное обозначение, заводской номер ППК нанесены на боковой поверхности кожуха ППК.
- 9.4 Запасное имущество имеет маркировку на вкладышах и самих элементах.
- 9.5 Пломбирование БИ прибора производится двумя мастичными пломбами, которые устанавливаются на верхней и нижней крышках БИ. Пломбирование ППК производится со стороны задней панели и на кожухе ППК.

Схема пломбировки БИ для защиты от несанкционированного доступа приведена на рисунке 19. Схема пломбировки ППК приведены на рис 1 б, в, г.



Рисунок 19 – Схема пломбировки БИ  
а) Блок измерительный ПРШН411613.001 (БИ)

Инов. № подл.	Подпись и дата
Инов. № дубл.	Подпись и дата
Взам инв. №	Подпись и дата
Инов. № подл.	Подпись и дата

					ПРШН41151.118 РЭ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		40



б) ППК М3-90



в) ППК М3-93

Инов. № подл.	Подпись и дата	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Взам инв. №			
Изм	Лист	№ документа	Подпись



г) ППК М3-95

Инов. № подл.	Подпись и дата	Взам инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
ПРШН411151.118 РЭ				Лист
				42