

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ

P4213/4226

Руководство по эксплуатации

Часть I. Общие сведения

ЖНКЮ.468166.032 РЭ

Предприятие-  
изготовитель: АО «НПФ «Микран»  
Адрес: 634041 Россия  
г. Томск, пр. Кирова, 51д  
тел: (3822) 90-00-29  
(3822) 41-34-03  
тел/факс: (3822) 42-36-15  
e-mail: [pribor@micran.ru](mailto:pribor@micran.ru)  
сайт: [www.micran.ru](http://www.micran.ru)

## Содержание

Содержание .....	2
1 Нормативные ссылки .....	5
2 Определения, обозначения и сокращения .....	6
3 Требования безопасности .....	7
4 Описание приборов и принципов работы .....	8
4.1 Назначение и область применения .....	8
4.2 Условия окружающей среды .....	8
4.3 Состав .....	9
4.4 Технические характеристики .....	12
4.5 Устройство и работа .....	19
4.6 Описание и работа составных частей .....	22
5 Подготовка к работе .....	23
5.1 Эксплуатационные ограничения .....	23
5.2 Распаковывание и повторное упаковывание .....	23
5.3 Внешний осмотр .....	24
5.4 Требования к рабочему месту и порядок установки на рабочее место .....	24
5.5 Подготовка к работе .....	24
5.5.1 Меры по обеспечению безопасности обслуживающего персонала .....	24
5.5.2 Начальные установки .....	25
5.5.3 Порядок установки и загрузки программного обеспечения .....	26
6 Средства измерений, инструменты и принадлежности .....	26
7 Порядок работы .....	27
8 Поверка .....	27
9 Техническое обслуживание .....	27
9.1 Общие положения .....	27
9.2 Внешний осмотр .....	29
9.3 Чистка от загрязнений .....	30

---

9.4 Чистка вентиляторной решетки .....	31
9.5 Визуальный контроль и чистка соединителей .....	32
9.6 Рекомендации по проверке присоединительных размеров .....	34
10 Текущий ремонт .....	36
10.1 Общие положения.....	36
10.2 Гарантийный ремонт.....	36
11 Хранение, транспортирование, упаковка.....	38
11.1 Хранение .....	38
11.2 Транспортирование.....	38
11.2.1 Погрузка и выгрузка. Общие положения .....	38
11.2.2 Условия транспортирования .....	38
11.3 Упаковка .....	39
11.3.1 Общие положения .....	39
11.3.2 Распаковывание .....	39
11.3.3 Упаковывание.....	39
12 Маркировка и пломбирование .....	41
13 Утилизация .....	41

Анализаторы цепей векторные Р4213 и Р4226 выпускаются по техническим условиям ЖНКЮ.468166.032 ТУ.

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил использования, транспортирования и хранения анализаторов цепей векторных (далее – анализаторы<sup>1)</sup>).

Руководство по эксплуатации состоит из двух частей:

Часть I. Общие сведения;

Часть II. Использование по назначению.

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

Во второй части приведена информация по работе с анализаторами, описание и установка программного обеспечения, методики калибровки и порядок проведения измерений.

Перед началом эксплуатации анализаторов необходимо ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

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

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

---

<sup>1)</sup> Здесь и далее по тексту при использовании термина «анализаторы» или «анализатор» описание операций, требований и т.д. относится ко всем моделям и модификациям анализаторов. При описании требований, заданий параметров и т.д. относящихся к определенным моделям и модификациям указывается обозначение модели или модификации, например, анализатор Р4213/1.

## 1 Нормативные ссылки

1.1 В настоящем руководстве по эксплуатации использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 10354-82 Пленка полиэтиленовая. Технические условия

ГОСТ 12.2.091-2002 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования

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 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 29298-2005 Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия

ГОСТ 30804.4.2-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.4.4-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30804.4.11-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний

ГОСТ 30805.22-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи промышленные. Нормы и методы измерений

ГОСТ 5556-81 Вата медицинская гигроскопическая. Технические условия

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

ГОСТ CISPR 24-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Устойчивость к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.5-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 55878-2013 Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный.  
Технические условия

ТУ 63-032-15-89 Ветошь обтирочная сортированная. Технические условия

Федеральный закон от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015 г.) "Об обеспечении  
единства измерений"

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

В настоящем руководстве по эксплуатации использованы следующие обозначения и сокращения:

ВВФ – внешние воздействующие факторы.

ВЧ (СВЧ) – высокая (сверхвысокая) частота.

ИУ – исследуемое устройство.

ПК – персональный компьютер.

РЭ – руководство по эксплуатации.

СИ – средства измерений.

СЧ – синтезатор частот.

### 3 Требования безопасности

По требованиям безопасности анализаторы соответствуют ГОСТ 12.2.091, ГОСТ 22261.

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

К работе с анализаторами допускается персонал с соответствующей инженерной квалификацией, прошедший подготовку к работе с данным приборами согласно настоящему РЭ, обладающий базовыми навыками работы с ПК.

При работе с анализаторами необходимо соблюдать «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, а также соблюдены требования ГОСТ 12.3.019. При проведении всех видов работ с анализаторами необходимо пользоваться антистатическим браслетом, подключенным к шине защитного заземления.

- ❗ *Запрещается включать в сеть электропитания незаземленные анализаторы!***
- ❗ *Запрещается проводить изменение схемы измерений при наличии мощности СВЧ на портах анализаторов!***
- ❗ *Запрещается нарушать защищенные пломбы, вскрывать анализаторы, производить самостоятельные ремонт!***

Эксплуатация анализаторов должна производиться в соответствии с настоящим РЭ.

## 4 Описание приборов и принципов работы

### 4.1 Назначение и область применения

Наименование, тип, обозначение СИ: Анализаторы цепей векторные P4213 и P4226.

Номер свидетельства об утверждении типа:

Регистрационный номер по Государственному Реестру СИ:

Анализаторы предназначены для измерения комплексных коэффициентов передачи и отражения ( $S$ -параметров) двухполюсников и четырехполюсников. Анализаторы объединяют в себе синтезированный источник сигнала, измеритель  $S$ -параметров и настраиваемый приемник в одном модуле.

Анализаторы позволяют определять параметры устройств, работающих в линейном, нелинейном, а также квазилинейном режимах, пассивных и активных устройств, частотно-постоянных и частотно-преобразующих устройств (постоянные и управляемые аттенюаторы, смесители, умножители частоты, модуляторы, отрезки линий передачи, резонаторы, ответвители, делители, фильтры, мосты, нагрузки, адаптеры, линии задержки, переключатели, усилители, генераторы и др.).

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

Анализаторы работают в нормальных условиях применения.

Анализаторы работают под управлением ПК, который проводит обработку информации от анализаторов, выполняет ряд вычислительных функций и обеспечивает различные варианты отображения результатов измерений. ПК не входит в комплект поставки.

### 4.2 Условия окружающей среды

Анализаторы работают в нормальных условиях применения.

Анализаторы по помехоэмиссии соответствуют классу А по ГОСТ 30805.22.

Анализаторы устойчивы к электростатическим разрядам со степенью жесткости 1 по ГОСТ 30804.4.2. Критерий качества функционирования В по ГОСТ CISPR 24.

Анализаторы устойчивы к наносекундным импульсным помехам со степенью жесткости 1 по ГОСТ 30804.4.4. Критерий качества функционирования В по ГОСТ CISPR 24.

Анализаторы по уровню излучаемых промышленных радиопомех соответствуют ГОСТ 30805.22 (класс А).

Анализаторы устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии по цепям электропитания переменного тока со степенью жесткости 2 по ГОСТ Р 51317.4.5. Критерий качества функционирования В по ГОСТ CISPR 24.

Анализаторы устойчивы к динамическим изменениям напряжения электропитания (прерываниям, провалам и выбросам напряжения) со степенью жесткости 2 по ГОСТ 30804.4.11. Критерий качества функционирования В по ГОСТ CISPR 24.



Анализаторы по стойкости и устойчивости к ВВФ соответствуют ГОСТ 22261 (группа 3):

- стойки к воздействию климатических ВВФ;
- обладают прочностью к воздействию механических ВВФ при транспортировании в транспортной таре.

ВВФ указаны в таблице 4.1.

Т а б л и ц а 4.1 – Параметры ВВФ

Наименование ВВФ	Значение ВВФ
1 Повышенная температура среды:	
- рабочая температура, °С	35
- предельная температура, °С	70
2 Пониженная температура среды:	
- рабочая температура, °С	15
- предельная температура, °С	-50
3 Повышенная влажность воздуха:	
- при эксплуатации при температуре 25 °С, %	90
- при транспортировании при температуре 25 °С, %	95
4 Атмосферное давление:	
- пониженное, мм рт. ст.	537
- повышенное, мм рт. ст.	800
5 Транспортная тряска:	
- число ударов в минуту	от 80 до 120
- максимальное ускорение, $m/c^2$ (g)	30 (3)
- общее число ударов	4000

#### 4.3 Состав

Для расширения функциональных возможностей предусмотрены следующие опции:

опция 11P – входной соединитель тип N (розетка), только для анализатора P4213. Наличие данной опции исключает опцию 01P;

опция 01P – входной соединитель тип III (розетка), только для анализатора P4213. Наличие данной опции исключает опцию 11P;

опция 13Н – входной соединитель тип NMD 3,5 мм (вилка), только для анализатора Р4226.  
 опция ДПА – прямой доступ к входам измерительных и опорных приемников;  
 опция ДМА – аттенюаторы на выходе СЧ и на входе приемников;  
 опция СПА – переключатель в первом опорном канале;  
 опция ИИП – импульсные измерения;  
 опция ВОП – анализ во временной области;  
 опция СЧП – смещение частоты приемника.

Существующие модификации анализаторов с указанием соответствующих наборов опций приведены в таблице 4.2.

Т а б л и ц а 4.2 – Модификации анализаторов

Модификация	Набор опций	Модификация	Набор опций
Р4213*			
Р4213/1	01Р	Р4213/4	11Р, ДПА
Р4213/2	11Р	Р4213/5	01Р, ДМА
Р4213/3	01Р, ДПА	Р4213/6	11Р, ДМА
Р4226*			
Р4226/1	13Н	Р4226/5	13Н, ДМА, СПА
Р4226/2	13Н, ДПА		
Р4226/3	13Н, ДМА		
Р4226/4	13Н, ДПА, СПА		
* Установка опций ВОП, ИИП, СЧП возможно в любую модификацию.			

Комплектность поставки приведена в таблице 4.3

Т а б л и ц а 4.3 – Комплект поставки анализатора цепей векторного

Наименование, тип	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
1	2	3	4
Анализатор цепей векторный Р4213/1; Р4213/2; Р4213/3; Р4213/4; Р4213/5; Р4213/6	ЖНКЮ.468166.032	1	модификация определяется при заказе

Анализатор цепей векторный P4226/1; P4226/2; P4226/3; P4226/4, P4226/5	ЖНКЮ.468166.033	1	
Кабель СВЧ КСА18А-11-11-600 (0,6 м) КСА18А-11Р-11-600 (0,6 м) КСА18А-11-11-1000 (1 м) КСА18А-11Р-11-1000 (1 м)	ЖНКЮ.685671.145-02.05 ЖНКЮ.685671.172-03.05 ЖНКЮ.685671.145-02.09 ЖНКЮ.685671.172-03.09	1 1 1 1	поставляются для P4213 с опцией «11Р» и только па- рами одной длины (0,6 м или 1 м)
Кабель СВЧ КСА18А-01-01-600 (0,6 м) КСА18А-01Р-01-600 (0,6 м) КСА18А-01-01-1000 (1 м) КСА18А-01Р-01-1000 (1 м)	ЖНКЮ.685671.145-00.05 ЖНКЮ.685671.171-00.05 ЖНКЮ.685671.145-00.09 ЖНКЮ.685671.171-00.09	1 1 1 1	поставляются для P4213 с опцией «01Р» и только па- рами одной длины (0,6 м или 1 м)
Кабель СВЧ КСФ26-13РН-13Н-700 (0,7 м) КСФ26-13РН-13Н-1000 (1 м)	ЖНКЮ.685675.001-01 ЖНКЮ.685675.001-04	2 1(2)	Поставляются для P4226 (длиной 0,7 м только парами)
Кабель	ЖНКЮ.685671.069	6	перемычки, для опций «ДПА», «ДМА»
Ключ тарированный КТ-4	ЖНКЮ.296442.001-03	1	только для P4213
Ключ поддерживающий КП-2	ЖНКЮ.764431.006	1	только для P4213
Ключ тарированный КТ-3	ЖНКЮ.296442.001-02	1	только для P4226
Ключ поддерживающий КП-3	ЖНКЮ.764431.011	1	только для P4226
Кабель Ethernet	ЖНКЮ.685611.077	1	патч-корд Cat.5e или аналог
Кабель питания	ЖНКЮ.685631.067	1	с заземляющим проводником, евростандарт
Руководство по эксплуатации	ЖНКЮ.468166.032 РЭ	1	
Формуляр	ЖНКЮ.468166.032 ФО	1	
Методика поверки	ЖНКЮ.468166.032 ДЗ	1	
Программный комплекс P4M	ЖНКЮ.02009-00	1	поставляется на цифровом носителе
Электронный калибратор P4M-ЭК4-18А-01-01 P4M-ЭК4-18А-01Р-01 P4M-ЭК4-18А-01Р-01Р	ЖНКЮ.468169.008-12 ЖНКЮ.468169.008-13 ЖНКЮ.468169.008-14	1	Тип соединителей: III (вилка – вилка) III (розетка – вилка) III(розетка – розетка)

Р4М-ЭК4-18А-11-11 Р4М-ЭК4-18А-11Р-11 Р4М-ЭК4-18А-11Р-11Р Р4М-ЭК4-20-03-03 Р4М-ЭК4-20-03Р-03 Р4М-ЭК4-20-03Р-03Р Р4М-ЭК4-20-13-13 Р4М-ЭК4-20-13Р-13 Р4М-ЭК4-20-13Р-13Р	ЖНКЮ.468169.008-15 ЖНКЮ.468169.008-16 ЖНКЮ.468169.008-17 ЖНКЮ.468169.008-06 ЖНКЮ.468169.008-07 ЖНКЮ.468169.008-08 ЖНКЮ.468169.008-09 ЖНКЮ.468169.008-10 ЖНКЮ.468169.008-11		N (вилка – вилка) N (розетка – вилка) N (розетка – розетка) IX (вилка – вилка) IX (розетка – вилка) IX (розетка – розетка) 3,5 мм (вилка – вилка) 3,5 мм (розетка – вилка) 3,5 мм (розетка – розетка)
Волноводный калибровочный набор НКМВ-У-35×15-01-01Р НКМВ-У-35×15-11-11Р НКМВ-У-28,5×12,6-01-01Р НКМВ-У-28,5×12,6-11-11Р НКМВ-У-23×10-01-01Р НКМВ-У-23×10-11-11Р НКМВ-У-23×10-13Р-13Р НКМВ-У-16×8-13Р-13Р НКМВ-У-11×5,5-13Р-13Р	ЖНКЮ.468955.057 ЖНКЮ.468955.058 ЖНКЮ.468955.026 ЖНКЮ.468955.027 ЖНКЮ.468955.028 ЖНКЮ.468955.029 ЖНКЮ.468955.045 ЖНКЮ.468955.049 ЖНКЮ.468955.051	1	Сечение прямоугольного волновода 35×15 (для Р4213) 35×15 (для Р4213) 28,5×12,6 (для Р4213) 28,5×12,6 (для Р4213) 23×10(для Р4213) 23×10(для Р4213) 23×10 (для Р4226) 16×8 (для Р4226) 11×5,5 (для Р4226)
Упаковка	ЖНКЮ.468916.015	1	
Примечания: 1 Количество и типы кабелей СВЧ, тарированных и поддерживающих ключей, волноводных калибровочных наборов и электронных калибраторов определяются при заказе; 2 Кабели СВЧ длиной 0,7 м (КСФ26) поставляются только парами. 3 Наличие и количество электронных калибраторов, а также волноводных калибровочных наборов определяются при заказе.			

#### 4.4 Технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики приведены в таблицах 4.4 и 4.5.

Т а б л и ц а 4.4 – Основные метрологические характеристики

Характеристика	Значение
Диапазон рабочих частот, МГц	

- P4213	от 0,3 до 13500
- P4226	от 10 до 26500
Полосы пропускания фильтров ПЧ	от 10 Гц до 100 кГц
Дискретность установки частоты выходного сигнала	1 Гц
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора в течение одного года	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
<p>Диапазон установки уровня выходной мощности, дБм</p> <p>P4213:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- без опции «ДМА»:</li> <li>- с опцией «ДМА»</li> </ul> <p>P4226:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- без опции «ДМА»: <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот до 500 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 500 МГц до 13,25 ГГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 13,25 ГГц до 26,5 ГГц</li> </ul> </li> <li>- с опцией «ДМА»</li> </ul>	<p>от минус 25 до +10</p> <p>от минус 50 до +10</p> <p>от минус 20 до +10</p> <p>от минус 20 до +10</p> <p>от минус 25 до +10</p> <p>от минус 50 до +10</p>
Дискретность установки мощности выходного сигнала, дБ	0,01
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня выходной мощности, дБ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- без опции «ДМА»:</li> <li>- с опцией «ДМА»:</li> </ul>	<p><math>\pm 1,0</math></p> <p><math>\pm 1,5</math></p>
Диапазон измерения входной мощности, дБм	от уровня собственных шумов до +10
Пределы абсолютной погрешности измерения уровня входной мощности, дБ:	$\pm 1$
Диапазон ослаблений аттенюаторов приемника сигнала для измерителей с опцией «ДМА», дБ	от 0 до 70 с шагом 10 дБ

<p>Уровень собственного шума приемников в диапазоне частот, дБм/Гц, не более:</p> <p><b>Р4213</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот от 300 кГц до 10 МГц</li> <li>- в диапазоне частот от 10 МГц до 13,5 ГГц</li> </ul> <p><b>Р4226</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот до 200 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 200 МГц до 500 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 500 МГц до 1 ГГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 1 ГГц до 13,25 ГГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 13,25 ГГц до 26,5 ГГц</li> </ul>	<p>минус 100</p> <p>минус 125</p> <p>минус 90</p> <p>минус 120</p> <p>минус 125</p> <p>минус 130</p> <p>минус 135</p>
<p>Динамический диапазон при полосе фильтра ПЧ 10 Гц, дБ, не менее <sup>3)</sup>:</p> <p><b>Р4213</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот от 300 кГц до 10 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 10 МГц до 13,5 ГГц</li> </ul> <p><b>Р4226</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот до 200 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 200 МГц до 500 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 500 МГц до 1 ГГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 1 ГГц до 13,25 ГГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 13,25 ГГц до 26,5 ГГц</li> </ul>	<p>100</p> <p>125</p> <p>90</p> <p>120</p> <p>125</p> <p>130</p> <p>135</p>
<p>Диапазон измерений модуля коэффициента отражения</p>	<p>от 0 до 1</p>
<p>Диапазон измерения модуля коэффициента передачи, дБ <sup>1)</sup>:</p> <p><b>Р4213</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот от 300 кГц до 10 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 10 МГц до 13,5 ГГц</li> </ul>	<p>от минус 90 до +30</p> <p>от минус 115 до +30</p>

<p>Р4213 с опцией «ДМА»</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот от 300 кГц до 10 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 10 МГц до 13,5 ГГц</li> </ul> <p>Р4226</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот до 200 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 200 МГц до 500 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 500 МГц до 1 ГГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 1 ГГц до 13,25 ГГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 13,25 ГГц до 26,5 ГГц</li> </ul> <p>Р4226 с опцией «ДМА»</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот до 200 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 200 МГц до 500 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 500 МГц до 1 ГГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 1 ГГц до 13,25 ГГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 13,25 ГГц до 26,5 ГГц</li> </ul>	<p>от минус 90 до +90</p> <p>от минус 115 до +90</p> <p>от минус 80 до +30</p> <p>от минус 110 до +30</p> <p>от минус 115 до +30</p> <p>от минус 120 до +30</p> <p>от минус 125 до +35</p> <p>от минус 80 до +80</p> <p>от минус 110 до +90</p> <p>от минус 115 до +90</p> <p>от минус 120 до +90</p> <p>от минус 125 до +90</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения двухполюсников <math>\Delta S_{11}^{ } (\Delta S_{22}^{ })</math>, для калибровки <sup>2)</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- с коаксиальным набором мер: <math>\pm (0,011+0,006 \cdot  S_{11} +0,014 \cdot  S_{11} ^2)</math></li> <li>- электронным калибратором: <math>\pm (0,012+0,011 \cdot  S_{11} +0,032 \cdot  S_{11} ^2)</math></li> <li>- волноводным калибровочным набором: <math>\pm (0,010+0,011 \cdot  S_{11} +0,032 \cdot  S_{11} ^2)</math></li> </ul>	
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения четырехполюсников <math>\Delta S_{11} (\Delta S_{22})</math> <sup>2)</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- с коаксиальным набором мер: <math>\pm (0,011+0,006 \cdot  S_{11} +0,014 \cdot  S_{11} ^2+0,014 \cdot  S_{21}  \cdot  S_{12} )</math></li> <li>- с электронным калибратором: <math>\pm (0,012+0,011 \cdot  S_{11} +0,032 \cdot  S_{11} ^2+0,018 \cdot  S_{21}  \cdot  S_{12} )</math></li> </ul>	

- с волноводным набором: $\pm (0,010+0,011 \cdot  S_{11} +0,032 \cdot  S_{11} ^2+0,018 \cdot  S_{21}  \cdot  S_{12} )$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения двухполосников, градус	$\pm(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta S_{11}^{ }/ S_{11} )$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения четырехполосников, градус	$\pm(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta S_{11}/ S_{11} )$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи $\Delta S_{21}$ ( $\Delta S_{12}$ ), дБ <sup>2)</sup> :  - с коаксиальным набором мер: $\pm 20 \cdot \lg(1-(0,02+0,014 \cdot  S_{11} +0,014 \cdot  S_{22} +(5/2)^N \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot  S_{21} ^1))$ - с электронным калибратором: $\pm 20 \cdot \lg(1-(0,025+0,032 \cdot  S_{11} +0,018 \cdot  S_{22} +(5/2)^N \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot  S_{21} ^1))$ - с волноводным набором: $\pm 20 \cdot \lg(1-(0,030+0,014 \cdot  S_{11} +0,014 \cdot  S_{22} +(5/2)^N \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot  S_{21} ^1))$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи, градус:	$\pm (180/\pi) \cdot \arcsin(1-10^{\Delta S_{21}/20})$
Параметры измерительных портов нескорректированные:	
Модуль коэффициента отражения в режиме источника сигнала, дБ, не более:  P4213 - в диапазоне частот от 10 МГц до 2000 МГц - в диапазоне частот свыше 2000 МГц до 13500 МГц  P4226 - в диапазоне частот от 100 МГц до 3000 МГц - в диапазоне частот свыше 3000 МГц до 12000 МГц - в диапазоне частот свыше 12000 МГц до 21000 МГц - в диапазоне частот свыше 21000 МГц до 26500 МГц	минус 20 дБ  минус 12 дБ  минус 16 дБ минус 14 дБ минус 12 дБ минус 10 дБ
Модуль коэффициента отражения в режиме приемника сигнала в диапазоне частот, дБ, не более:	



<p>P4213</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот от 10 МГц до 2000 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 2000 МГц до 13500 МГц</li> </ul> <p>P4226</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот от 100 МГц до 3000 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 3000 МГц до 12000 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 12000 МГц до 21000 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 21000 МГц до 26500 МГц</li> </ul>	<p>минус 20 дБ</p> <p>минус 10 дБ</p> <p>минус 13</p> <p>минус 12</p> <p>минус 10</p> <p>минус 9</p>
<p>Направленность, дБ, не более:</p> <p>P4213</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот от 10 МГц до 2000 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 2000 МГц до 13500 МГц</li> </ul> <p>P4226</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в диапазоне частот от 100 МГц до 3000 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 3000 МГц до 12000 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 12000 МГц до 21000 МГц</li> <li>- в диапазоне частот свыше 21000 МГц до 26500 МГц</li> </ul>	<p>минус 25 дБ</p> <p>минус 18 дБ</p> <p>минус 18 дБ</p> <p>минус 20 дБ</p> <p>минус 20 дБ</p> <p>минус 20 дБ</p>
<p>Примечания:</p> <p>1) Диапазон и погрешность измерений модуля коэффициента передачи от 0 до плюс 30 дБ обеспечивается после выполнения полной двухпортовой калибровки при уровне выходной мощности минус 20 дБм, а свыше плюс 30 до плюс 90 дБ – при уровне выходной мощности минус 20 дБм и при ослаблении аттенюатора, установленного на входе измерительного приемника 70 дБ.</p> <p>2) <math> S_{21} </math> и <math> S_{12} </math> – модули коэффициентов передачи исследуемого устройства в прямом и обратном направлении, отн. ед.</p> <p><math> S_{11} </math> и <math> S_{22} </math> – модули коэффициентов отражения исследуемого устройства в прямом и обратном направлении, отн. ед.</p>	

$N = 0$  при полосе пропускания фильтра ПЧ  $\Delta f_{ПЧ} = 1$  Гц и  $\Delta f_{ПЧ} = 10$  Гц;  $N = 1$  при  $\Delta f_{ПЧ} = 100$  Гц;  $N = 2$  при  $\Delta f_{ПЧ} = 1000$  Гц;  $N = 3$  при  $\Delta f_{ПЧ} = 10000$  Гц;  $N = 4$  при  $\Delta f_{ПЧ} = 100000$  Гц;  $N = 5$  при  $\Delta f_{ПЧ} = 1000000$  Гц;  $|S_{21}|$  в линейном масштабе, отн. ед.

3) Динамический диапазон определен как разность между максимальной выходной мощностью и уровнем собственного шума приемников при фильтре ПЧ 10 Гц.

Т а б л и ц а 4.5 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Количество измерительных портов, шт.	2
Волновое сопротивление измерительных портов, Ом	50
Максимальная мощность входного сигнала на измерительных портах, дБм	27
Тип соединителей измерительных портов по ГОСТ РВ 51914-2002: - P4213/1, P4213/3, P4213/5, - P4213/2, P4213/4, P4213/6 - P4226	III N NMD 3,5 мм, (Совместим с соединителем 3,5 мм розетка по ГОСТ РВ 51914-2002)
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц, В	от 205 до 250
Потребляемая мощность, В·А, не более - P4213 - P4226	120 130
Время установления рабочего режима, ч, не более	1
Время непрерывной работы, ч, не менее	16
Габаритные размеры измерительного блока, мм, не более	385 × 340 × 155
Масса измерительного блока, кг, не более - для P4213	11

- для Р4226	13
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP 20
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, при 25 °С, %, не более - атмосферное давление, мм рт. ст.	от +15 до +35 85 от 537 до 800
Показатели надежности: - средний срок службы, лет, не менее - средняя наработка на отказ, ч, не менее	5 10 000

#### 4.5 Устройство и работа

Анализаторы построены по архитектуре виртуальных приборов и работают в составе с ПК под управлением программного комплекса *Graphit P4M*, с помощью которого осуществляется управление параметрами измерения и отображение результатов измерений. *Graphit P4M* работает в операционных системах *Windows® Vista, Windows® 7, 8, 10*. Для связи с ПК используется интерфейс *Ethernet*.

Упрощенная структурная схема анализаторов приведена на рисунке 4.1.

Анализаторы состоят из следующих частей:

- СЧ;
- электронный ключ (переключатель);
- два опорных и два измерительных приемника;
- переключки на передней панели (опция ДПА);
- аттенюаторы по выходу СЧ и входу измерительных приемников (опция ДМА);
- переключатель в опорном канале (опция СПА).

Все блоки объединены схемой управления. Индикация и расчет результатов измерений выполняются на внешнем ПК.

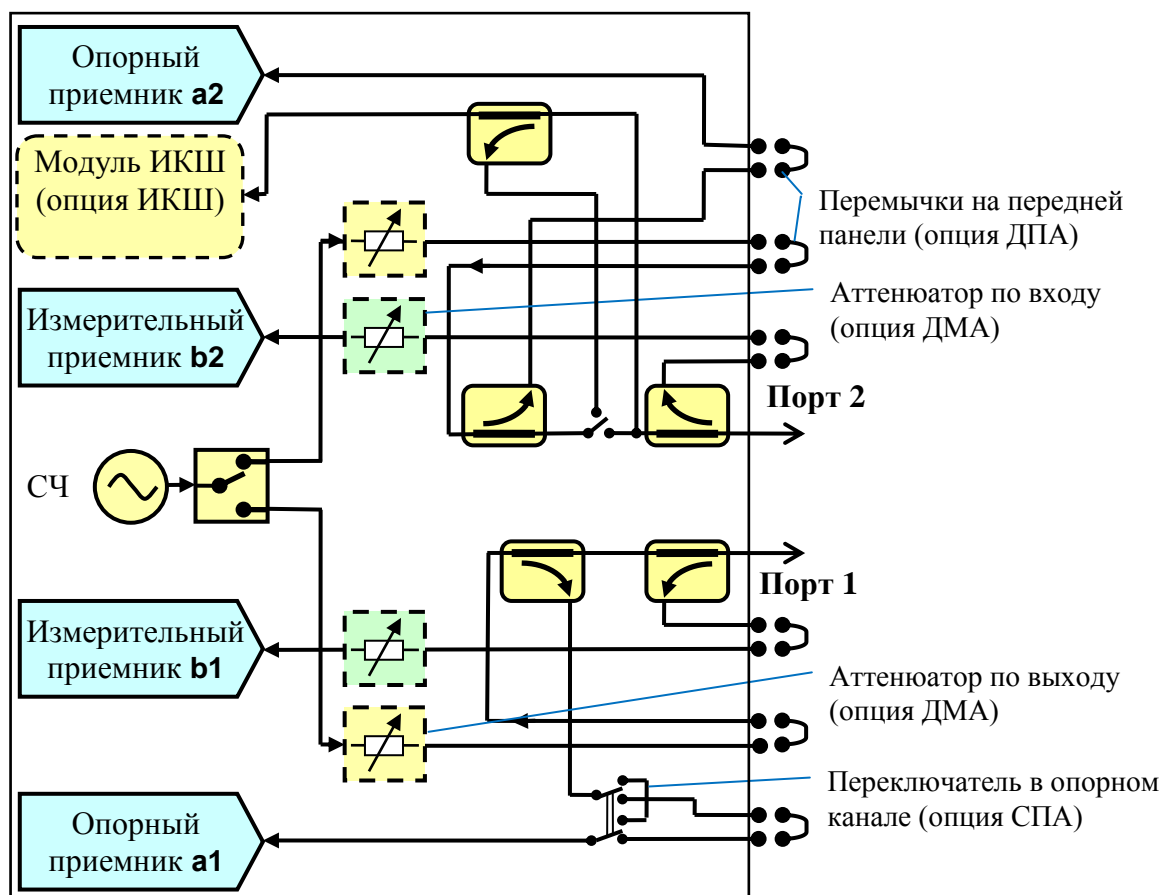


Рисунок 4.1 – Структурная схема

Принцип измерения комплексных КП и КО заключается в подаче на ИУ зондирующего гармонического сигнала заданной частоты, последующего измерения амплитуды и фазы прошедших и отраженных от ИУ сигналов и сравнения их с амплитудой и фазой зондирующего сигнала.

Электронный ключ предназначен для изменения направления распространения сигнала. При прямом зондировании сигнал подается на порт 1, проходит ИУ и попадает в порт 2. При обратном зондировании сигнал первоначально подается на порт 2. Применение режима двунаправленной развертки (последовательного переключения направления зондирования) позволяет измерить полную матрицу  $S$ -параметров ИУ за одно подключение.

Результаты измерений могут отображаться на экране ПК в многооконном режиме в форматах декартовых координат (частота – амплитуда, частота – фаза), диаграммы Вольперта-Смита, полярной диаграммы.

В анализаторах предусмотрена однопортовая, полная двухпортовая, однонаправленная двухпортовая калибровка, нормализация частотной характеристики тракта передачи или отражения и соответствующая векторная коррекция составляющих систематической погрешности измерений. Калибровка выполняется с использованием набора калибровочных мер или электронного калибратора.

Для расширения функциональных возможностей в анализаторах предусмотрен набор аппаратных и программных опций. Аппаратные опции предполагают наличие определенных блоков внутри анализатора, программные опции активируются лицензионным ключом в программе *Graphit P4M*. Для работы некоторых программных опций требуется наличие аппаратных опций.

Анализаторы могут содержать следующие аппаратные опции:

- Опция ДПА – анализатор комплектуется переключками для прямого доступа к входам измерительных и опорных приемников с целью дополнительного ослабления или усиления сигналов. Подобная схема построения позволяет осуществлять конфигурацию для проведения специальных измерительных задач. В тракт источника сигнала и приемника могут быть введены дополнительные усилители, аттенюаторы, различные фильтрующие или согласующие цепи для каждого из портов. Пример включения для порта 1 представлен на рисунке 4.2.

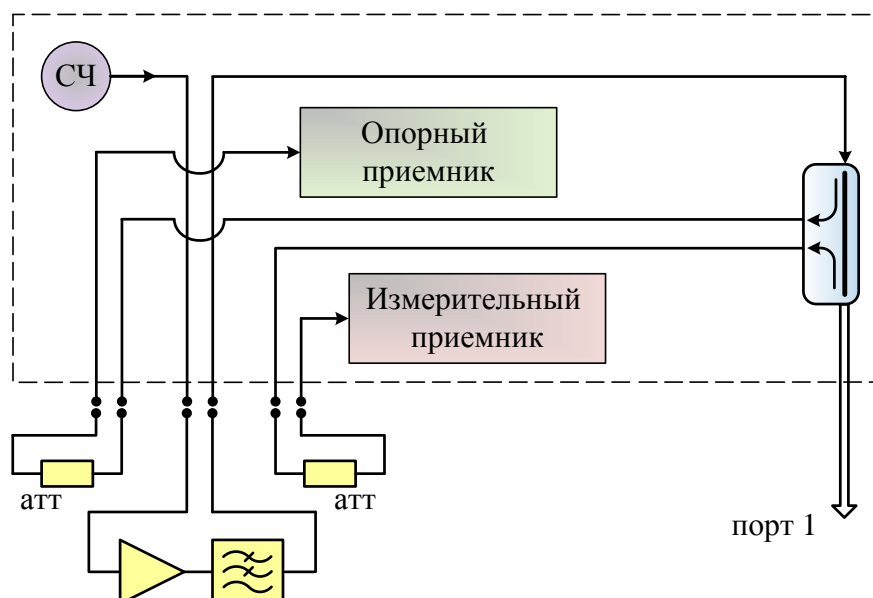


Рисунок 4.2 – Использование дополнительных внешних устройств в измерительном тракте

- Опция ДМА – в анализатор устанавливаются аттенюаторы для расширения диапазона регулировки уровня выходной мощности, подаваемого на ИУ, и обеспечения оптимального режима работы приемников. Аттенюаторы, устанавливаемые в тракте источника сигнала, позволяют регулировать уровень мощности, который поступает на ИУ. Аттенюаторы, устанавливаемые на входе измерительных приемников, позволяют обеспечить линейный режим работы приемников. Последнее необходимо, например, при измерении КП усилителей.
- Опция СПА – в анализатор устанавливается переключатель, позволяющий управлять путем распространения сигнала первого опорного канала. Переключатель в опорном канале используется для измерений параметров устройств с преобразованием частоты.

Анализаторы могут содержать следующие программные опции:

- Опция ИИП – анализатор с данной опцией может проводить тестирование устройств, которые работают в импульсном режиме. Измерения могут выполняться за серию импульсов или в течение одного импульса. Для синхронизации с фазой импульсов анализатора может воспринимать внешние синхроимпульсы или формировать собственные стробы заданной длительности и скважности. Зондирующий сигнал может быть постоянной мощности или модулироваться внутренним модулятором;
- опция ВОП – анализатора с данной опцией может выполнить расчет, анализ и преобразование оценки импульсной характеристики цепи. Анализатор формирует оценку частотной характеристики исследуемой цепи. Анализ импульсной характеристики позволяет определить во временной области неоднородности (характерные участки) цепи. С помощью встроенных функций преобразования импульсной характеристики возможен анализ частотных характеристик цепи без какого-либо ее элемента (функция подавление отклика) или анализ частотных характеристик отдельных элементов исследуемой цепи (функция выделения отклика).
- опция СЧП – управление частотой приемника независимо от частоты источника зондирующего сигнала. Опция позволяет проводить измерения на произвольной частоте при анализе усилителей, смесителей и устройств с преобразованием частоты.

#### 4.6 Описание и работа составных частей

В комплекте поставке по желанию пользователя может поставляться различное оборудование и принадлежности для работы анализатора. Поставляемое оборудование служит для расширения функциональных возможностей, увеличения количества решаемых задач (измерение разных типов ИУ, измерения ИУ с разными типами соединителей, в разных трактах и т.д.), а также повышает удобство пользования и скорости работы с анализатором.

В комплект поставки могут входить следующее оборудование и принадлежности:

- **Кабельные сборки** – данное оборудование необходимо для смещения измерительного порта (плоскости калибровки) с передней панели прибора, поскольку не каждое устройство можно подключить непосредственно к портам анализатора из-за его габаритов или расположения измеряемых входных и выходных соединителей. Поставляемые кабельные сборки обладают хорошей стабильностью и низкой чувствительностью к изгибам, что позволяет их перемещать после проведения калибровки не ухудшая характеристики скалиброванного сечения. Кабельные сборки по желанию пользователя могут поставляться различной длины в необходимых для него количествах. Кабельные сборки длиной 0,7 м и менее поставляются только парами, т.к. их длина не достаточна, чтобы соединить оба порта «на проход» и провести полную двухпортовую калибровку при поверке.
- **Наборы калибровочных мер** – требуются для проведения калибровки (определения действительных значений составляющих погрешностей) перед проведением измерений. Наборы калибровочных мер поставляются в различных вариантах, как для полной двухпортовой калибровки, так и в «усеченных» вариантах для калибровки портов на один тракт или на один тип соединителя ИУ. Калибровка проведенная с помощью набора калибровочных мер является более точной, т.к. в этом случае параметры мер отражения и передачи определяются их геометрией, более стабильной во времени нежели параметры

электронных схем. Вместе с тем данный способ более затратный по времени и требует большей квалификации и внимательности персонала, т.к. каждую меру из набора нужно будет подключать вручную. Данный способ калибровки рекомендован для применения на выходном контроле и при проведении особо важных и ответственных операций.

- **Электронные калибраторы** – выполняют ту же функцию, что и наборы калибровочных мер. Калибровка проводится за одно подключение, все меры передачи и отражения находятся внутри электронного калибратора в виде электрических схем. Переключение между мерами проводят электронные ключи «по команде» *Graphit P4M*. Данный способ калибровки менее точен за счет применения «электронных» мер, зато проводится быстрее и не требует высокой квалификации персонала, т.к. все измерения проводятся за одно подключение, а управление проводит *Graphit P4M*. Такую калибровку рекомендуется применять на допусковом контроле (прошел - не прошел) и там, где не требуется высокая точность измерений. В комплект электронного калибратора также входят переходы коаксиальные для подключения к портам анализатора.
- **Ключи тарированные** – требуются для выполнения качественных подключений к портам анализатора. При использовании тарированных ключей подключение соединителей к портам анализатора будет всегда проводиться с одинаковым усилием, что улучшает повторяемость соединения.
- **Ключи поддерживающие** – применяются как вспомогательное оборудование при сочленении соединителей. Ключи поддерживающие предотвращают проворачивание корпуса меры при сочленении, и как следствие проворачивание центрального проводника и стирание золотого покрытия, обеспечивающего надежный электрический контакт при сочленении.

## 5 Подготовка к работе

### 5.1 Эксплуатационные ограничения

Эксплуатация анализатора должна производиться в нормальных условиях (п. 4.2).

Напряжение питания сети переменного тока частотой 50 Гц должно быть от 198 до 242 В.

Не рекомендуется непрерывная работа анализатора более 16 ч. Временной интервал между рабочими циклами не менее 2 ч.

При перемещении анализатора между рабочими местами, а также при длительном простое, коаксиальные соединители анализатора и комплекта принадлежностей должны быть закрыты защитными колпачками для исключения повреждения, воздействия на них влаги, пыли и других агрессивных сред и посторонних частиц.

### 5.2 Распаковывание и повторное упаковывание

Порядок распаковывания и повторного упаковывания приведен в п. 11.3.

### 5.3 Внешний осмотр

Перед началом работы с анализатором необходимо провести внешний осмотр анализатора, комплекта принадлежностей и соединителей всех устройств, с которыми будет проводиться работа, по указаниям, приведенным в пп.9.2 и 9.5.

### 5.4 Требования к рабочему месту и порядок установки на рабочее место

На рабочем месте должны обеспечиваться нормальные условия (п. 4.2), система защитного заземления и электропитание  $\sim (220 \pm 22)$  В частотой 50 Гц.

В помещении, где будут проводиться работы, не должно быть вибрации и сильных электромагнитных полей.

Рабочее место должно быть хорошо проветриваемым для поддержания стабильности климатических условий и выветривания паров спирта при проведении чистки.

Перед установкой анализатора на рабочее место необходимо убедиться, что площадь поверхности рабочего стола достаточна для размещения на ней анализатора, комплекта принадлежностей и ИУ, а также на рабочем месте выполнены требования раздела 3, относящиеся к рабочему месту.

Установить анализатор на ровную поверхность рабочего стола так, чтобы все ножки анализатора упирались в нее, и обеспечивался свободный доступ к разъемам и выключателю питания. Расстояние между задней панелью анализатора и соседними предметами должно быть не менее 100 мм.

**❗ Не допускается чрезмерные перегибы кабелей СВЧ, ETHERNET и кабеля питания!**

В случае если анализатор и комплект принадлежностей находились в условиях, отличных от условий эксплуатации, выдержать их в условиях эксплуатации не менее 2 ч.

### 5.5 Подготовка к работе

#### 5.5.1 Меры по обеспечению безопасности обслуживающего персонала

Перед началом работы, необходимо убедиться в выполнении требований раздела 3, относящиеся к обслуживающему персоналу.

Анализатор использует для питания напряжение  $\sim 220$  В частотой 50 Гц, поэтому при его эксплуатации и техническом обслуживании, строго соблюдайте следующие меры предосторожности:

- 1) перед подключением анализатора к сети или подключением к нему других приборов необходимо убедиться в исправности сетевого шнура и соединить зажим защитного заземления, находящийся на задней панели, с шиной защитного заземления;



2) зажим защитного заземления следует отсоединять после отключения анализатора от сети питания и от других приборов.

### 5.5.2 Начальные установки

Установка органов управления, переключателей и разъёмов анализатора в начальные положения:

- 1) убедиться, что кнопка **POWER** на передней панели анализатора в отжатом положении, переключатель **POWER** на задней панели в положении «0»;
- 2) соединить клемму защитного заземления анализатора с шиной защитного заземления;
- 3) соединить анализатор и ПК с помощью кабеля *Ethernet*;
- 4) подключить анализатор к сети ~ 220 В частотой 50 Гц с помощью кабеля питания;
- 5) при наличии на передней панели входов и выходов ИЗМ, ГЕНЕРАТОР, ОПОРН соединить их перемычками из комплекта поставки;
- 6) включить анализатор, установив сначала переключатель **POWER** на задней панели в положение «I», затем нажав кнопку **POWER** на передней панели, убедиться в наличии индикации кнопки **POWER**;
- 7) выдержать анализатор во включенном состоянии не менее времени установления рабочего режима.

По окончании установок органы управления, переключатели и разъёмы анализатора должны находиться в следующем положении:

- 8) передняя панель:
  - порт 1 и 2 – свободен (устройства не подключены);
  - входы и выходы ИЗМ, ГЕНЕРАТОР, ОПОРН, при наличии – соединены перемычками;
  - индикаторы «a<sub>1</sub>» «a<sub>2</sub>» – выключено;
  - кнопка **POWER** – в нажатом положении;
  - встроенный в кнопку **POWER** индикатор – светится.
- 9) задняя панель:
  - разъём «~220 В 50 Гц 1 А» – подключен кабель питания;
  - клемма защитного заземления – подключена к шине защитного заземления;
  - вход «Синхр→» – свободен (кабель не подключен);
  - выход «Синхр←» – свободен (кабель не подключен);
  - вход «ОГ→» – свободен (кабель не подключен);
  - выход «ОГ←» – свободен (кабель не подключен);

входы «ДОП1» и «ДОП2» – свободны (кабели не подключены);  
разъем «Ethernet UTP 10/100» – подключен кабель *Ethernet*;  
переключатели панели «Конфигуратор» – все выключены.

### 5.5.3 Порядок установки и загрузки программного обеспечения

Порядок установки и загрузки программного обеспечения *Graphit P4M* описано в части II настоящего РЭ.

## 6 Средства измерений, инструменты и принадлежности

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

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

Наименование	Характеристики	Рекомендуемые
ПК в составе: <ul style="list-style-type: none"><li>– системный блок</li><li>– экран (монитор)</li><li>– клавиатура</li><li>– манипулятор типа «мышь»</li></ul>		Устройство управления и отображения информации портативное ПКУ-11
Измерители присоединительных размеров	абсолютная погрешность измерений не более $\pm 20$ мкм	Комплекты измерителей присоединительных размеров КИПР 01Р 01 (тип III), КИПР 11Р 11 (тип N), КИПР 03Р 03 (тип IX вар.3), КИПР 13Р 13 (тип 3,5 мм)
Ткань хлопчатобумажная	ГОСТ 29298	–
Ветошь обтирочная сортированная 625	ТУ 63-032-15	–
Вата медицинская гигроскопическая гигиеническая	ГОСТ 5556	–
Спирт этиловый технический гидролизный ректифицированный	ГОСТ Р 55878	–

Наименование	Характеристики	Рекомендуемые
Браслет антистатический	ГОСТ 12.4.124	–
Коврик антистатический	ГОСТ 12.4.124	–
Баллон со сжатым воздухом или резиновая груша	–	–
Деревянные палочки	–	зубочистки, спички
Кисточка или щетка с мягкой щетиной	–	–
Отвертка крестовая	–	–

**Примечания**

**1 Допускается вместо ПК использовать аналогичные устройства, позволяющие проводить установку Graphit P4M для управления и отображения измеренных данных и обладающие средствами подключения к анализатору по протоколу Ethernet (IEEE 802.3).**

**2 Ткань (ветошь), вата, спирт, баллон со сжатым воздухом (резиновая груша), кисточка (щетка) и деревянные палочки необходимы для чистки от загрязнений.**

## 7 Порядок работы

Порядок работы с анализаторами, расположение органов настройки и включения и порядок проведения измерений описаны в части II настоящего РЭ.

## 8 Поверка

Поверка проводится по ЖНКЮ.468166.032 ДЗ «Анализаторы цепей векторные P4213 и P4226. Методика поверки».

## 9 Техническое обслуживание

### 9.1 Общие положения

Техническое обслуживание – комплекс мероприятий предназначенный для поддержания исправного состояния анализатора в течение срока службы.

Техническое обслуживание анализатора состоит из операций, которые должен выполнять пользователь (потребитель) и операций выполняемых только на предприятии-изготовителе или у полномочных представителей (фирменный метод технического обслуживания).

Все операции по техническому обслуживанию проводятся на рабочем месте, площадь которого достаточна для размещения анализатора, комплекта принадлежностей и необходимого инструмента. Рабочее место должно быть чистым, освещенность рабочего места не менее 100 лк. Все работы проводить с использованием мер защиты от воздействия статического электричества (антистатический коврик, браслет и т.д.).

Специальных требований к квалификации персонала, проводящего технического обслуживания, не предъявляется.

В таблице 9.1 представлены возможные операции и рекомендуемая периодичность их проведения.

Т а б л и ц а 9.1 – Техническое обслуживание

Наименование	Исполнитель	Периодичность	Метод
2. Внешний осмотр	пользователь	1 раз в месяц	п. 9.2
3. Чистка от загрязнений	пользователь	1 раз в месяц	п. 9.3
4. Чистка вентиляторной решетки	пользователь	1 раз в год	п. 9.4
5. Визуальный контроль и чистка соединителей	пользователь	1 раз на каждые 50 циклов сочленений-расчленений	п. 9.5
6. Проверка присоединительных размеров коаксиальных соединителей	пользователь	1 раз на каждые 50 циклов сочленений-расчленений	–
7. Подстройка параметров опорного генератора	предприятие-изготовитель	через 2000 рабочих часов или 1 раз в 2 года	–
8. Подстройка параметров выходного тракта (частота, мощность)	предприятие-изготовитель	через 2000 рабочих часов или 1 раз в 2 года	–
9. Калибровка приемного тракта	предприятие-изготовитель	через 2000 рабочих часов или 1 раз в 2 года	–

Наименование	Исполнитель	Периодичность	Метод
10. Подстройка параметров комплекта принадлежностей (калибровка, замена описаний и характеристик, подстройка ключей тарированных и т.д.)	предприятие-изготовитель	через 2000 рабочих часов или 1 раз в 2 года	–
<p><b>Примечания</b></p> <p><b>1 Периодичность проведения операций приведена при использовании анализатора 8 часов в сутки, 5 дней в неделю. В зависимости от интенсивности использования операции 2, 3 и 4 могут быть выполнены с другой периодичностью.</b></p> <p><b>2 Операция 6 проводится по указаниям эксплуатационной документации на измерители присоединительных размеров с уточнениями, приведенными в п. 9.6.</b></p> <p><b>3 Операции 7, 8, 9 и 10 рекомендуется выполнять через заданное количество рабочих часов или по истечении указанного календарного срока в зависимости от того, что наступит раньше. Порядок выполнения этих операций регламентируется документацией предприятия-изготовителя.</b></p>			

## 9.2 Внешний осмотр

Цель проведения внешнего осмотра – выявление видимых дефектов анализатора и (или) комплекта принадлежностей.

Необходимые инструменты и их количество:

- браслет антистатический – 1 шт.;
- коврик антистатический – 1 шт.

Внешний осмотр проводить в следующей последовательности:

1) сверить заводские номера анализатора и комплекта принадлежностей, указанные на их корпусах, и номера, указанные в формуляре. При обнаружении несоответствий:

- при первоначальном осмотре (анализатор впервые получен от предприятия-изготовителя) дальнейшая работа с анализатором запрещается, необходимо связаться с предприятием-изготовителем для выяснения и устранения причин несоответствия;
- при использовании анализатора в качестве СИ в области государственного регулирования в соответствии с Федеральным законом № 102-ФЗ дальнейшая работа с анализатором запрещена, т.к. свидетельство о поверке содержит сведения о номерах анализатора и комплекта принадлежностей, работа с другим анализатором или комплектом принадлежностей не допускается. Необходимо связаться с поставщиком анализатора для выяснения и устранения причин несоответствия;
- при периодическом осмотре и не использовании анализатора в качестве СИ проводится выяснение и устранение причин несоответствия в соответствии с организационными документами предприятия, например, внесение изменений в состав рабочего места.

2) проверить наличие и целостность пломб предприятия-изготовителя, отсутствие следов вскрытия анализатора, нагрузок, переходов и ключей тарированных из наборов калибровочных мер, электронного калибратора, проверить целостность кабелей СВЧ, питания, *Ethernet*. При обнаружении несоответствий дальнейшая работа с анализатором запрещается, проводится выяснение и устранение причин несоответствия;

3) убедиться в отсутствии механических повреждений, следов коррозии, нарушений маркировки анализатора, нагрузок, переходов и ключей тарированных из наборов калибровочных мер, электронного калибратора и кабелей СВЧ. При обнаружении механических повреждений, следов коррозии и нечитаемой маркировки дальнейшая работа с анализатором запрещается, проводится выяснение и устранение причин несоответствия;

**❗ Устранение механических повреждений, следов коррозии и восстановление маркировки возможно только на предприятии-изготовителе или его уполномоченных представителей. Проведение этих операция пользователем самостоятельно не предусмотрено!**

4) провести визуальный контроль целостности и чистоты коаксиальных соединителей по п. 9.5.

### 9.3 Чистка от загрязнений

В данном пункте приведен порядок чистки корпуса анализатора и комплекта принадлежностей от загрязнений, возникающих при эксплуатации, таких как пыль, грязь, следы от пальцев рук и т.д. Данные загрязнения не являются следствием неправильной эксплуатации и хранения, в отличие от следов коррозии и ржавчины, удаление которых проводится только на предприятии-изготовителе или у его уполномоченных представителей.

Необходимые инструменты и их количество:

- ткань хлопчатобумажная или ветошь обтирочная – не менее 50 см<sup>2</sup>;
- вата – не менее 5 г;
- спирт этиловый – не менее 50 мл.;
- браслет антистатический – 1 шт.;
- коврик антистатический – 1 шт.

При чистке корпуса анализатора и комплекта принадлежностей спиртом необходимо соблюдать следующие правила:

- чистку корпуса анализатора и комплекта принадлежностей проводить только при выключенном электропитании;
- поскольку спирт и его пары представляют опасность для человека, чистку соединителей нужно проводить в хорошо проветриваемом помещении, на специально подготовленном чистом рабочем месте в отдалении от потенциальных очагов воспламенения.

Чистку корпуса анализатора и комплекта принадлежностей проводить в следующей последовательности:

- 1) выключить анализатор, установив кнопку **POWER** на передней панели анализатора в отжатое положение, переключатель **POWER** на задней панели установить в положение «0»;
- 2) отключить кабель питания от анализатора, отсоединить клемму защитного заземления анализатора от шины защитного заземления;
- 3) протереть загрязненные поверхности тканью или ватой, смоченной водой или спиртом, не допуская попадания капель жидкости внутрь корпуса анализатора и комплекта принадлежностей;
- 4) просушить очищаемые поверхности, убедиться в отсутствии остатков жидкости;
- 5) провести визуальный контроль чистоты корпуса анализатора и комплекта принадлежностей, убедиться в отсутствии загрязнений. В случае необходимости чистку повторить;
- 6) при необходимости провести чистку вентиляторной решетки по п. 9.4 и коаксиальных соединителей по п. 9.5.

#### 9.4 Чистка вентиляторной решетки

Необходимые инструменты и их количество:

- ткань хлопчатобумажная или ветошь обтирочная сортированная – не менее 50 см<sup>2</sup>;
- щетка или кисточка с мягкой щетиной – 1 шт.;
- спирт этиловый технический гидролизный ректифицированный – не менее 20 мл;
- баллон со сжатым воздухом или резиновая груша – 1 шт.;
- отвертка крестовая – 1 шт.

Чистка вентиляторной решетки проводится по указаниям, приведенным ниже:

- 1) выключить анализатор, установив кнопку **POWER** на передней панели анализатора в отжатое положение, переключатель **POWER** на задней панели установить в положение «0»;
- 2) отключить кабель питания от анализатора, отсоединить клемму защитного заземления анализатора от шины защитного заземления;
- 3) крестовой отверткой отвернуть 4 винта, удерживающие вентиляторную решетку на задней панели анализатора, снять крышку;
- 4) извлечь поролоновый фильтр;
- 5) стряхнуть пыль, прочистить фильтр щеткой или кисточкой с мягкой щетиной;

**❗ Запрещается применять металлические предметы для чистки. Применение металлических предметов может привести к повреждению фильтра вентиляторной решетки!**

- 6) протереть корпус решетки и сам вентилятор тканью или ветошью, смоченной в спирте, просушить очищенные поверхности, продув их воздухом с помощью баллона со сжатым воздухом или резиновой груши или выдержав не менее 30 мин на открытом воздухе при нормальной температуре;
- 7) установить фильтр, затем вентиляторную решетку на прежнее место, завернув крестовой отверткой 4 винта;
- 8) повторить операции 3) – 7) со всеми вентиляторными решетками анализатора;
- 9) соединить сначала клемму защитного заземления анализатора с шиной защитного заземления, затем разъём подключения кабеля питания и сеть электропитания ~220 В 50 Гц с помощью кабеля питания;
- 10) включить анализатор, установив сначала переключатель **POWER** на задней панели в положение «I», затем нажав кнопку **POWER** на передней панели, убедиться в наличии индикации кнопки **POWER**. Проверить включение вентилятора на задней панели анализатора.

### 9.5 Визуальный контроль и чистка соединителей

Необходимые инструменты и их количество:

- вата медицинская гигроскопическая гигиеническая – не менее 1 г на каждый очищаемый соединитель;
- спирт этиловый технический гидролизный ректификованный – не менее 5 мл на каждый очищаемый соединитель;
- браслет антистатический – 1 шт.;
- коврик антистатический – 1 шт.;
- баллон со сжатым воздухом или резиновая груша – 1 шт.;
- деревянные палочки – не менее 1 шт на каждый очищаемый соединитель.

Визуальный контроль соединителей анализатора и комплекта принадлежностей рекомендуется проводить не реже 1 раза на каждые 50 подключений к их соединителям. Визуальный контроль соединителей других устройств, подключаемых к анализатору необходимо проводить каждый раз, непосредственно перед подключением к соединителям анализатора и комплекта принадлежностей.

При чистке соединителей спиртом необходимо соблюдать следующие правила:

- чистку соединителей анализатора проводить только при выключенном электропитании;
- поскольку спирт и его пары представляют опасность для человека, чистку соединителей нужно проводить в хорошо проветриваемом помещении, на специально подготовленном чистом рабочем месте в отдалении от потенциальных очагов воспламенения.

Визуальный контроль коаксиальных соединителей и их чистка проводится по указаниям, приведенным ниже:

- провести визуальный контроль целостности и чистоты коаксиальных соединителей.

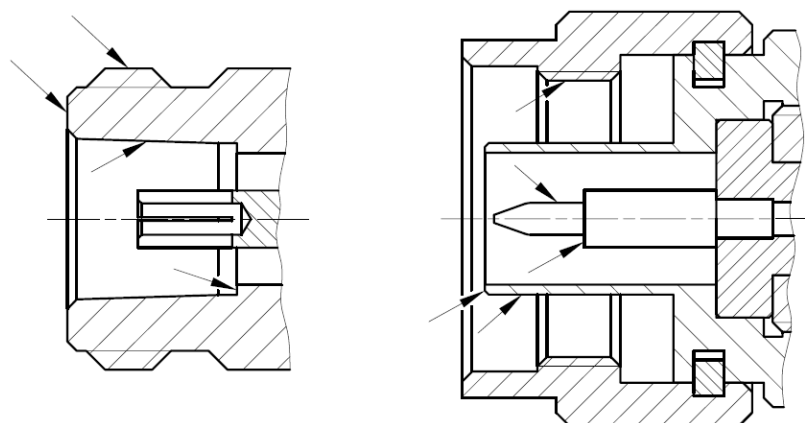


- ❗ При обнаружении механических повреждений соединителя какого-либо устройства (например, замята резьба, отогнута или выломана ламель соединителя «розетка» и т.д.), дальнейшая работа с этим устройством запрещается. Устройство бракуется и изолируется с целью предотвращения его применения и повреждения годных соединителей других устройств!**

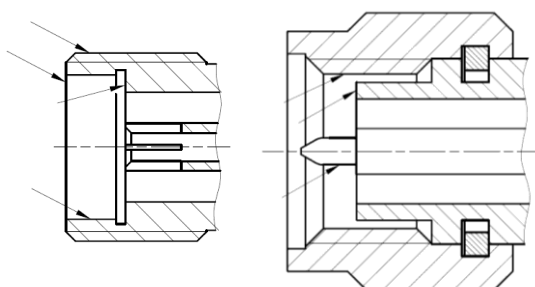
При обнаружении посторонних частиц провести чистку, по приведенной ниже последовательности:

- протереть поверхности соединителей, указанные стрелками на рисунке 9.1, палочкой с ватным тампоном (ватой, намотанной на тонкий деревянный стержень, например, зубочистку или спичку), смоченным в спирте;

- ❗ Запрещается применять металлические предметы для чистки соединителей. При их применении можно повредить покрытие контактных поверхностей проводников!**
- ❗ Запрещается применять сильные растворители, например, ацетон, так как можно повредить пластиковую диэлектрическую опору!**



тип III и N



тип IX вар. 3; 3,5 мм и 2,4 мм

Рисунок 9.1 – Очищаемые поверхности

- провести чистку остальных внутренних поверхностей, продув их сжатым воздухом с помощью баллона со сжатым воздухом или резиновой груши;

**❗ Запрещается чистить ватными тампонами центральный проводник соединителя «розетка», так как вата может остаться между ламелями. Чистку проводить только продувкой воздуха!**

- просушить соединители, при этом, поскольку фторопласт хорошо впитывает влагу, то соединители тип IX вар. 1 и SMA необходимо сушить в течение 10-15 мин, остальные соединители достаточно просушить в течение 5-7 мин;
- убедиться в отсутствии остатков спирта внутри соединителей;
- провести визуальный контроль чистоты соединителей, убедиться в отсутствии посторонних частиц. В случае необходимости чистку повторить.
- по возможности провести проверку присоединительных размеров по рекомендациям п. 9.6.

### 9.6 Рекомендации по проверке присоединительных размеров

Проверку присоединительных размеров соединителей анализатора и комплекта принадлежностей рекомендуется проводить не реже 1 раза на каждые 50 подключений. Проверку присоединительных размеров соединителей других устройств, подключаемых к анализатору необходимо проводить каждый раз, непосредственно перед подключением к соединителям анализатора и комплекта принадлежностей.

Проверке подлежат присоединительный размер А и несоосность.

Порядок проверки присоединительного размера А в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на измерители.

Цель данной проверки – не допустить к эксплуатации соединители с большой рецессией (утопание центрального проводника относительно внешнего) и соединители с наличием сколь угодно малой протрузии (выступление центрального проводника относительно внешнего), показанных на рисунке 9.2. При больших значениях рецессии при сочленении соединителей не получается хорошего контакта по центральным проводникам, как следствие увеличивается КСВН и потери. При протрузии, возможна поломка ответной части соединителя, вследствие давления на центральный проводник ответной части.

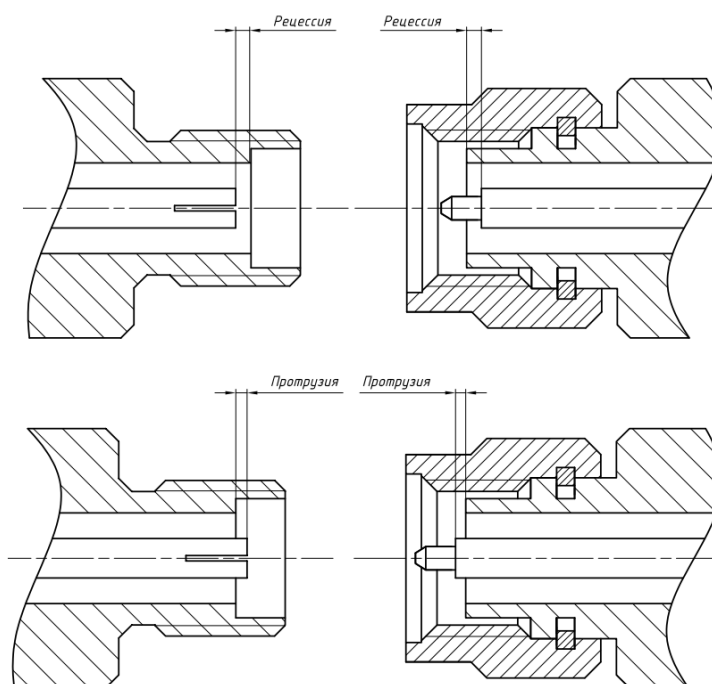


Рисунок 9.2 – Рецессия и протрузия соединителей

При обнаружении большой рецессии или даже малой протрузии необходимо отправить устройство в ремонт. Нормы для рецессии соединителей устройства можно найти в его эксплуатационной документации. **Помните: использование плохого соединителя – это верный способ сделать плохими много соединителей!**

Проверку эксцентриситета проводят с помощью измерителя несоосности или визуально с помощью измерительной сетки на микроскопе.

**❗ При превышении эксцентриситета более чем на 2,5% диаметр проводника (175 мкм для соединителей типа III и N; 90 мкм для соединителей типа IX вар. 1 и 3; 3,5 мм SMA; 60 мкм для соединителей типа 2,4 мм), дальнейшая работа с этим устройством запрещается. Устройство бракуется и изолируется с целью предотвращения его применения и повреждения годных соединителей других устройств!**

*Примечание – При острой необходимости подключения устройств с соединителями, эксцентриситет которых превышает 2,5% диаметра внешнего проводника, к анализатору и устройствам из комплекта принадлежностей можно использовать защитный переход (сэйвер), который снимет часть отклоняющей нагрузки на центральный проводник соединителя анализатора и устройств из комплекта принадлежностей. В дальнейшем несоответствующий соединитель необходимо отремонтировать, а если это невозможно, то заменить устройство целиком.*

## 10 Текущий ремонт

### 10.1 Общие положения

10.1.1 Для анализатора предусмотрен текущий ремонт, выполняемый на предприятии изготовителе или его уполномоченных представителей (фирменный метод). Других видов и способов ремонта для анализатора не предусмотрено.

**❗ Запрещается проводить самостоятельный ремонт анализатора и комплекта принадлежностей!**

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

- 1) выключить анализатор, установив кнопку **POWER** на передней панели анализатора в отжатое положение, переключатель **POWER** на задней панели установить в положение «0»;
- 2) отключить кабель питания от анализатора, отсоединить клемму защитного заземления анализатора от шины защитного заземления;
- 3) открыть крышку, закрывающую гнездо установки плавкого предохранителя;
- 4) установить сменный предохранитель, находящийся в гнезде. В случае отсутствия сменного предохранителя, установить предохранитель аналогичного типа;
- 5) закрыть крышку, соединить сначала клемму защитного заземления анализатора с шиной защитного заземления, затем разъём подключения кабеля питания и сеть электропитания ~220 В 50 Гц с помощью кабеля питания;
- 6) включить анализатор, установив сначала переключатель **POWER** на задней панели в положение «I», затем нажав кнопку **POWER** на передней панели, убедиться в наличии индикации кнопки **POWER**.

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

### 10.2 Гарантийный ремонт

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

*Примечание – Под механическими повреждениями понимаются повреждения и деформации рабочих поверхностей СВЧ соединителей, деформации корпуса, нечитаемая маркировка и другие повреждения, непосредственно влияющие на технические характеристики анализатора и комплекта принадлежностей. Механические повреждения являющиеся следствием неправильной транспортировки, хранения или эксплуатации.*

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 анализатор и комплект принадлежностей, пользуясь указаниями п. 11.3.3, и отправить их на предприятие-изготовитель для ремонта или замены.

Комплект поставки анализатора на предприятие-изготовитель для ремонта или замены должен соответствовать комплекту поставки, указанному в формуляре.

*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.*

Гарантийный ремонт анализатора и комплекта принадлежностей проводится только силами предприятия-изготовителя или его уполномоченных представителей.

Анализатор и комплект принадлежностей не подлежат гарантийному ремонту в следующих случаях:

- 1) имеются механические повреждения анализатора и комплекта принадлежностей, полученные при эксплуатации, или следы воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- 2) отсутствует формуляр;
- 3) формуляр не заполнен или заполнен неверно;
- 4) повреждены пломбы предприятия-изготовителя;
- 5) имеются следы вскрытия корпуса анализатора или комплекта принадлежностей;
- 6) истек гарантийный срок.

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

Негарантийный ремонт проводится после оформления договора на проведение ремонта.

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

### **11.1 Хранение**

Анализатор и комплект принадлежностей следует хранить на складах в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 до 40 °С и относительной влажности воздуха от 40 до 80 %.

Анализатор и комплект принадлежностей без упаковки допускается хранить при температуре окружающего воздуха от 10 до 35 °С и относительной влажности воздуха от 40 до 80 %.

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**

Погрузка и выгрузка упакованного анализатора и комплекта принадлежностей 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.

#### **11.2.2 Условия транспортирования**

Транспортировка анализатора и комплекта принадлежностей осуществляется в закрытых транспортных средствах любого вида в условиях транспортирования:

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

Анализатор и комплект принадлежностей 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 анализатор и комплект принадлежностей в упаковке должен располагаться в отопляемых 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**

#### **11.3.1 Общие положения**

Упаковывание проводится по ГОСТ 9181.

Для упаковывания анализатора и комплекта принадлежностей используется потребительская и транспортная упаковка.

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

Вид транспортной упаковки – кейс.

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

#### **11.3.2 Распаковывание**

Распаковывание анализатора и комплекта принадлежностей проводить в следующей последовательности:

- 1) открыть кейс;
- 2) извлечь из кейса и затем из потребительской упаковки анализатор, комплект принадлежностей и документацию;
- 3) провести сверку с сопроводительной документацией;
- 4) провести внешний осмотр, пользуясь указаниями, приведенными в п. 9.2. В случае обнаружения несоответствий сообщить на предприятие-изготовитель для выяснения и устранения причин несоответствий;
- 5) заполнить в формуляре соответствующую графу таблицы приёма-передачи анализатора от одного потребителя другому.

После распаковывания потребительскую упаковку укладывают в кейс.

Упаковка подлежит хранению у потребителя до окончания гарантийного срока анализатора.

#### **11.3.3 Упаковывание**

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

Упаковывание анализатора и комплекта принадлежностей должно производиться в закрытом помещении с температурой воздуха от 15 до 35 °С и относительной влажностью от 40 до 80 %.

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

Упаковывание анализатора и комплекта принадлежностей проводится в следующей последовательности:

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

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

2) упакованный анализатор и комплект принадлежностей уложить в кейс. Пространство между стенками кейса и упакованными анализатором и комплектом принадлежностей заполнить амортизационным материалом;

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

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

4) поместить документацию, указанную в таблице 4.3, в потребительскую тару, удалить избыток воздуха и заварить швы;

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

6) заполнить сопроводительную документацию и уложить ее в кейс;

7) закрыть крышку кейса;

8) нанести на кейс следующую маркировку:

название предприятия-изготовителя;  
адреса получателя и отправителя;  
масса брутто, нетто;  
наименование и серийный номер анализатора;  
манипуляционные знаки «Хрупкое – осторожно!», «Беречь от влаги».

9) опломбировать кейс печатью.



## 12 Маркировка и пломбирование

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

На передней панели анализатора нанесены следующие обозначения:

- название предприятия-изготовителя;
- тип анализатора;
- знак утверждения типа;
- обозначения органов управления, индикаторов и соединителей.

На задней панели анализатора нанесены следующие обозначения:

- тип анализатора;
- заводской номер;
- обозначение органов управления, индикаторов и соединителей.

На транспортную тару нанесены следующие обозначения:

- название предприятия-изготовителя;
- адреса получателя и отправителя;
- наименование и серийный номер анализатора;
- масса брутто, нетто;
- манипуляционные знаки «Хрупкое – осторожно!», «Беречь от влаги».

Анализатор имеет защитные пломбы, предотвращающие несанкционированное вскрытие.

## 13 Утилизация

Анализатор и комплект принадлежностей не содержат материалов опасных для жизни человека. После окончания срока службы, при необходимости, их утилизируют любым доступным способом.