



# АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ СКАЛЯРНЫЕ

P2M-04A

Руководство по эксплуатации

Общие сведения

Часть I

ЖНКЮ.468166.026РЭ

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

© Микран, 2012





## Содержание

Руководство по эксплуатации. Часть I. Общие сведения .....	6
1 Нормативные ссылки .....	6
2 Определения, обозначения и сокращения .....	6
3 Требования безопасности .....	7
4 Описание прибора и принципов его работы .....	9
4.1 Назначение .....	9
4.2 Функциональные возможности .....	10
4.3 Условия окружающей среды.....	12
4.4 Состав .....	13
4.5 Технические характеристики .....	17
4.6 Описание органов управления и индикации .....	23
4.7 Устройство и работа прибора .....	25
5 Подготовка прибора к работе.....	30
6 Средства измерений, инструменты и принадлежности .....	30
7 Порядок работы .....	31
8 Поверка прибора.....	31
9 Техническое обслуживание.....	31
10 Текущий ремонт .....	32
11 Хранение, транспортирование, упаковка .....	34
11.1 Хранение .....	34
11.2 Транспортирование .....	34
11.3 Упаковка.....	35
12 Маркировка и пломбирование .....	37
13 Утилизация.....	38
ЖНКЮ.468166.026РЭ1. Руководство по эксплуатации Часть II. Программное обеспечение	
ЖНКЮ.468166.026РЭ2. Руководство по эксплуатации Часть III. Использование по назначению	



Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А выпускаются по техническим условиям ЖНКЮ.468166.026ТУ.

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – РЭ) предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил использования, транспортирования и хранения анализаторов цепей скалярных Р2М-04А (далее – анализаторы).

Руководство по эксплуатации состоит из трех частей.

- Часть I. Общие сведения;
- Часть II. Программное обеспечение;
- Часть III. Использование по назначению.

В первой части содержатся общие сведения об анализаторах, приведены условия эксплуатации, транспортирования и хранения.

Во второй части приведена инструкция по установке и настройке программного обеспечения, дано описание программы.

В третьей части приведена информация по работе с анализаторами, методики калибровки и порядок проведения измерений.

Перед началом эксплуатации измерителя необходимо ознакомиться с настоящим РЭ.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право, не уведомляя потребителя, вносить в конструкцию анализаторов изменения, не влияющие на их характеристики.

**ВНИМАНИЕ: ДАННЫЙ ДОКУМЕНТ ЯВЛЯЕТСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ ТВОРЧЕСКОГО ТРУДА И ИНТЕЛЕКТУАЛЬНОЙ 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.**

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за последствия неправильной эксплуатации анализаторов, нарушения правил безопасности и несоблюдения прочих необходимых мер предосторожности.



Внешний вид приведен на рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 – Внешний вид блока генераторно-измерительного



Рисунок 2 – Внешний вид анализатора



# **Руководство по эксплуатации. Часть I.**

## **Общие сведения**

### **1 Нормативные ссылки**

В настоящем РЭ использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 10354-82 Пленка полиэтиленовая. Технические условия.

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

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

МИ 3286-2010 Рекомендация. Проверка защиты программного обеспечения и определение ее уровня при испытаниях средств измерений в целях утверждения типа

### **2 Определения, обозначения и сокращения**

АРМ – автоматическая регулировка мощности;

АТА/70 – опция ступенчатый аттенюатор 70 дБ;

БСДУ – блок сбора данных и управления;

ВЧ – высокая частота;

Вых. УМ – выходной усилитель мощности;

ГВЗ – групповое время задержки;

ГУН – генератор, управляемый напряжением;

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;

ДЧ – делитель частоты;

ИОН – источник опорного напряжения;

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;  
ПР – переключатель;  
РЭ – руководство по эксплуатации;  
СВЧ – сверхвысокая частота;  
Ступ. атт. – ступенчатый аттенюатор;  
У – усилитель;  
УМ – усилитель мощности;  
Упр. атт. – управляемый аттенюатор;  
УЧ – умножитель частоты;  
ФАПЧ – система автоматической подстройки частоты;  
ФНЧ – фильтр нижних частот;  
ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;  
ЦВС – цифровой вычислительный синтезатор.

Механические повреждения – глубокие царапины, деформация рабочей поверхности центрального или внешнего проводника соединителей устройств, вмятины на корпусе, а также другие повреждения, непосредственно влияющие на технические характеристики. Механические повреждения являются следствием неправильной транспортировки, хранения или эксплуатации устройств из состава прибора.

Предприятие-изготовитель – закрытое акционерное общество «Научно-производственная фирма «Микран».

Рабочие поверхности центральных проводников – поверхности центральных проводников, осуществляющие электрический контакт при соединении.

Ремонт – комплекс операции по восстановлению исправности или работоспособности прибора или его составных частей.

Ремонт гарантийный – ремонт, выполняемый по гарантийным обязательствам.

### **3 Требования безопасности**

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



При эксплуатации приборов необходимо соблюдать требования: «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

При проведении всех видов работ с прибором необходимо пользоваться антистатическим браслетом.

**ВНИМАНИЕ:**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ СОЕДИНЕНИЕ ИЛИ РАЗЪЕДИНЕНИЕ КАБЕЛЯ ETHERNET И КАБЕЛЯ ПИТАНИЯ ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ ПРИБОРЕ;**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ ИЗМЕНЕНИЕ СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ (КАЛИБРОВКИ) ПРИ НАЛИЧИИ КОЛЕБАНИЙ НА ВЫХОДЕ СВЧ БЛОКА ГЕНЕРАТОРНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО.**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ НАРУШАТЬ ЗАЩИТНЫЕ ПЛОМБЫ, ПРОИЗВОДИТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ.**

Изоляция между цепями питания и корпусом выдерживает в нормальных условиях в течение 1 минуты действие испытательного напряжения переменного тока частотой 50 Гц значением 1,5 кВ без пробоя и поверхностного перекрытия.

Сопротивление изоляции между корпусом анализатора и соединенными выводами цепи питания, МОм, не менее:

- 20 в нормальных условиях;
- 5 при повышенной температуре;
- 2 при повышенной влажности.

Электрическое сопротивление между клеммой заземления и заземляющим контактом сетевой вилки, а также между клеммой заземления и корпусом соединителя СВЧ блока генераторно-измерительного не более 50 мОм.





## 4 Описание прибора и принципов его работы

### 4.1 Назначение

Полное торговое наименование, тип и обозначение прибора	Анализаторы цепей скалярные P2M-04A
Номер свидетельства об утверждении типа	47712
Регистрационный номер по Государственному реестру	50854-12

Анализаторы цепей скалярные P2M-04A предназначены для измерений модуля коэффициента передачи, модуля коэффициента отражения, коэффициента стоячей волны по напряжению (далее - КСВН), мощности в коаксиальном волноводе с диаметрами поперечных сечений 7,0/3,04 мм и для генерирования электрических синусоидальных колебаний.

Дополнительно анализаторы цепей скалярные P2M-04A могут использоваться для индикации ГВЗ, динамических характеристик исследуемых устройств, параметров устройств с преобразованием по частоте.

Анализаторы цепей скалярные P2M-04A могут измерять параметры устройств в импульсном режиме.

Принцип действия анализаторов цепей скалярных P2M-04A основан на выделении высокочастотных электромагнитных волн (падающей, прошедшей через исследуемое устройство и отраженной от его входов), преобразовании их в низкочастотные напряжения, пропорциональные мощности этих волн, измерении напряжений и расчете модуля коэффициента отражения, КСВН, модуля коэффициента передачи. Выделение и преобразование производится с помощью головок детекторных и датчиков коэффициента стоячей волны (далее – КСВ).

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



Нормальные условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от 20 °С до 25 °С;
- относительная влажность воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 35 °С;
- относительная влажность воздуха при плюс 25 °С не более 80 %;
- атмосферное давление от 70,0 до 106,7 кПа (от 537 до 800 мм рт. ст.).

Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А работают под управлением внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением (далее – ПО), которое обрабатывает измерительную информацию, выполняет вычисления и обеспечивает отображение результатов измерений. Информационный обмен между анализатором цепей скалярным Р2М-04А и персональным компьютером осуществляется по интерфейсу Ethernet. Персональный компьютер не входит в комплект поставки.

Программный интерфейс, совместимый со стандартом *IVI-COM*, дает возможность управлять прибором сторонним программным обеспечением. Система синхронизации позволяет обеспечить совместную работу с другими приборами в составе измерительных комплексов.

## 4.2 Функциональные возможности

Режим измерений, работы	Краткое описание
Модуль коэффициента передачи	Отношение прошедшей через исследуемое устройство мощности к падающей: $K_p = 10 \cdot \log(P_{np} / P_{пад}), \text{дБ}$ Единицы измерений $K_p$ (формат отображения результата измерений): дБ, раз Для определения ослабления/усиления, вносимого исследуемым устройством.



Режим измерений, работы	Краткое описание
Модуль коэффициента отражения, КСВН	Отношение отраженной от исследуемого устройства напряжения (мощности) к падающей: $\Gamma = U_{отр} / U_{пад}$ , раз $\Gamma = 20 \cdot \log(U_{отр} / U_{пад}) = P_{отр}[\text{дБм}] - P_{пад}[\text{дБм}]$ , дБ $КСВН = (1 + \Gamma) / (1 - \Gamma)$ Единицы измерений $\Gamma$ : раз, дБ Для исследования качества согласования входных (выходных) сопротивлений устройств и эффективности их применения в используемом радиоизмерительном тракте.
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.
Групповое время задержки*	Для анализа линейности фазо-частотной характеристики исследуемого устройства.
Измерение устройств в импульсном режиме	Для измерений параметров устройств в импульсном режиме.
* Указанные режимы являются дополнительными, метрологические характеристики в них не нормируются.	



### 4.3 Условия окружающей среды

Приборы являются устойчивыми и прочными к воздействию на них внешних климатических факторов, обладают прочностью к внешним механическим факторам при транспортировании.

Внешние воздействующие факторы указаны в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 - Внешние воздействующие факторы

Воздействующий фактор	Характеристика воздействующего фактора	Значение
1 Повышенная температура среды	Рабочая температура, °С	+35
	Предельная температура транспортирования, °С	+70
2 Пониженная температура среды	Рабочая температура, °С	+15
	Предельная температура транспортирования, °С	-50
3 Повышенная влажность воздуха	При эксплуатации (Т=25 °С), %, не более	90
	При транспортировании (Т=30 °С), %, не более	95
4 Атмосферное давление	Пониженное давление, мм рт. ст.	537
	Повышенное давление, мм рт. ст.	800
5 Транспортная тряска	Число ударов в минуту	от 80 до 120
	Максимальное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g)	30 (3)
	Общее число ударов	4000

Работать с приборами необходимо при отсутствии резких изменений температуры окружающей среды. Для исключения сбоев в работе, измерения необходимо производить при отсутствии резких перепадов напряжения питания сети, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии и мощных импульсных помех.

#### **Требования к радиоэлектронной защите и электромагнитной совместимости**

По помехоэмиссии приборы соответствуют классу А по ГОСТ Р 51318.22.

Приборы устойчивы к электростатическим разрядам со степенью жесткости испытаний 1 по ГОСТ Р 51317.4.2.

Приборы устойчивы к наносекундным импульсным помехам со степенью жесткости испытаний 1 по ГОСТ Р 51317.4.4.

По уровню излучаемых промышленных радиопомех приборы соответствуют классу А по ГОСТ Р 51318.22.



Приборы устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии по цепям электропитания переменного тока со степенью жесткости 2 по ГОСТ Р 51317.4.5.

Приборы устойчивы к динамическим изменениям напряжения электропитания (прерываниям, провалам и выбросам напряжения) при электромагнитной обстановке класса 2 по ГОСТ Р 51317.4.11.

#### 4.4 Состав

Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А состоят из блока генераторно-измерительного, головок детекторных, датчиков КСВ, нагрузок комбинированных и кабелей сверхвысоких частот (далее – СВЧ).

Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А имеют 4 модификации. Модификации характеризуются опциями, представленными в таблице 2, и отличаются типами соединителя выхода СВЧ блока генераторно-измерительного и возможностью расширения диапазонов установки уровня выходной мощности и измерений модуля коэффициента передачи:

- «Р2М-04А-01Р» (далее - «01Р») – тип III, розетка по ГОСТ РВ 51914;
- «Р2М-04А-11Р» (далее - «11Р») – тип N, розетка по ГОСТ РВ 51914;
- «Р2М-04А-АТА/70» (далее - «АТА/70») – наличие ступенчатого аттенюатора на выходе блока генераторно-измерительного.

Т а б л и ц а 2

№	Наименование модификаций	Опции
1	Анализатор цепей скалярный Р2М-04А/1	опция «01Р»
2	Анализатор цепей скалярный Р2М-04А/2	опция «11Р»
3	Анализатор цепей скалярный Р2М-04А/3	опции «01Р», «АТА/70»
4	Анализатор цепей скалярный Р2М-04А/4	опции «11Р», «АТА/70»

Комплект поставки приборов приведён в таблице 3.



Т а б л и ц а 3 - Комплект поставки анализаторов цепей скалярных Р2М-04А

Наименование	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
Блок генераторно-измерительный:		1	
АЦС-04А/1	ЖНКЮ.468151.023		опция «01Р»
АЦС-04А/2	ЖНКЮ.468151.023-01		опция «11Р»
АЦС-04А/3	ЖНКЮ.468151.024		опции «01Р», «АТА/70»
АЦС-04А/4	ЖНКЮ.468151.024-01		опции «11Р», «АТА/70»
Головка детекторная Д42-18-01	ЖНКЮ.467732.009-01	1	тип III
Головка детекторная Д42-18-11	ЖНКЮ.467732.009-03	1	тип N
Датчик КСВ ДК1-04-01Р-01Р	ЖНКЮ.467739.002	1	тип III
Датчик КСВ ДК1-04-11Р-11Р	ЖНКЮ.467739.002-01	1	тип N
Нагрузка комбинированная НКХ1-18-01	ЖНКЮ.468518.008	1	тип III
Нагрузка комбинированная НКХ1-18-11	ЖНКЮ.468518.008-01	1	тип N
Кабель СВЧ КСА18А-01-01-600	ЖНКЮ.685675.007	1	тип III, 0,6 м
Кабель СВЧ КСА18А-01-01-1000	ЖНКЮ.685675.007-01	1	тип III, 1,0 м
Кабель СВЧ КСА18А-11-11-600	ЖНКЮ.685675.007-03	1	тип N, 0,6 м
Кабель СВЧ КСА18А-11-11-1000	ЖНКЮ.685675.007-04	1	тип N, 1,0 м
Переход коаксиальный ПК2-18-11Р-01	ЖНКЮ.468562.016-02	1	тип N, розетка – тип III,вилка
Переход коаксиальный ПК2-18-01Р-11	ЖНКЮ.468562.016-01	1	тип III, розетка – тип N,вилка
Кабель Ethernet	ЖНКЮ.685611.077	1	патч-корд Cat.5e или аналог
Кабель питания	ЖНКЮ.685631.067	1	евростандарт, с заземляющим проводником
Руководство по эксплуатации	ЖНКЮ.468166.026РЭ	1	три части

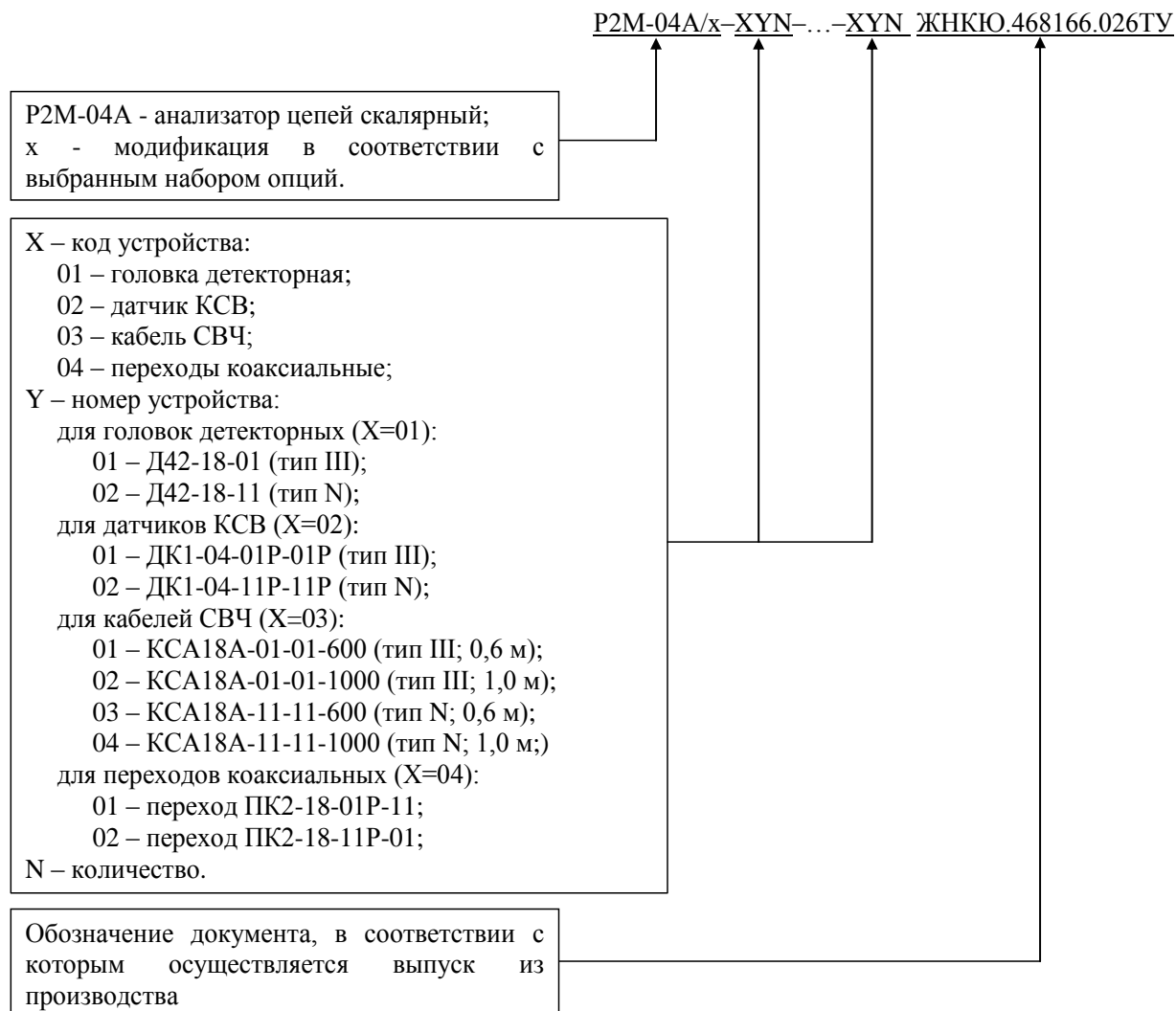


Наименование	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
Формуляр	ЖНКЮ.468166.026ФО	1	
Методика поверки	ЖНКЮ.468166.026ДЗ	1	
Программный комплекс Р2М	ЖНКЮ.02007-07	1	поставляется на компакт-диске
Упаковка	ЖНКЮ.468916.004	1	
<p>Примечания:</p> <p>1 Модификация блока генераторно-измерительного определяется при заказе.</p> <p>2 Количество и типы головок детекторных, датчиков КСВ и кабелей СВЧ определяются при заказе.</p> <p>3 Характеристики головок детекторных и датчиков КСВ записаны на компакт-диск и входят в комплект поставки.</p> <p>4 Переходы коаксиальные поставляются по согласованию с потребителем.</p>			



## Примеры записи при заказе и в другой документации

Для формирования записи используется следующая кодировка. Различные устройства (головки детекторные, датчики КСВ, кабели СВЧ) указываются через дефис в порядке возрастания их кодов и номеров.



Примеры:

1) Анализатор цепей скалярный с опцией «01Р» без головки детекторной и датчика КСВ:

**P2M-04A/1 ЖНКЮ.468166.026ТУ**

2) Анализатор цепей скалярный P2M-04A с опцией «11Р» в комплекте с двумя головками детекторными Д42-18-01 и Д42-18-11, одним датчиком КСВ ДК1-04-11Р-11Р, кабелем СВЧ КСА18А-11-11-1000 и переходами коаксиальными ПК2-18-01Р-11 и ПК2-18-11Р-01:

**P2M-04A/2-01011-01021-02021-03041-04011-04021 ЖНКЮ.468166.026ТУ**

Если кабель СВЧ не указывают при заказе, то в состав включают кабель с типом соединителей аналогичным типу соединителя выхода СВЧ блока генераторно-измерительного и длиной 0,6 м.





## 4.5 Технические характеристики

Диапазоны и пределы погрешностей измерений модулей коэффициентов передачи и отражения (КСВН) анализаторов цепей скалярных Р2М-04А (анализаторов) приведены для рабочего диапазона температур окружающей среды и изменении температуры не более чем на  $\pm 3^\circ\text{C}$  после выполнения калибровки.

Диапазон рабочих частот, МГц	от 10 до 4000.
Диапазоны измерений:	
модуля коэффициента передачи, дБ	
– анализаторов без опции «АТА/70»	от минус 70 до 35;
– анализаторов с опцией «АТА/70»	от минус 70 до 70;
модуля коэффициента отражения	от 0 до 1;
КСВН	от 1,02 до 5,00;
мощности, дБм	от минус 55 до 15.
Диапазон установки уровня выходной мощности, дБм:	
– анализаторов без опции «АТА/70»	от минус 20 до 15;
– анализаторов с опцией «АТА/70»	от минус 90 до 15.
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора в течение одного года	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$ .
Дискретность установки частоты, Гц	1.
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи, дБ <sup>1)</sup>	$\pm (0,02 \cdot  A  + 0,2)$ .
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения <sup>1)</sup>	$\pm (0,09 \cdot \Gamma^2 + 0,02)$ .
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН при $K_{cmU} \leq 2$ , % <sup>1)</sup>	$\pm (3 \cdot K_{cmU} + 1)$ .

<sup>1)</sup>  $A$ ,  $\Gamma$ ,  $K_{cmU}$  – измеренные значения модуля коэффициента передачи, модуля коэффициента отражения и КСВН соответственно.

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  $\Delta A_{don}$ , дБ, рассчитывается по формуле:

$$\Delta A_{don} = 20 \cdot \log[(0,9677 - (1+k)0,017) / (1 - 0,183 \cdot \Gamma_{ex} - 0,064 \cdot \Gamma_{вых} - (1+k)0,017)],$$

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

$k$  – модуль коэффициента передачи исследуемого четырехполосника в относительных единицах по напряжению.



Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН при  $2 < K_{cmU} \leq 5$ , % <sup>1)</sup>

$$\delta K_+ = [(K_{cmU}(\Gamma + \Delta\Gamma)/K_{cmU}(\Gamma)) - 1] \cdot 100;$$

$$\delta K_- = [(K_{cmU}(\Gamma - \Delta\Gamma)/K_{cmU}(\Gamma)) - 1] \cdot 100.$$

Пределы допускаемой погрешности измерений мощности, дБ

±1.

Пределы допускаемой погрешности установки уровня выходной мощности в диапазоне мощностей, дБ <sup>2)</sup>

от минус 55 до менее минус 20 дБм

±1,5;

от минус 20 до 15 дБм

±1,0.

КСВН выхода СВЧ, не более

1,7.

Период обновления измерений в полном диапазоне рабочих частот при количестве точек 501 и усреднении 3, мс, не более

400.

Количество измерительных входов

3.

Напряжение питания от сети переменного тока частотой  $(50 \pm 1)$  Гц, В

от 198 до 242.

Потребляемая мощность, В·А, не более

60.

Время установления рабочего режима, ч, не более

0,5.

Время непрерывной работы, ч, не менее

16.

Габаритные размеры блока генераторно-измерительного (высота×ширина×длина),

мм, не более

170×280×335.

Масса блока генераторно-измерительного,

кг, не более

8.

Рабочие условия эксплуатации:

температура окружающего воздуха, °С

от 15 до 35;

относительная влажность воздуха,

при плюс 25 °С, %, не более

80;

атмосферное давление кПа (мм рт. ст.)

от 70 до 106,7  
(от 537 до 800).

Тип соединителей выхода СВЧ:

анализаторов с опцией «01Р»

Ш, розетка;

анализаторов с опцией «11Р»

Н, розетка.

<sup>1)</sup> Где  $\delta K_+$  и  $\delta K_-$  – 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.

<sup>2)</sup> Для анализаторов с опцией «АТА/70» пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности нормируются в режиме «Максимальное согласование».



Показатели надежности:

средний срок службы, лет	5;
средняя наработка на отказ, ч, не менее	10000.

Программное обеспечение реализовано без выделения метрологически значимой части.

Метрологические характеристики анализаторов цепей скалярных Р2М-04А нормированы с учетом влияния ПО.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по классификации МИ 3286-2010.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Программный комплекс Р2М	Graphit Р2М	2.3	Для файла «launcher.exe»: b5ff8fa0d9f7b56fae15003b8597b891	md5



### Справочные характеристики

КСВН измерительного порта датчика КСВ, не более	1,20
КСВН входного порта датчика КСВ, не более	1,20
КСВН входа головки детекторной, не более	1,20
Коэффициент передачи между входным и измери- тельным портами датчика КСВ, дБ, не более	8
КСВН нагрузок комбинированных, не менее	100
Длины кабелей головок детекторных и датчиков КСВ, м, не менее	1
КСВН переходов коаксиальных, не более	1,15
КСВН кабелей СВЧ, не более	1,20
Вносимые потери кабелей СВЧ, дБ, не более:	
КСА18А-xx-xx-600	1,7
КСА18А-xx-xx-1000	2,2
Длина кабелей СВЧ, м:	
КСА18А-xx-xx-600	0,60±0,05
КСА18А-xx-xx-1000	1,00±0,05
Параметры сигнала опорного генератора на выходе ОГ:	
частота, МГц	10
среднеквадратичное значение напряжения на нагрузке 50 Ом, В	от 0,40 до 0,56
Выходное сопротивление, Ом	50
Тип соединителя	BNC, розетка
Параметры сигнала опорного генератора на входе ОГ:	
частота, МГц	1; 5 и 10
среднеквадратичное значение напряжения, В	от 0,23 до 1,50
Входное сопротивление, Ом	50
Тип соединителя	BNC, розетка



### Параметры импульсов синхронизации на входе СИНХР

минимальное значение длительности импульса синхронизации, мкс	1
напряжение высокого уровня импульса, В	от 2 до 5
напряжение низкого уровня импульса, В	от 0,0 до 0,8
предельное максимальное значение напряжения высокого уровня импульса, В	5,5
предельное минимальное значение напряжения низкого уровня импульса, В	минус 0,5
Входное сопротивление, кОм, не менее	100
Тип соединителя	BNC, розетка

### Параметры импульсов синхронизации на выходе СИНХР

длительность, мкс	от 1 до 255
дискретность установки длительности импульса, мкс	1
максимальное значение длительности фронта и среза импульса, нс	100
напряжение высокого уровня импульса при нагрузке не менее 1 кОм, В	от 4,6 до 5,0
напряжение низкого уровня импульса при нагрузке не менее 1 кОм, В	от 0,0 до 0,4
Тип соединителя	BNC, розетка

### Параметры импульсов внешнего генератора импульсов на входе «ДОП 1»

номинальное значение напряжения высокого уровня импульса, В	5
номинальное значение напряжения низкого уровня импульса, В	0
предельное максимальное значение напряжения высокого уровня импульса, В	5,5
предельное минимальное значение напряжения низкого уровня импульса, В	минус 0,5
Входное сопротивление, Ом	50
Тип соединителя	BNC, розетка



---

Параметры импульсов синхрогенератора на выходе  
«ДОП 2»

минимальная длительность импульса, мкс	1
максимальная длительность импульса, мкс	$4 \cdot 10^6$
дискретность установки длительности импульса, мкс	0,01
минимальный период импульса синхрогенератора, мкс	2
номинальное значение напряжения высокого уровня импульса, В	1,5
номинальное значение напряжения низкого уровня импульса, В	0
Выходное сопротивление, Ом	50
Тип соединителя	BNC, розетка
Минимальная длительность включения исследуемого устройства в импульсном режиме измерений, мкс, не менее	155



## 4.6 Описание органов управления и индикации

### Передняя панель

Внешний вид передней панели блока генераторно-измерительного представлен на рисунке 3.

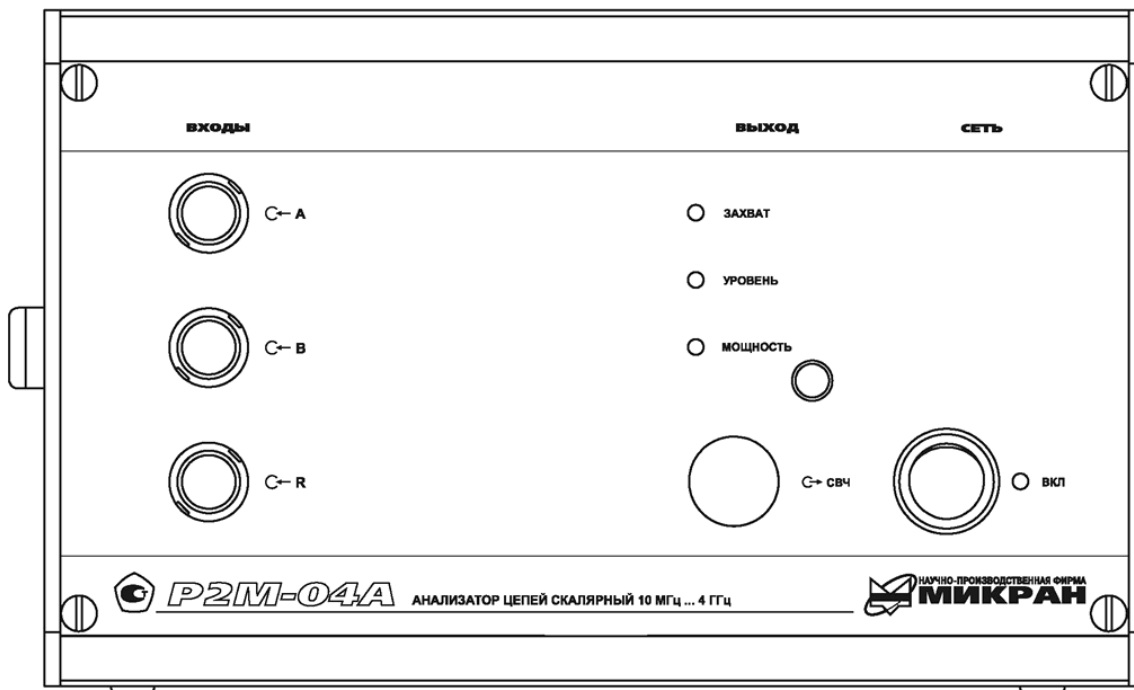


Рисунок 3 – Передняя панель

На передней панели расположены следующие соединители, 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 колебаний и кнопка включения/выключения генерации;
- «ВКЛ» – выключатель электропитания и индикатор состояния.



## Задняя панель

Внешний вид задней панели блока генераторно-измерительного представлен на рисунке 4.

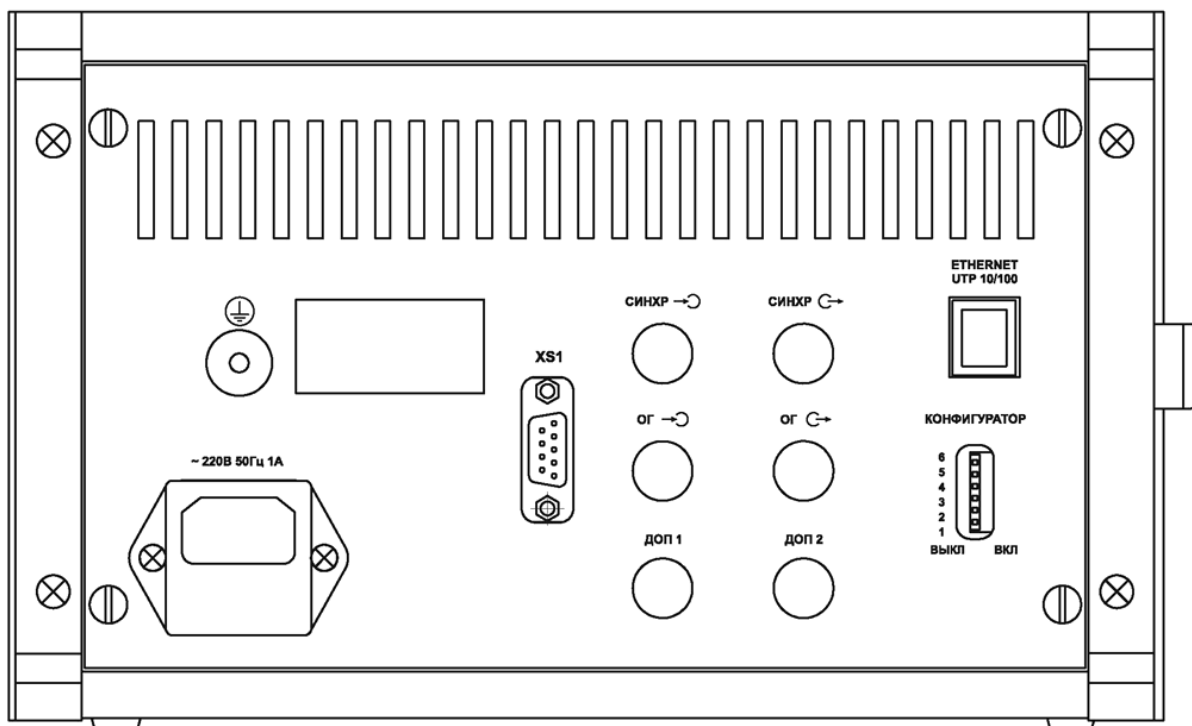







Рисунок 4 – Задняя панель

На задней панели расположены следующие соединители, органы управления и поясняющие надписи:

- «~220 В 50 Гц 2 А» – соединитель для подключения кабеля питания; со-  
вмещен с предохранителем;
- «» – разъём защитного заземления;
- «Синхр » – вход сигнала синхронизации;
- «Синхр » – выход сигнала синхронизации;
- «ОГ » – вход сигнала внешнего опорного генератора;
- «ОГ » – выход сигнала внутреннего опорного генератора;
- «ДОП 1» – вход сигнала внешнего генератора в режиме импульсных из-  
мерений;
- «ДОП 2» – выход сигнала внутреннего генератора в режиме импульс-  
ных измерений;
- «Ethernet UTP 10/100» – соединитель для подключения к локальной сети  
или ПК;
- «Конфигуратор» – панель переключателей «Конфигуратор» для выбора  
сетевых параметров.
- «XS1» – соединитель зарезервирован для дальнейшего использования.





## 4.7 Устройство и работа прибора

Анализаторы построены по архитектуре приборов, основанных на ПК, и включают в себя аппаратную и программную части. Аппаратная часть выполняет набор базовых функций, определяющих режимы измерений. Программная часть обеспечивает реализацию выбранного режима измерений, управление и отображение результатов измерений.

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

Структурная схема анализатора приведена на рисунке 5.

Прибор состоит из следующих частей:

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

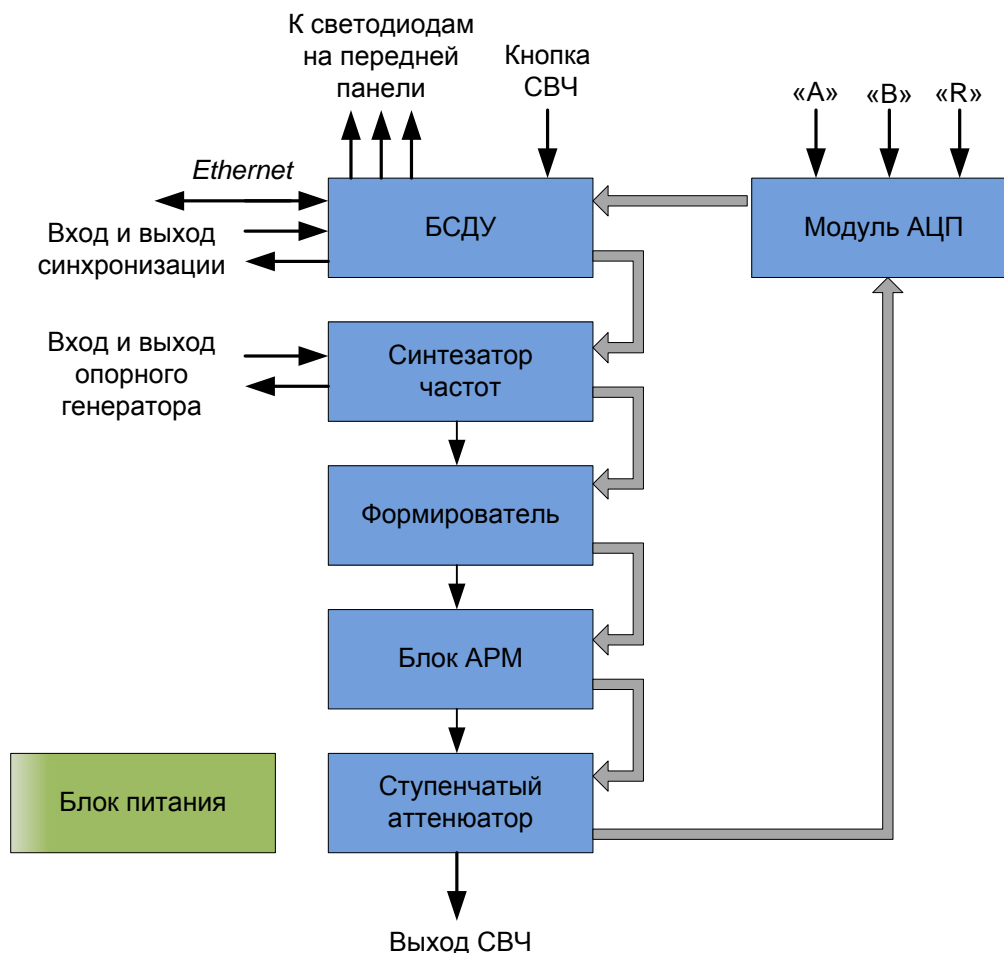


Рисунок 5 – Структурная схема

БСДУ подключается к ПК через интерфейс *Ethernet*. БСДУ связан шиной передачи данных 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.

БСДУ предназначен для сбора данных о текущем состоянии блоков прибора (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.

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

Формирователь предназначен для формирования высокочастотного диапазона путем различных преобразований сигналов синтезатора частот. В блоке АРМ происходит усиление сигнала до заданного уровня и стабилизация уровня выходной мощности, после чего сигнал поступает на выход СВЧ.



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

На рисунке 6 приведена укрупненная функциональная схема блоков синтеза частоты – «Синтезатор частот», «Формирователь», «АРМ» и «Ступенчатый аттенюатор».

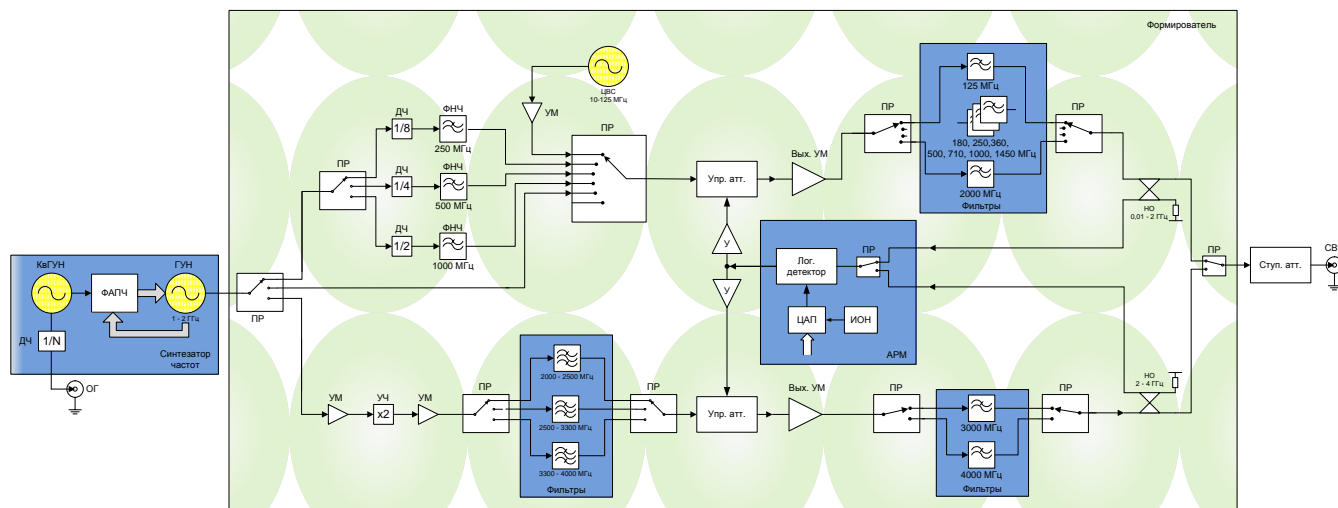


Рисунок 6 – Функциональная схема блоков синтеза частоты

Сформированный высокочастотный сигнал, стабилизированный системами фазовой автоподстройки частоты и автоматической регулировки мощности, после прохождения радиоизмерительного тракта и преобразования с помощью головки детекторной или датчика КСВ в информационный низкочастотный сигнал, пропорциональный измеряемой величине, подается на входы прибора (рисунок 7).

Входной сигнал оцифровывается в МА (модуль АЦП), 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 блока генераторно-измерительного и исследуемыми устройствами, уменьшения влияния нестабильности выходной мощности на результаты измерений применяются режимы «А/Р» и «В/Р», в которых используется дополнительный НО и головка детекторная. Калибровка в этом случае исключает неравномерность трактов передачи и неидентичность частотных характеристик головок детекторных.

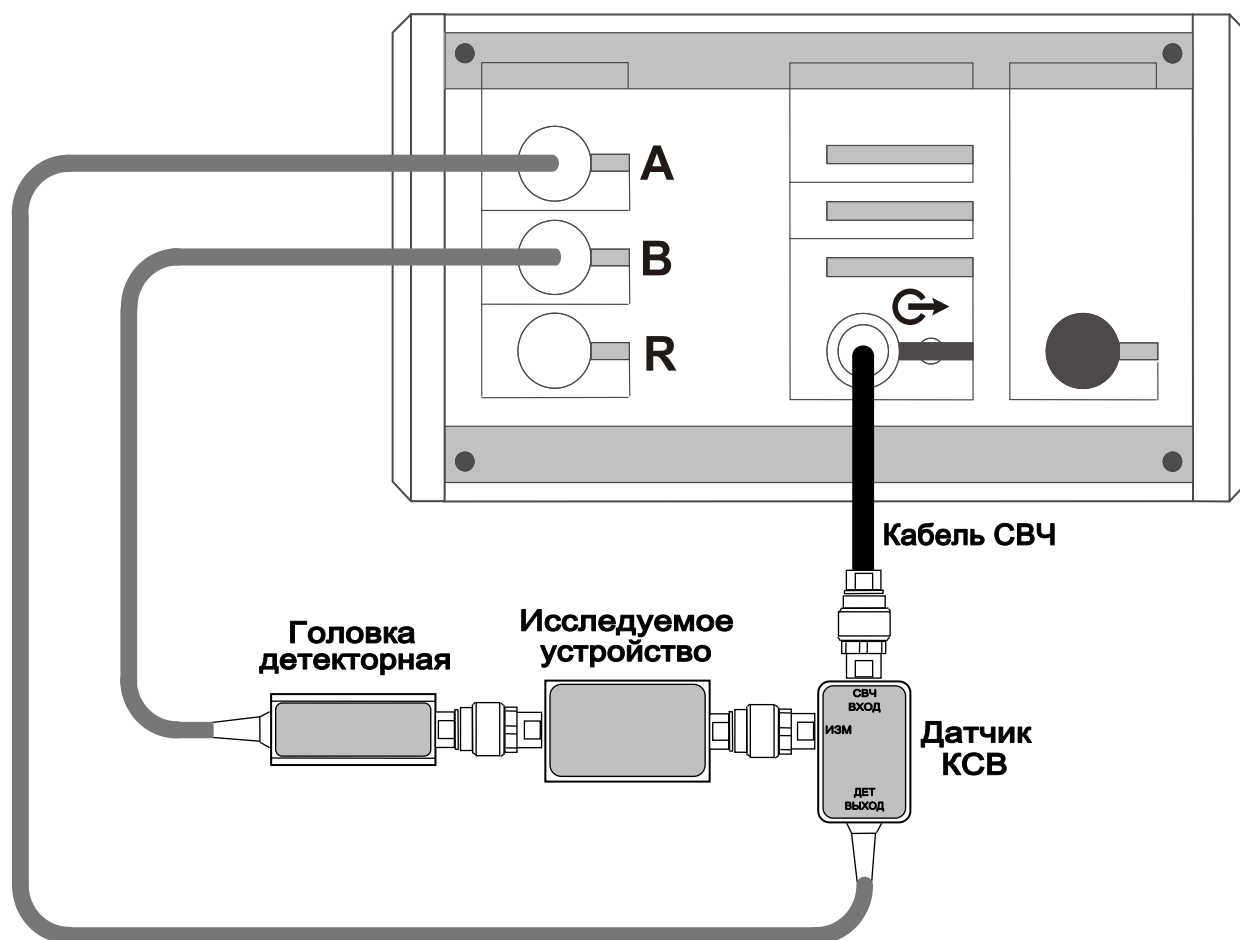


Рисунок 7 – Типичная схема измерения

Датчик КСВ содержит в своем составе широкополосный направленный 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.

Одна линия подключена к выходу прибора, вторая нагружена согласованной нагрузкой, а третья линия оканчивается измерительным соединителем, к которому подключается ИУ.

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.

На рисунках 8 и 9 приведен внешний вид датчика КСВ и головки детекторной.



Рисунок 8 – Датчик КСВ вместе с нагрузкой комбинированной



Рисунок 9 – Головка детекторная

В анализаторах 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 приборов дополнительно входит генератор синхроимпульсов. Длительность и полярность любого генерируемого импульса синхронизации задаётся программно.

На задней панели приборов размещены соединители 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.

Для работы в импульсном режиме работы на задней панели анализаторов предусмотрены вход «ДОП 1» и выход «ДОП 2».



## 5 Подготовка прибора к работе

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

## 6 Средства измерений, инструменты и принадлежности

Средства, необходимые при эксплуатации и обслуживании, но не поставляемые в комплекте с анализаторами, приведены в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 – Инструменты и принадлежности

Наименование	Характеристики	Рекомендуемые
ПК в составе: - системный блок - экран (монитор) - клавиатура - манипулятор типа «мышь»	Не хуже указанных в части II настоящего РЭ	ПКУ-11
Комплект измерителей присоединительных размеров	Абсолютная погрешность измерений не более $\pm 30$ мкм	КИПР-01Р-01; КИПР-11Р-11
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 19 мм	КТ-4
Ключ гаечный	Размер зева 14 мм	КП-2



Комплект измерителей присоединительных размеров



Ключи тарированные



Ключи поддерживающие

Рисунок 10

## 7 Порядок работы

Сведения о порядке работы с приборами приводятся в разделе «Порядок работы» части III настоящего РЭ. Управление приборами осуществляется с помощью программного обеспечения *Graphit*, описание которого приведено в части II настоящего РЭ. Внешний вид программного обеспечения приведен на рисунке 11.

## 8 Поверка прибора

Поверка анализаторов проводится в соответствии с документом «Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А. Методика поверки» ЖНКЮ.468166.026ДЗ.

## 9 Техническое обслуживание

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

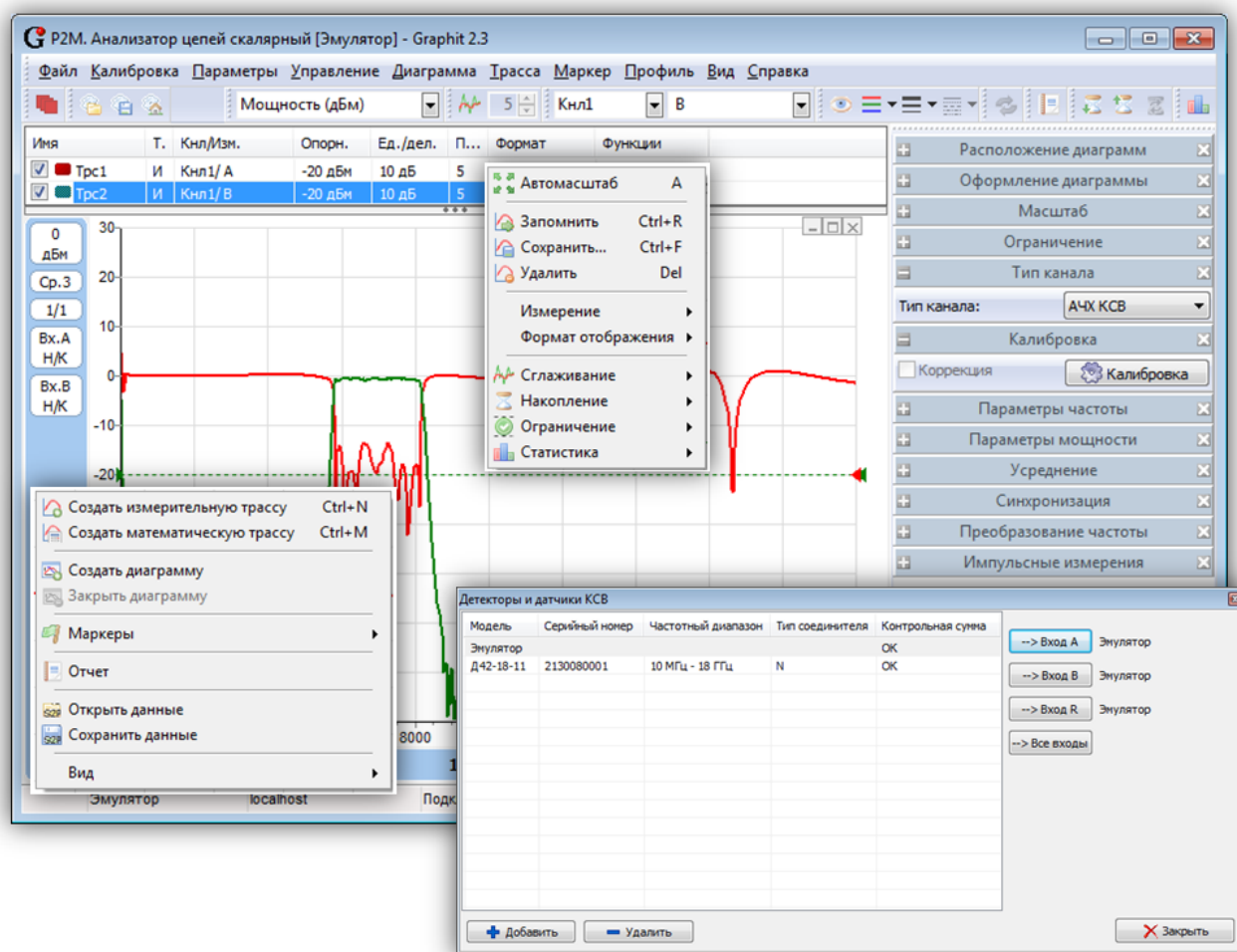


Рисунок 11 – Программное обеспечение

## 10 Текущий ремонт

### Общие положения

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

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОВОДИТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ АНАЛИЗАТОРОВ!**





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

а) выключить прибор, установив выключатель электропитания ВКЛ в положение «О»;

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

в) установить сменный предохранитель, находящийся в гнезде. В случае отсутствия сменного предохранителя, установить предохранитель с номинальным рабочим током  $2 \cdot A$ ;

**ВНИМАНИЕ: ЗАПРЕЩАЕТСЯ УСТАНОВКА ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ СО ЗНАЧЕНИЕМ СИЛЫ ТОКА, ПРЕВЫШАЮЩИМ 2 А!**

г) закрыть крышку, подключить кабель питания к сети электропитания;

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

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

### Гарантийный ремонт

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

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 прибор и отправить на предприятие-изготовитель для ремонта или замены.

Комплект поставки прибора на предприятие-изготовитель для ремонта или замены должен совпадать с указанным в формуле на него.

**Примечание** – Допускается по согласованию с предприятием-изготовителем на ремонт или замену высылать не полный комплект, а только устройство, вышедшее из строя. При этом с устройством обязательно высылается формуляр на прибор.

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



Прибор не подлежит гарантийному ремонту в следующих случаях:

- а) имеются механические повреждения прибора, 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 блока генераторно-измерительного или устройств из комплекта;
- е) истек гарантийный срок.

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

Негарантийный ремонт проводится только после оформления договора на проведение ремонта.

## **11 Хранение, транспортирование, упаковка**

### **11.1 Хранение**

Анализаторы 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.

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

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

### **11.2 Транспортирование**

#### **Погрузка и выгрузка. Общие положения**

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

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

Погрузка и выгрузка не требует применения погрузочно-разгрузочных средств.



## **Условия транспортирования**

Транспортировка приборов 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.).

Приборы разрешается транспортировать в упакованном виде в условиях, исключающих внешние воздействия, способные вызвать механические повреждения или нарушить целостность упаковки в пути следования.

При транспортировании воздушным транспортом приборы в упаковке должны располагаться в отапливаемых герметизированных отсеках.

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**

### **Общие положения**

Упаковывание проводится по ГОСТ 9181.

Для упаковывания приборов используется потребительская и транспортная тара.

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

Вид транспортной тары – кейс и картонный ящик.

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

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



## Распаковывание

Распаковывание анализаторов проводить в следующей последовательности:

- а) открыть картонный ящик (при наличии), извлечь и открыть кейс;
- б) извлечь из кейса и затем из потребительской тары блок генераторно-измерительный, устройства и документацию;
- в) провести сверку с сопроводительной документацией;
- г) сравнить номера всех устройств с номерами, указанными в формуляре.

В случае обнаружения несоответствия номеров, сделать соответствующую запись в формуляре и сообщить на предприятие-изготовитель;

д) провести внешний осмотр. 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 прибора от одного потребителя другому.

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

Упаковка подлежит хранению у потребителя до окончания гарантийного срока прибора.

## Упаковывание

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

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

Перед упаковыванием все устройства из комплекта должны быть осмотрены и очищены от пыли и грязи.

Упаковывание приборов проводится в следующей последовательности:

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

**Примечание** – Допускается не заваривать швы потребительских тар.

б) упакованные блок генераторно-измерительный и устройства уложить в кейс. Пространство между стенками кейса и упакованными устройствами заполнить амортизационным материалом;



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

г) поместить документацию в потребительскую тару;

д) уложить упакованную документацию в кейс таким образом, чтобы её можно было извлечь, не нарушая целостность потребительских тар остальных устройств;

е) заполнить сопроводительную документацию и уложить ее в кейс;

ж) закрыть крышку кейса;

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

1) название предприятия-изготовителя;

2) адреса получателя и отправителя;

3) наименование и серийный номер блока генераторно-измерительного;

4) манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх», «Штабелирование ограничено».

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**

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

На передней панели блока генераторно-измерительного нанесены следующие обозначения:

- название предприятия-изготовителя;

- тип;

- знак утверждения типа;

- обозначения органов управления и индикации (см. 4.6).



На задней панели блока генераторно-измерительного нанесены следующие обозначения:

- тип;
- заводской номер;
- обозначения органов управления и индикации (см. 4.6).

На транспортную тару нанесены следующие обозначения:

- название предприятия-изготовителя;
- адреса получателя и отправителя;
- наименование и серийный номер блока генераторно-измерительного;
- манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх», «Штабелирование ограничено».

Устройства из комплекта имеют защитные пломбы, предотвращающие несанкционированное вскрытие.

## **13 Утилизация**

Приборы не содержат материалов опасных для жизни человека. После окончания срока службы, при необходимости, прибор утилизируют любым доступным способом.