



ИЗМЕРИТЕЛЬ МОДУЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ И ОТРАЖЕНИЯ

P2M-18/2

Руководство по эксплуатации

Общие сведения

Часть I ЖНКЮ.468166.019РЭ

Предприятие-
изготовитель: ЗАО «НПФ «Микран»
Адрес: 634045 Россия
г. Томск ул. Вершинина, 47
тел: (3822) 42-18-77
(3822) 41-46-35
тел/факс: (3822) 42-36-15
E-mail: pribor@micran.ru
сайт: www.micran.ru

© Микран, 2011



Содержание

Руководство по эксплуатации. Часть I. Общие сведения	8
1 Нормативные ссылки	8
2 Определения, обозначения и сокращения	8
3 Требования безопасности	10
4 Описание Р2М и принципов его работы.....	10
4.1 Назначение	10
4.2 Функциональные возможности	12
4.3 Условия окружающей среды.....	13
4.4 Состав Р2М	14
4.4.1 Исполнения и комплект поставки	14
4.4.2 Модификация (опция)	15
4.4.3 Запись при заказе	15
4.5 Расположение органов настройки и включения Р2М	16
4.5.1 Передняя панель	16
4.5.2 Задняя панель.....	17
4.6 Технические характеристики	18
4.7 Устройство и работа Р2М.....	21
5 Подготовка Р2М к работе	24
6 Средства измерений, инструменты и принадлежности	25
7 Порядок работы	25
8 Поверка Р2М	26
9 Техническое обслуживание.....	26
10 Текущий ремонт	26
10.1 Общие положения	26
10.2 Гарантийный ремонт.....	27
11 Хранение, транспортирование, упаковка	28
11.1 Хранение	28
11.2 Транспортирование	28
11.2.1 Погрузка и выгрузка. Общие положения	28
11.2.2 Условия транспортирования	28
11.3 Упаковка.....	29
11.3.1 Общие положения	29
11.3.2 Распаковывание	29
11.3.3 Упаковывание	30
12 Маркировка и пломбирование	31
13 Утилизация.....	31



Руководство по эксплуатации. Часть II. Руководство по программному обеспечению	10
1 Определения, обозначения и сокращения	10
2 Общие сведения.....	11
3 Установка и настройка ПО.....	12
3.1 Установка ПО	12
3.2 Подключение измерительного блока к компьютеру	13
3.3 Установка параметров	16
4 Описание ПО	18
4.1 Старт ПО и подключение к прибору.....	18
4.2 Отображение результатов измерений. Диаграмма	21
4.3 Элементы управления.....	22
4.4 Трассы.....	25
4.5 Масштаб отображения трасс.....	27
4.6 Управление графическими параметрами.....	28
4.7 Функция «Масштабирование».....	31
4.8 Функции над трассами.....	32
4.8.2 Функция «Накопления».....	33
4.8.3 Функцией «Сглаживание».....	33
4.8.4 Функция «Ограничительные линии»	34
4.8.5 Функция «Статистика».....	36
4.9 Запуск и остановка измерений.....	36
4.10 Маркерные измерения	38
4.11 Сохранение результатов измерений и формирование отчётов	46
5 Структура ПО для схемы измерения Р2М.....	49
5.3 Меню.....	49
5.3.3 Файл.....	49
5.3.4 Калибровка.....	52
5.3.5 Параметры.....	54
5.3.6 Управление	54
5.3.7 Профиль	56
5.3.8 Вид	59
5.3.9 Справка.....	61
5.4 Контекстное меню диаграмм	62
5.5 Вид	65
5.6 Контекстное меню трасс.....	67
5.7 Контекстное меню маркеров.....	71
5.8 Контекстное меню связей маркеров.....	73
5.10 Область панелей управления	73
5.10.4 Расположение диаграмм.....	74
5.10.5 Оформление диаграммы.....	74
5.10.6 Масштаб	74



5.10.7	Временная область	75
5.10.8	Ограничение	75
5.10.9	Тип канала.....	76
5.10.10	Параметры измерения.....	76
5.10.11	Параметры частоты.....	77
5.10.12	Параметры мощности	79
5.10.13	Усреднение	81
5.10.14	Синхронизация	83
5.10.15	Модуляция	84
5.10.16	Преобразование частоты	85
5.10.17	Импульсные измерения	86
Приложение А (справочное) Перечень возможных неисправностей.....		87
Приложение Б (справочное) Решение проблем при настройке сетевых параметров.....		88
Приложение В (справочное) Сообщения об ошибках.....		95
Руководство по эксплуатации. Часть III. Работа с Р2М.....		10
1	Нормативные ссылки	10
2	Определения, обозначения и сокращения	10
3	Требования безопасности	12
4	Подготовка Р2М к работе	12
4.3	Эксплуатационные ограничения	12
4.4	Внешний осмотр.....	13
4.5	Порядок установки на рабочее место	14
4.6	Контрольно-профилактические работы.....	14
4.6.2	Чистка соединителей	14
4.6.3	Проверка присоединительных размеров «А»	15
4.6.3.5	Калибровка.....	16
4.6.3.6	Проверка размера «А» соединителя «розетка».....	17
4.6.3.7	Проверка размера «А» соединителя «вилка».....	18
4.7	Начальные установки.....	19
4.8	Загрузка программного обеспечения и подключение к ПК	20
4.9	Проверка работоспособности Р2М.....	20
4.9.1	Общие положения	20
4.9.2	Порядок проведения проверки	20
5	Порядок работы	24
5.1	Меры безопасности при работе с Р2М.....	24
5.1.1	Общие требования.....	24
5.1.2	Сочленение соединителей.....	24
5.1.3	Расчленение соединителей.....	27
5.2	Подготовка к измерениям	27
5.3	Включение Р2М.....	28



5.4 Выключение Р2М	28
5.5 Проведение измерений	28
5.5.1 Синтезатор частот	28
5.5.1.2 Синтезированное сканирование с фиксированным шагом	29
5.5.1.3 Синтезированное сканирование по списку частотных точек	30
5.5.1.4 Фиксированная частота	30
5.5.2 Измеритель мощности	31
5.5.2.4 ИУ со встроенными источниками сигналов	32
5.5.2.5 ИУ с внешними сигналами	34
5.5.3 Измерение модуля КП	35
5.5.3.4 Измерение модуля КП двухпортовых устройств	35
5.5.3.5 Измерение модуля КП двухпортовых устройств с опорным каналом.....	39
5.5.3.6 Измерение модуля КП трехпортовых устройств без преобразования частоты.....	43
5.5.3.7 Измерение модуля КП двухпортовых устройств с преобразованием частоты	45
5.5.4 Измерение модуля КО и КСВН	47
5.5.5 Одновременное измерение модуля КП и КО	53
5.5.6 Измерение динамических характеристик	56
5.5.7 Работа в составе измерительной системы	57
5.5.8 Измерение параметров смесителей	57
5.5.9 Измерение расстояния до обрыва.....	61
5.5.10 Измерение ГВЗ	65

ЖНКЮ.468166.019РЭ1 Руководство по эксплуатации Часть II Руководство по программному обеспечению

ЖНКЮ.468166.019РЭ2 Руководство по эксплуатации Часть III Работа с Р2М



Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил использования, технического обслуживания, транспортирования и хранения изделия «Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18/2 ЖНКЮ.468166.019» (далее – Р2М).

Настоящее РЭ состоит из трех частей:

- Часть I. Общие сведения.
- Часть II. Руководство по программному обеспечению.
- Часть III. Работа с Р2М.

В составе с Р2М поставляются руководство по эксплуатации ЖНКЮ.468166.019РЭ и методика поверки ЖНКЮ.468166.019ДЗ в бумажном (книги) и электронном вариантах (файлы в формате pdf на компакт диске).

К эксплуатации Р2М допускается только квалифицированный персонал, изучивший настоящее РЭ и имеющий практический опыт в области радиотехнических измерений.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право, не уведомляя потребителя, вносить в конструкцию Р2М изменения, не влияющие на его метрологические характеристики.

ВНИМАНИЕ: ДАННЫЙ ДОКУМЕНТ ЯВЛЯЕТСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ ТВОРЧЕСКОГО ТРУДА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ. НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННОГО ДОКУМЕНТА, РАВНО КАК И ЕГО ЧАСТИ, БЕЗ УКАЗАНИЯ НАИМЕНОВАНИЯ ДОКУМЕНТА И НАИМЕНОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ КОММЕРЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННОГО ДОКУМЕНТА, РАВНО КАК И ЕГО ЧАСТИ, БЕЗ ПИСЬМЕННОГО СОГЛАСИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ!



Руководство по эксплуатации. Часть I.

Общие сведения

1 Нормативные ссылки

1.1 В настоящем РЭ использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 10354-82 Пленка полиэтиленовая. Технические условия.

ГОСТ 12.3.019-80 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.

ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP).

ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия.

ГОСТ 5556-81 Вата медицинская гигроскопическая. Технические условия.

ГОСТ 9181-74 Приборы электроизмерительные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.

ГОСТ РВ 51914-2002.

2 Определения, обозначения и сокращения

2.1 В настоящем РЭ использованы термины с соответствующими определениями:

2.1.1 **виртуальный прибор:** Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения (аппаратная часть) и программное обеспечение, установленное на ПК (программная часть).

2.1.2 **измерительный блок:** Р2М без комплекта принадлежностей.

2.1.3 **комплект принадлежностей:** Устройства и предметы, указанные в таблицах комплектности в части “Комплект принадлежностей”.

2.1.4 **механические повреждения:** Повреждения и деформации рабочих поверхностей СВЧ соединителей, деформации корпуса, и другие повреждения, непосредственно влияющие на технические характеристики Р2М.

2.1.5 **пользователь (потребитель):** Физическое лицо, допущенное к эксплуатации Р2М и осуществляющее его эксплуатацию в соответствии с настоящим РЭ.

2.1.6 **предприятие-изготовитель:** Научно-производственная фирма



“Микран”.

2.1.7 ремонт : Комплекс операции по восстановлению исправности или работоспособности Р2М или его составных частей.

2.1.8 ремонт гарантийный : Ремонт, выполняемый по гарантийным обязательствам.

2.2 В настоящем РЭ использованы следующие обозначения и сокращения:

АРМ – автоматическая регулировка мощности.

АТА/70 – опция ступенчатый аттенюатор 70 дБ.

БСДУ – блок сбора данных и управления.

ВЧ – высокая частота.

ГВЗ – групповое время задержки.

дБ (для уровня мощности) – десятичный логарифм отношения уровня мощности к мощности равной 1 Вт, умноженный на десять.

дБ (общее определение) – десятичный логарифм отношения одной величины к другой, принимаемой за исходную, умноженный на десять.

дБм – десятичный логарифм отношения уровня мощности к мощности равной 1 мВт, умноженный на десять.

дБн – десятичный логарифм отношения уровня мощности составляющей сигнала к мощности основной гармоники сигнала, умноженный на десять.

ИУ – исследуемое устройство.

КвГУН – кварцевый генератор, управляемый напряжением.

КСВН – коэффициент стоячей волны по напряжению.

МА – модуль аналого-цифрового преобразователя.

НО – направленный ответвитель.

ОГ – опорный генератор.

ПК – персональный компьютер или ноутбук.

Р2М – Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18/2 ЖНКЮ.468166.019.

РЭ – руководство по эксплуатации.

СВЧ – сверхвысокая частота.

СПМШ – спектральная плотность мощности фазовых шумов.

ФАПЧ – система автоматической подстройки частоты.



3 Требования безопасности

3.1 При эксплуатации Р2М необходимо соблюдать «Правила эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

3.2 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества, а также соблюдены требования ГОСТ 12.3.019.

ВНИМАНИЕ: ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВСЕХ ВИДОВ РАБОТ С Р2М ОБЯЗАТЕЛЬНО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИСТАТИЧЕСКОГО БРАСЛЕТА, ПОДКЛЮЧЕННОГО К ШИНЕ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ! ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ СОЕДИНЕНИЯ КАБЕЛЯ «ETHERNET» И КАБЕЛЯ ПИТАНИЯ ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ Р2М. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ ИЗМЕНЕНИЕ СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ (КАЛИБРОВКИ) ПРИ НАЛИЧИИ КОЛЕБАНИЙ НА ВЫХОДЕ «СВЧ».

4 Описание Р2М и принципов его работы

4.1 Назначение

Наименование	Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18/2
Обозначение	ЖНКЮ.468166.019
Предприятие-изготовитель	ЗАО «НПФ «Микран»
Номер сертификата об утверждении типа	37845
Регистрационный номер по Государственному реестру	42737-09

4.1.1 Р2М предназначен для измерения в коаксиальном тракте модуля коэффициента передачи (ослабления и усиления) и модуля коэффициента отражения или коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН); одновременного измерения модулей коэффициента передачи и отражения.

4.1.2 Р2М может использоваться в качестве синтезатора частот для генерирования электрических синусоидальных колебаний с низким уровнем фазовых шумов в широком диапазоне частот и мощностей и в качестве измерителя



мощности.

4.1.3 Дополнительно P2M может использоваться для индикации динамических характеристик исследуемых устройств, параметров устройств с преобразованием по частоте, расстояния до обрыва и ГВЗ.

4.1.4 Внешний вид P2M представлен на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Внешний вид P2M

4.1.5 Область применения – производство и контроль ВЧ и СВЧ устройств и оборудования, исследование, настройка и испытания узлов, используемых в радиоэлектронике, связи, приборостроении, измерительной технике.

4.1.6 P2M работает в составе с ПКК, который осуществляет функции управления P2M и отображение результатов измерений. Для управления P2M предназначено программное обеспечение *Graphit*, работающее в операционной системе *Windows® 2000 (SP 4)*, *Windows® XP (SP 2)*, *Windows® Vista*. Для связи с ПК используется интерфейс *Ethernet*.

4.1.7 P2M может эксплуатироваться в лабораторных условиях, в цехах и ремонтных мастерских.



4.2 Функциональные возможности

Режим измерений, работы	Краткое описание
Модуль коэффициента передачи	<p>Отношение прошедшей через исследуемое устройство мощности к падающей:</p> $K_p = 10 \cdot \log(P_{np} / P_{пад}), \text{дБ}$ <p>Единицы измерений K_p (формат отображения результата измерений): дБ, раз</p> <p>Для определения ослабления/усиления, вносимого исследуемым устройством.</p>
Модуль коэффициента отражения, КСВН	<p>Отношение отраженной от исследуемого устройства мощности к падающей:</p> $\Gamma = 20 \cdot \log(P_{отп} / P_{пад}), \text{раз}$ $\Gamma = 20 \cdot \log(P_{отп} / P_{пад}), \text{дБ}$ $КСВН = (1 + \Gamma) / (1 - \Gamma)$ <p>Единицы измерений Γ: раз, дБ</p> <p>Для исследования качества согласования сопротивлений и эффективности применения устройств радиоизмерительного тракта.</p>
Мощность	Для измерений мощности.
Синтезатор частот	Для генерирования электрических синусоидальных колебаний с низким уровнем фазовых шумов в широком диапазоне частот и мощностей.
Динамические измерения*	Для измерений верхней границы линейности амплитудной характеристики исследуемого устройства.
Измерение устройств с преобразованием по частоте*	Для измерения модуля коэффициента преобразования $ C_{21} $ устройств с преобразованием по частоте: смесителей, конверторов.
Расстояние до обрыва*	Для определения расстояний до неоднородностей и обрывов в линии передачи.
Групповое время задержки*	Для анализа линейности фазо-частотной характеристики исследуемого устройства с помощью скалярного анализатора цепей.
Измерение устройств в импульсном режиме*	В настоящее время не поддерживается.
* Указанные режимы являются дополнительными, метрологические характеристики в них не нормируются.	



4.3 Условия окружающей среды

4.3.1 Условия эксплуатации:

- температура окружающей среды от 15 до 35 °С;
- относительная влажность воздуха не более 80 %, при 25 °С;
- атмосферное давление от 537 до 800 мм рт. ст.



4.4 Состав Р2М

4.4.1 Исполнения и комплект поставки

4.4.1.1 Р2М выполнен в двух исполнениях «N» и «III». Исполнение определяет типы соединителей выхода «СВЧ», портов датчика КСВ, входа детектора и кабеля СВЧ. Р2М в исполнении «N» предназначен для проведения измерений с типом соединителей исследуемых устройств N по ГОСТ РВ 51914, в исполнении «III» – III по ГОСТ РВ 51914.

4.4.1.2 Комплект поставки Р2М в исполнении «III» представлен в таблице 4.1, в исполнении «N» – в таблице 4.2.

Т а б л и ц а 4.1 – Комплект поставки Р2М в исполнении «III»

Наименование, тип	Обозначение	Кол-во, шт.
Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18/2	ЖНКЮ.468166.019	1
<i>Комплект принадлежностей:</i>		
Детектор Д42-18-01 *	ЖНКЮ.467732.009-01	2**
Датчик КСВ ДК4-18-01Р-01Р	ЖНКЮ.467739.008	2**
Нагрузка комбинированная НКХ1-18-01	ЖНКЮ.468518.008	1
Кабель СВЧ	КС11-11-600***	1
Переход коаксиальный ПК2-18-11Р-01	ЖНКЮ.468562.016-02***	2
Кабель <i>Ethernet</i>	ЖНКЮ.685611.077	1
Кабель ноль-модем	—	1
Кабель питания	ЖНКЮ.685631.067	1
Упаковка	ЖНКЮ.305649.001	1
Руководство по эксплуатации	ЖНКЮ.468166.019РЭ	1
Методика поверки	ЖНКЮ.468166.019ДЗ	1
Формуляр	ЖНКЮ.468166.019ФО	1
Программное обеспечение	ЖНКЮ.02007-00	1
* Маркировка на устройстве «Головка детекторная».		
** Второй датчик и детектор поставляются по согласованию с потребителем.		
*** Допускается вместо кабеля СВЧ КС11-11-600 и двух переходов коаксиальных ПК2-18-11Р-01 использовать кабель СВЧ КСА18А-01-01-600.		



Т а б л и ц а 4.2 – Комплект поставки Р2М в исполнении «N»

Наименование, тип	Обозначение	Кол-во, шт.
Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18/2	ЖНКЮ.468166.019-01	1
<i>Комплект принадлежностей:</i>		
Детектор Д42-18-11*	ЖНКЮ.467732.009-03	2**
Датчик КСВ ДК4-18-11Р-11Р	ЖНКЮ.467739.008-01	2**
Нагрузка комбинированная НКХ1-18-11	ЖНКЮ.468518.008-01	1
Кабель СВЧ	КС11-11-600***	1
Кабель <i>Ethernet</i>	ЖНКЮ.685611.077	1
Кабель ноль-модем	—	1
Кабель питания	ЖНКЮ.685631.067	1
Упаковка	ЖНКЮ.305649.001-01	1
Руководство по эксплуатации	ЖНКЮ.468166.019РЭ	1
Методика поверки	ЖНКЮ.468166.019ДЗ	1
Формуляр	ЖНКЮ.468166.019ФО	1
Программное обеспечение	ЖНКЮ.02007-00	1
* Маркировка на устройстве «Головка детекторная».		
** Второй датчик и детектор поставляются по согласованию с потребителем.		
*** Допускается вместо кабеля СВЧ КС11-11-600 использовать кабель СВЧ КСА18А-11-11-600.		

4.4.2 Модификация (опция)

4.4.2.1 Для расширения диапазонов установки уровня выходной мощности и измерений модуля коэффициента передачи предназначена модификация Р2М (опция) «АТА/70». При заказе данной опции в Р2М будет вставлен программно управляемый ступенчатый аттенюатор. Диапазон ослаблений аттенюатора от 0 до 70 дБ с шагом 10 дБ.

4.4.3 Запись при заказе

4.4.3.1 Пример записи при заказе:

а) Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18/2 в исполнении «N» без опции «АТА/70».

б) Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18/2 в исполнении «III» с опцией «АТА/70».



4.5 Расположение органов настройки и включения Р2М

4.5.1 Передняя панель

4.5.1.1 Вид передней панели Р2М представлен на рисунке 4.2.

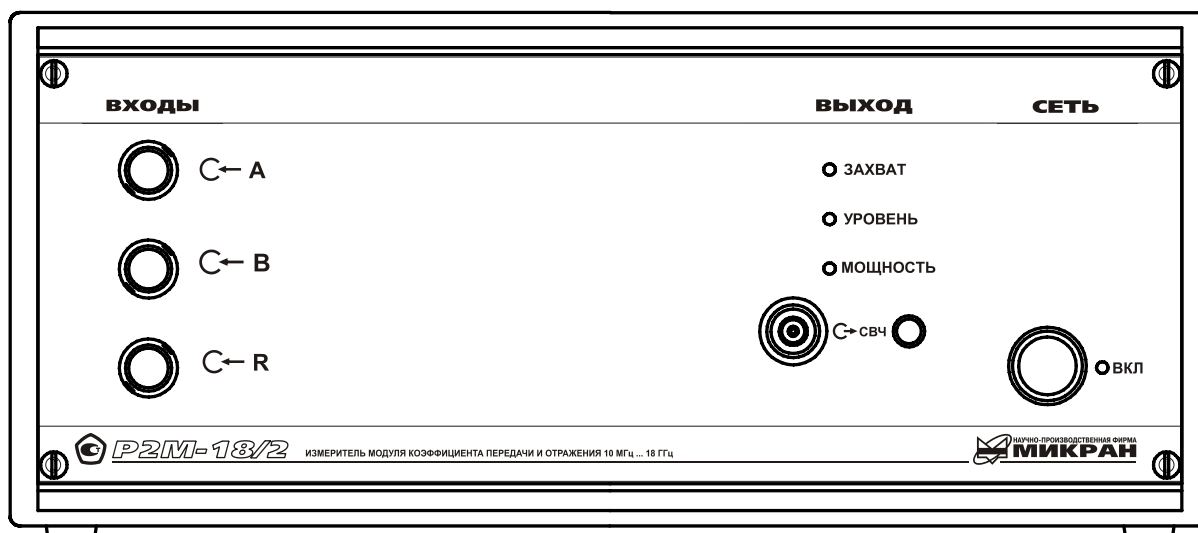


Рисунок 4.2 – Передняя панель Р2М

4.5.1.2 На передней панели расположены следующие разъемы, органы управления и поясняющие надписи:

- «C←A» – измерительный вход А;
- «C←B» – измерительный вход В;
- «C←R» – измерительный вход R;
- «Захват» – индикатор работы системы ФАПЧ;
- «Уровень» – индикатор работы системы АРМ;
- «Мощность» – индикатор наличия колебаний на выходе «СВЧ»;
- «C→СВЧ» – выход «СВЧ» и кнопка включения/выключения генерации СВЧ колебаний;
- «Вкл.» – выключатель электропитания и индикатор состояния.



4.5.2 Задняя панель

4.5.2.1 Вид задней панели Р2М представлен на рисунке 4.3.

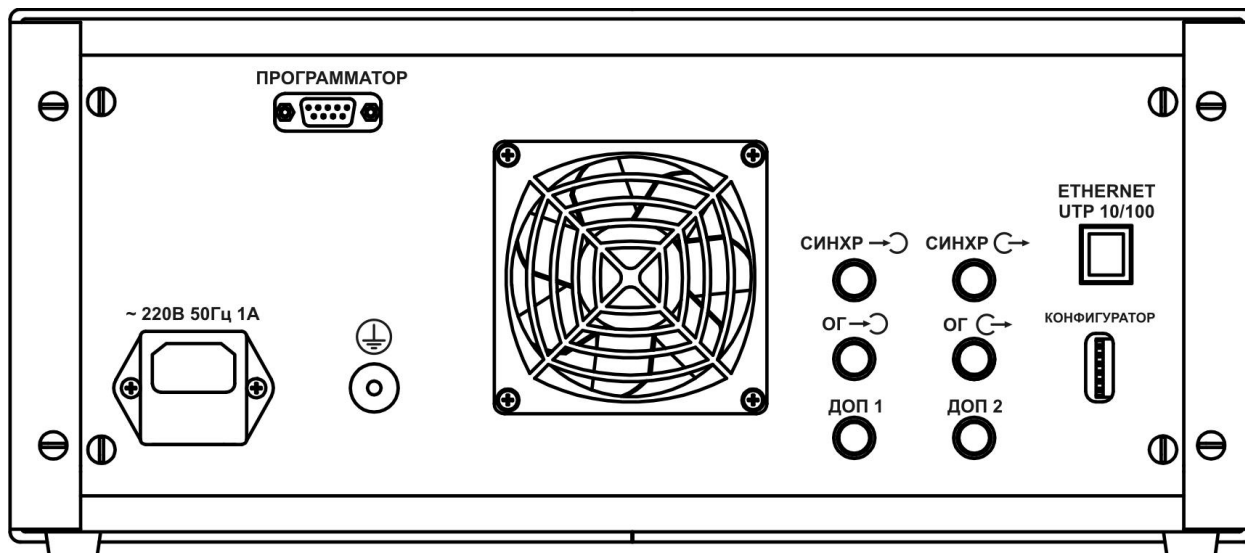







Рисунок 4.3 – Вид задней панели Р2М

4.5.2.2 На задней панели расположены следующие разъемы и органы управления:

- «~220 В 50 Гц 1 А» – разъем подключения кабеля питания, совмещенный с предохранителем;
- «Программатор» – сервисный разъем для программирования;
- «» – разъем защитного заземления;
- «Синхр » – вход сигнала синхронизации;
- «Синхр » – выход сигнала синхронизации;
- «ОГ » – вход опорного генератора;
- «ОГ » – выход опорного генератора;
- «ДОП1» и «ДОП2» – входы зарезервированы для дальнейших разработок;
- «Ethernet UTP 10/100» – разъем для подключения Р2М к ПК;
- «Конфигуратор» – панель переключателей «Конфигуратор».



4.6 Технические характеристики

4.6.1 Технические характеристики приведены в таблице 4.3.

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

Т а б л и ц а 4.3 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
<i>Основные технические характеристики</i>	
Диапазон рабочих частот ¹⁾ , МГц	от 10 до 18 000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора в течение одного года, не более	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
Диапазон установки уровня выходной мощности, дБм	от минус 20 до +10 от минус 90 до +10 (АТА/70 ²⁾)
Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности в диапазоне от минус 20 до +10, дБ, не более ³⁾	± 1
Нестабильность уровня выходной мощности в течение 15 минут после установления рабочего режима при отклонении температуры окружающей среды не более ± 1 °С, дБ, не более	$\pm 0,04$
Диапазоны измерений: модуля коэффициента передачи, дБ модуля коэффициента отражения КСВН мощности, дБм	от минус 65 до +30 от минус 65 до +65 (АТА/70) от 0 до 1 от 1,02 до 5,00 от минус 55 до +10

¹⁾ При работе в качестве синтезатора частот диапазон установки от 10 до 20 000 МГц.

²⁾ АТА/70 – опция ступенчатый аттенюатор 70 дБ.

³⁾ При установленной опции «АТА/70» пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности нормируются в режиме «Мин. гармоник».



Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемых погрешностей измерений ¹⁾ : абсолютных: модуля коэффициента отражения, не более модуля коэффициента передачи ²⁾ , дБ, не более относительных: КСВН при $K_{cmU} \leq 2,0$, %, не более при $2 < K_{cmU} \leq 5$, %, не более ³⁾ мощности, дБ, не более	$\pm (0,1 \cdot \Gamma^2 + 0,025)$ $\pm (0,02 \cdot A + 0,2)$ $\pm (3 \cdot K_{cmU} + 2)$ $\delta K_+ = [(K_{cmU}(\Gamma + \Delta\Gamma)/K_{cmU}(\Gamma)) - 1] \cdot 100$ $\delta K_- = [(K_{cmU}(\Gamma - \Delta\Gamma)/K_{cmU}(\Gamma)) - 1] \cdot 100$ ± 1
КСВН выхода «СВЧ», не более	1,7
Период обновления измерений при количестве точек 501 и усреднении 3, мс, не более	450
Количество измерительных входов	3
Типы соединителей по ГОСТ РВ 51914 в зависимости от исполнения Р2М: выхода «СВЧ» измерительного порта датчика КСВ входа детектора	III, розетка; N, розетка III, розетка; N, розетка III, вилка; N, вилка
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц, В	от 198 до 242
Потребляемая мощность, ВА, не более	60
Время установления рабочего режима, ч, не более	0,5
Время непрерывной работы, ч, не менее	16
Габаритные размеры измерительного блока, мм, не более	170 × 380 × 380
Масса измерительного блока, кг, не более	10
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP 20

¹⁾ Γ , A , K_{cmU} – измеренные значения модуля коэффициента отражения, модуля коэффициента передачи и КСВН соответственно.

²⁾ Погрешность измерений модуля коэффициента передачи нормируется при измерениях согласованных четырехполосников с КСВН входа и выхода не более 1,3. Для рассогласованных четырехполосников допускаемая дополнительная абсолютная погрешность измерений ΔA в дБ рассчитывается по формуле:

$$\Delta A = 20 \log[0,9344 / (1 - 0,183\Gamma_{вх} - 0,064\Gamma_{вых} - (1+k)0,017)],$$

где $\Gamma_{вх}$ и $\Gamma_{вых}$ – модули коэффициентов отражения входа и выхода исследуемого четырехполосника.

³⁾ Где δK_+ и δK_- – верхний и нижний пределы относительной погрешности измерений КСВН;
 $K_{cmU}(\Gamma)$ – КСВН, равный $(1+\Gamma)/(1-\Gamma)$;
 $\Delta\Gamma$ – абсолютная погрешность измерений модуля коэффициента отражения.



Наименование характеристики	Значение
Показатели надежности: срок службы, лет, не менее средняя наработка на отказ, ч, не менее	5 10 000
<i>Дополнительные технические характеристики</i>	
Уровень относительной СПМШ при отстройке от несущей 1 ГГц на 1/10/100 кГц, дБн/Гц, не более	-90/-95/-100
Уровень побочных колебаний в диапазоне частот, дБн, не более: от 10 до 50 МГц от 50 до 180 МГц от 180 до 2 000 МГц от 2 000 до 4 000 МГц от 4 000 до 20 000 МГц	минус 35 минус 50 минус 55 минус 50 минус 40
Уровень паразитных регулярных составляющих при отстройке от несущей 1 ГГц не более чем на 1 МГц, дБн, не более	минус 70
Минимальный шаг перестройки по частоте, Гц	1
Дискретность установки уровня выходной мощности, дБ	0,1
КСВН измерительного порта датчика КСВ, не более	1,22
КСВН входного порта датчика КСВ, не более	1,20
КСВН входа детектора, не более	1,20
Уровень вносимых потерь датчика КСВ, дБ, не более	8,5
Максимально допустимая мощность на входе датчика КСВ, дБм, не более	27
Максимально допустимая мощность на входе детектора, дБм, не более	20
Вход опорного генератора: частота, МГц входное сопротивление, Ом соединитель	5 или 10 50 BNC, розетка



Наименование характеристики	Значение
Выход опорного генератора: частота, МГц выходное сопротивление, Ом соединитель	10 50 BNC, розетка
Параметры импульсов синхронизации: длительность, мс длительность переднего и заднего фронтов, нс, не более амплитуда соединитель входа/выхода	от 1 до 255 50 ТТЛ BNC, розетка
Интерфейс подключения к ПК	<i>Ethernet (IEEE 802.3)</i>

4.7 Устройство и работа Р2М

4.7.1 Р2М построен по архитектуре виртуальных приборов и включает в себя аппаратную и программную части. Аппаратная часть выполняет набор базовых функций, определяющих режимы измерений. Программная часть обеспечивает реализацию выбранного пользователем режима измерений, управление и отображение результатов измерений.

4.7.2 Данная архитектура позволяет гибко увеличивать функциональность Р2М за счёт внедрения программных опций. Открытый программный интерфейс, совместимый со стандартом *IVI-COM*, дает возможность пользователю управлять Р2М сторонним программным обеспечением *LabVIEW*, *MS Excel* и т.д. Адаптивная система синхронизации позволяет обеспечить совместную работу Р2М с другими приборами в составе измерительных комплексов.

4.7.3 Структурная схема Р2М приведена на рисунке 4.4.

4.7.4 Р2М состоит из следующих частей:

- а) блок сбора данных и управления (далее – БСДУ);
- б) модуль аналого-цифрового преобразователя (далее – МА);
- в) синтезатор частот;
- г) формирователь;
- д) блок автоматической регулировки мощности (далее – АРМ);
- е) ступенчатый аттенюатор (при наличии опции «АТА/70»);
- ж) блок питания.

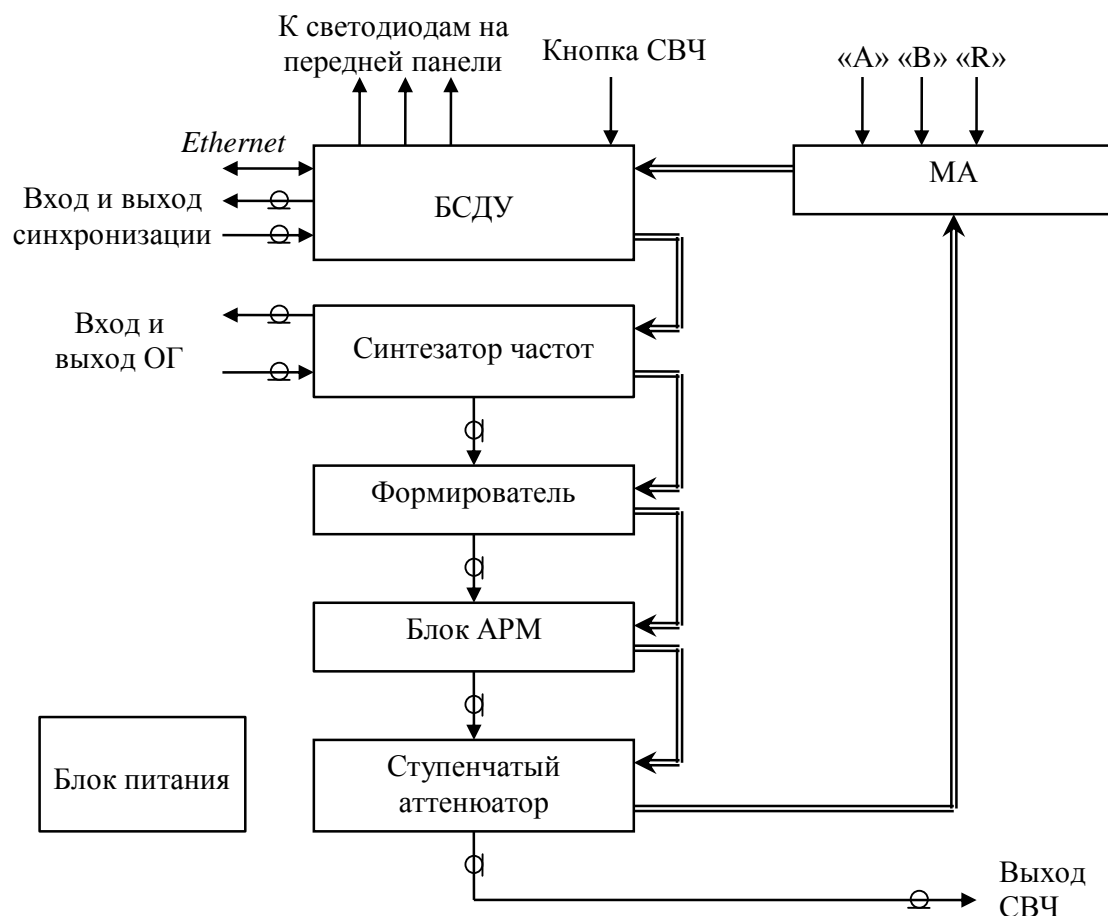


Рисунок 4.4 – Структурная схема Р2М

4.7.5 БСДУ подключается к ПК через интерфейс *Ethernet*. БСДУ связан шиной передачи данных (на рисунке 4.4 шина показана двойными линиями со стрелками) с синтезатором частот, формирователем, блоком АРМ, ступенчатым аттенюатором и МА. Шина передачи данных состоит из однонаправленных LVDS-соединений (*Low Voltage Digital Signal*), объединяющих в кольцо указанные блоки.

4.7.6 БСДУ предназначен для сбора данных о текущем состоянии блоков Р2М (частота, мощность, положение переключателей, настройки фильтров и т.д.) и управления этими блоками в зависимости от их текущего состояния. БСДУ может синхронизироваться от внешних устройств, управляя, таким образом, запуском измерений, началом перестройки по частоте и другими параметрами.

4.7.7 Синтезатор частот предназначен для формирования низкочастотного диапазона. В качестве опорного генератора используется термокомпенсированный КвГУН. Частота КвГУН может быть синхронизована от внешнего ОГ.

4.7.8 Формирователь предназначен для формирования высокочастотного диапазона путем различных преобразований (сложений и умножений) сигналов



синтезатора частот. В блоке АРМ происходит усиление сигнала до заданного уровня и стабилизация уровня выходной мощности, после чего сигнал поступает на выход «СВЧ».

4.7.9 При наличии опции «АТА/70» на выход Р2М устанавливается программно управляемый ступенчатый аттенюатор. В этом случае, стабилизация уровня выходной мощности блоком АРМ осуществляется с учетом частотной характеристики ступенчатого аттенюатора.

4.7.10 Сформированный высокочастотный сигнал, стабилизированный системами фазовой автоподстройки частоты и автоматической регулировки мощности, после прохождения радиоизмерительного тракта и преобразования с помощью детектора или датчика КСВ в информационный низкочастотный сигнал, пропорциональный измеряемой величине, подается на входы Р2М (рисунок 4.5).

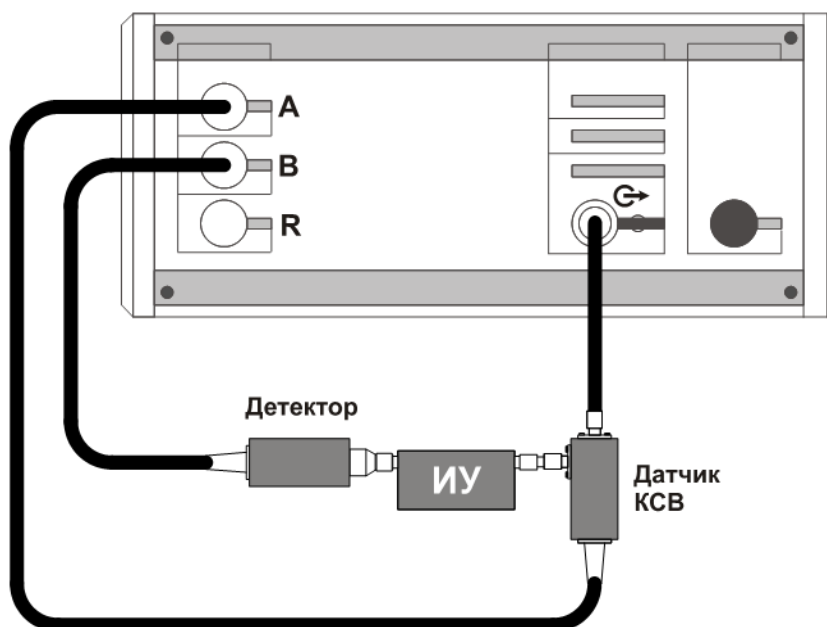


Рисунок 4.5 – Типичная схема измерения

4.7.11 Входной сигнал оцифровывается в МА, затем результаты передаются в БСДУ. В БСДУ происходит преобразование данных и передача их в ПК. Для компенсации влияния амплитудно-частотной характеристики радиоизмерительного тракта на результат измерений применяется калибровка. Для уменьшения рассогласования между выходом «СВЧ» измерительного блока и исследуемыми устройствами радиоизмерительного тракта, уменьшения влияния нестабильности выходной мощности на результаты измерений применяются режимы «А/Р» и «В/Р», в которых используется дополнительный НО и детектор. Калибровка в этом случае исключает неравномерность трактов передачи и неидентичность частотных характеристик детекторов.

4.7.12 Датчик КСВ содержит в своем составе широкополосный направ-



ленный мост и детектор. Направленный мост представляет собой резистивный делитель (6 дБ), образованный тремя резисторами, сопротивление каждого из которых равно волновому сопротивлению коаксиальной линии. Резисторы соединены в треугольник, а к вершинам треугольника подключены три выходные коаксиальные линии.

4.7.13 Одна линия подключена к выходу Р2М, вторая нагружена согласованной нагрузкой, а третья линия оканчивается измерительным разъемом, к которому подключается ИУ.

4.7.14 Напряжение разбаланса снимается между второй и третьей линией с помощью симметрирующей цепи со встроенным детекторным диодом. Абсолютная величина этого напряжения пропорциональна модулю коэффициента отражения исследуемого устройства.

4.7.15 В Р2М предусмотрены вход и выход синхронизации для работы в комплексе с другими приборами. Импульс, поступающий на вход синхронизации, может инициировать начала развёртки по частоте, измерений или переход к следующей частотной точке. Импульс с выхода синхронизации сигнализирует о начале развёртки, переходе к следующей точке, захвате ФАПЧ. Кроме этого, в состав Р2М дополнительно входит генератор синхроимпульсов. Длительность и полярность любого генерируемого импульса синхронизации задаётся программно.

4.7.16 На задней панели Р2М размещены разъемы входа и выхода ОГ. Вход ОГ предназначен для синхронизации частоты внутреннего опорного генератора от внешнего источника. Выход ОГ используется для синхронизации по частоте других устройств или контроля сигнала внутреннего опорного генератора.

5 Подготовка Р2М к работе

5.1 Сведения о подготовке Р2М к работе приводятся в разделе «Подготовка Р2М к работе» части III настоящего РЭ. Сведения о распаковывании и повторном упаковывании Р2М приводятся в разделе 11 части I настоящего РЭ.



6 Средства измерений, инструменты и принадлежности

6.1 Средства, необходимые при эксплуатации и обслуживании, но не поставляемые в комплекте с Р2М, приведены в таблице 6.1.

Т а б л и ц а 6.1 – Инструменты и принадлежности

Наименование	Характеристики
ПК в составе: - системный блок - экран (монитор) - клавиатура - манипулятор типа «мышь»	не хуже указанных в части II настоящего РЭ
Комплект измерителей присоединительных размеров КИПР-7	Абсолютная погрешность измерений не более ± 30 мкм
Вата медицинская гигроскопическая гигиеническая	Согласно ГОСТ 5556
Спирт этиловый ректификованный технический	Согласно ГОСТ 18300
Браслет антистатический	Согласно ГОСТ 12.4.124
Коврик антистатический	Согласно ГОСТ 12.4.124
Ключ тарированный	Калиброванное усилие (1,3 – 1,7) Н·м, размер зева 20 мм
Ключ тарированный	Калиброванное усилие (1,3 – 1,7) Н·м, размер зева 19 мм
Ключ гаечный	Размер зева 17 мм
Ключ гаечный	Размер зева 14 мм

7 Порядок работы

7.1 Сведения о порядке работы с Р2М приводятся в разделе «Порядок работы» части III настоящего РЭ. Управление Р2М осуществляется с помощью программного обеспечения *Graphit*, описание которого приведено в части II настоящего РЭ.



8 Поверка Р2М

8.1 Поверка Р2М проводится в соответствии с ЖНКЮ.468166.019ДЗ «Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения Р2М-18/2. Методика поверки».

9 Техническое обслуживание

9.1 Для Р2М предусмотрено неплановое техническое обслуживание, выполняемое фирменным методом. Других видов и способов технического обслуживания для Р2М не предусмотрено.

10 Текущий ремонт

10.1 Общие положения

10.1.1 Для Р2М предусмотрен текущий ремонт, выполняемый фирменным методом. Других видов и способов ремонта для Р2М не предусмотрено.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОВОДИТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ Р2М И КОМПЛЕКТА ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ!

10.1.2 Допускается самостоятельная смена пользователем плавкого предохранителя по указаниям, приведенным ниже:

а) выключить Р2М, установив выключатель электропитания «Вкл» в положение «0»;

б) отключить кабель питания от Р2М, открыть крышку, закрывающую гнездо установки плавкого предохранителя;

в) установить сменный предохранитель, находящийся в гнезде. В случае отсутствия сменного предохранителя, установить предохранитель типа В0205 1А или аналог;

ВНИМАНИЕ: ЗАПРЕЩАЕТСЯ УСТАНОВКА ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ СО ЗНАЧЕНИЕМ СИЛЫ ТОКА ПРЕВЫШАЮЩИМ 1 А!

г) закрыть крышку, соединить разъём подключения кабеля питания Р2М и сеть электропитания ~220 В 50 Гц с помощью кабеля питания;



д) включить Р2М, установив выключатель электропитания «Вкл» в положение «I», убедиться в наличии индикации «Вкл.» и «Захват».

Примечание – Повторный выход из строя предохранителя после включения означает неисправность Р2М. Для устранения неисправности необходимо обратиться в службу технической поддержки по телефону или электронной почте, указанным на титульной странице настоящего РЭ.

10.2 Гарантийный ремонт

10.2.1 В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель обязуется проводить гарантийный ремонт или замену Р2М в случае несоответствия его характеристик или наличия механических повреждений при первоначальном осмотре Р2М и комплекта принадлежностей.

10.2.2 При наличии механических повреждений при первоначальном осмотре или обнаружении несоответствия характеристик в течение гарантийного срока, необходимо составить технически обоснованный акт с указанием причин несоответствия и условий их обнаружения. Упаковать Р2М и комплект принадлежностей, пользуясь указаниями п. 11.3.3 «Упаковывание», и отправить их на предприятие-изготовитель для ремонта или замены.

10.2.3 Комплект поставки Р2М на предприятие-изготовитель для ремонта или замены должен соответствовать таблице 4.1 – в исполнении «III» и таблице 4.2 – в исполнении «N».

Примечание – Допускается по согласованию с предприятием-изготовителем на ремонт или замену высылать не полный комплект, а только устройство (датчик, детектор и др.) вышедшее из строя. При этом с устройством обязательно высылается формуляр.

10.2.4 Гарантийный ремонт Р2М проводится только силами предприятия-изготовителя или его уполномоченных представителей.

10.2.5 Р2М не подлежит гарантийному ремонту в следующих случаях:

- а) имеются механические повреждения Р2М, полученные при эксплуатации, или следы воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- б) отсутствует формуляр;
- в) формуляр не заполнен или заполнен неверно;
- г) повреждены пломбы предприятия-изготовителя;
- д) имеются следы вскрытия корпуса измерительного блока или комплекта принадлежностей;
- е) истек гарантийный срок.

10.2.6 Предприятие-изготовитель осуществляет платный негарантийный ремонт и сервисное обслуживание Р2М в течение срока службы.



10.2.7 Негарантийный ремонт проводится только после оформления договора на проведение ремонта.

11 Хранение, транспортирование, упаковка

11.1 Хранение

11.1.1 Р2М следует хранить на складах в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 до 40 °С и относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре 25 °С.

11.1.2 Р2М без упаковки допускается хранить при температуре окружающего воздуха от 10 до 35 °С и относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре 25 °С.

11.1.3 В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

11.2 Транспортирование

11.2.1 Погрузка и выгрузка. Общие положения

11.2.1.1 Погрузка и выгрузка упакованного Р2М должна проводиться со всеми предосторожностями, исключающими удары и повреждения транспортной тары.

11.2.1.2 При погрузке и выгрузке транспортную тару не бросать и устанавливать согласно нанесенным на ней знакам.

11.2.1.3 Погрузка и выгрузка не требует применения погрузочно-разгрузочных средств.

11.2.2 Условия транспортирования

11.2.2.1 Транспортировка Р2М осуществляется в закрытых транспортных средствах любого вида в условиях транспортирования:

- температура окружающей среды от минус 50 °С до плюс 70 °С;
- относительная влажность воздуха при 25 °С не более 95 %;
- атмосферное давление от 84 (630) до 106,7 (800) кПа (мм рт. ст.).

11.2.2.2 Р2М разрешается транспортировать в упакованном виде в условиях, исключающих внешние воздействия, способные вызвать механические



повреждения Р2М или нарушить целостность упаковки в пути следования.

11.2.2.3 При транспортировании воздушным транспортом Р2М в упаковке должен располагаться в отапливаемых герметизированных отсеках.

11.2.2.4 Трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки, не должны содержать паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

11.3 Упаковка

11.3.1 Общие положения

11.3.1.1 Упаковывание проводится по ГОСТ 9181.

11.3.1.2 Для упаковывания Р2М используется потребительская и транспортная тара.

11.3.1.3 Вид потребительской тары – чехлы из полиэтиленовой пленки марки М или Т, толщиной 0,1 – 0,3 мм по ГОСТ 10354.

11.3.1.4 Вид транспортной тары – кейс и картонный ящик.

Примечание – При отсутствии картонного ящика допускается использовать в качестве транспортной тары только кейс.

11.3.1.5 Упаковка обеспечивает защиту Р2М от климатических и механических повреждений при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении.

11.3.2 Распаковывание

11.3.2.1 Распаковывание Р2М проводить в следующей последовательности:

- а) открыть картонный ящик (при наличии), извлечь и открыть кейс;
- б) извлечь из кейса и затем из потребительской тары Р2М, комплект принадлежностей и документацию;
- в) провести сверку с сопроводительной документацией;
- г) сравнить номера Р2М и комплекта принадлежностей с номерами, указанными в формуляре. В случае обнаружения несоответствия номеров, сделать соответствующую запись в формуляре и сообщить на предприятие-изготовитель;
- д) провести внешний осмотр Р2М. В случае обнаружения механических повреждений, следов воздействия агрессивных сред или отсутствия пломб, сделать соответствующую запись в формуляре и сообщить на предприятие-изготовитель;



е) заполнить в формуляре соответствующую графу таблицы приёма-передачи Р2М от одного потребителя другому.

11.3.2.2 После распаковывания потребительскую тару укладывают в кейс, кейс упаковывают в картонный ящик (при его наличии).

11.3.2.3 Упаковка подлежит хранению у потребителя до окончания гарантийного срока Р2М.

11.3.3 Упаковывание

11.3.3.1 Все работы по упаковыванию должны выполняться под руководством лица, ответственного за упаковку.

11.3.3.2 Упаковывание Р2М должно производиться в закрытом помещении с температурой воздуха от 15 до 35 °С и относительной влажностью не более 80 % при температуре 25 °С.

11.3.3.3 Перед упаковыванием Р2М и комплект принадлежностей должен быть осмотрен и очищен от пыли и грязи.

11.3.3.4 Упаковывание Р2М проводится в следующей последовательности:

а) поместить Р2М и комплект принадлежностей в потребительские тары, удалить из них избыток воздуха и заварить швы потребительских тар.

Примечание – Допускается не заваривать швы потребительских тар Р2М, комплекта принадлежностей и документации, укладываемых в кейс.

б) упакованный Р2М и комплект принадлежностей уложить в кейс. Пространство между стенками кейса и упакованными Р2М и комплектом принадлежностей заполнить амортизационным материалом;

в) заполнить в формуляре «Свидетельство об упаковывании» и соответствующую графу таблицы приёма-передачи Р2М от одного потребителя другому;

Примечание – «Свидетельство об упаковывании» в формуляре заполняется только при первом упаковывании на предприятии-изготовителе. При повторном упаковывании Р2М заполнять в формуляре «Свидетельство об упаковывании» не требуется, отметка делается только в таблице приёма-передачи Р2М от одного потребителя другому.

г) поместить документацию, указанную в таблицах 4.1 и 4.2, в потребительскую тару, удалить избыток воздуха и заварить швы;

д) уложить упакованную документацию в кейс таким образом, чтобы её можно было извлечь, не нарушая целостность потребительских тар Р2М и комплекта принадлежностей;

е) заполнить сопроводительную документацию и уложить ее в кейс;



ж) закрыть крышку кейса;

з) нанести на кейс и картонный ящик (при его наличии) следующую маркировку:

1) название предприятия-изготовителя;

2) адреса получателя и отправителя;

3) наименование и серийный номер Р2М;

4) манипуляционные знаки «Хрупкое – осторожно!», «Беречь от влаги».

и) опломбировать кейс печатью;

к) при наличии картонного ящика, поместить в него кейс, заполнив пространство между стенками ящика и кейсом амортизационным материалом.

12 Маркировка и пломбирование

12.1 Вблизи органов управления и присоединения нанесены надписи и обозначения, указывающие их функциональное назначение.

12.2 На передней панели Р2М нанесены следующие обозначения:

- название предприятия-изготовителя;

- тип;

- знак утверждения типа;

- обозначения органов управления, индикаторов и разъемов (см. п. 4.5.1).

12.3 На задней панели Р2М нанесены следующие обозначения:

- тип;

- заводской номер;

- обозначение органов управления, индикаторов и разъемов (см. п. 4.5.2).

12.4 На транспортную тару нанесены следующие обозначения:

- название предприятия-изготовителя;

- адреса получателя и отправителя;

- наименование и серийный номер Р2М;

- манипуляционные знаки «Хрупкое – осторожно!», «Беречь от влаги».

12.5 Р2М имеет защитные пломбы, предотвращающие несанкционированное вскрытие.

13 Утилизация

13.1 Р2М не содержит материалов опасных для жизни человека. После окончания срока службы, при необходимости, Р2М утилизируют любым доступным способом.