



АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ

Р4213/Р4226/Р4226А
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

сайт: www.micran.ru

Версия документа: 2.0.19

© Микран, 2011–2024

Содержание

Содержание	2
1 Нормативные ссылки	5
2 Определения, обозначения и сокращения	6
3 Требования безопасности	7
4 Описание приборов и принципов работы.....	10
4.1 Назначение и область применения.....	12
4.2 Условия окружающей среды.....	13
4.3 Состав	14
4.4 Технические характеристики.....	18
4.5 Устройство и работа.....	33
5 Подготовка к работе.....	37
5.1 Эксплуатационные ограничения	37
5.2 Требования к рабочему месту и порядок установки на рабочее место .	37
5.3 Контрольно-профилактические работы.....	38
5.3.1 Проверка внешнего вида	38
5.3.2 Чистка коаксиальных соединителей	41
5.3.3 Измерение присоединительных размеров	41
5.3.4 Сочленение коаксиальных соединителей.....	45
5.3.5 Расчленение коаксиальных соединителей.....	48
5.4 Подготовка к работе.....	49
5.4.1 Меры по обеспечению безопасности обслуживающего персонала	49
5.4.2 Начальные установки.....	49
5.4.3 Порядок установки и загрузки программного обеспечения.....	49
5.4.4 Подготовка к измерениям	49
6 Средства измерений, инструменты и принадлежности	52
7 Порядок работы	56
8 Техническое обслуживание.....	56
9 Текущий ремонт	57
9.1 Общие положения	57
9.2 Гарантийный ремонт.....	57
10 Хранение, транспортирование, упаковка.....	59
10.1 Хранение	59
10.2 Транспортирование	59
10.2.1 Погрузка и выгрузка. Общие положения	59
10.2.2 Условия транспортирования	59
10.3 Упаковка.....	60
10.3.1 Общие положения	60
10.3.2 Распаковывание	61

10.3.3 Упаковывание	61
11 Маркировка и пломбирование	63
12 Гарантии предприятия-изготовителя	63
13 Утилизация.....	63

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

Анализаторы цепей векторные Р4226А выпускаются по техническим условиям ЖНКЮ.468166.066 ТУ.

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил использования, транспортирования и хранения анализаторов цепей векторных Р4213, Р4226, Р4226А (далее – анализаторы1)).

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.

Год изготовления анализатора должен быть указан на его задней панели и (или) в его формуляре.

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

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

К эксплуатации анализаторов допускается персонал с соответствующей инженерной квалификацией, прошедший инструктаж и проверку знаний согласно межотраслевым правилам по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок, также прошедший подготовку по работе с анализаторами согласно настоящему РЭ и имеющий вторую группу допуска по работе с напряжением до 1000 В. К работе с использованием низкотемпературных генераторов шума допускается персонал, прошедший инструктаж по охране труда при работе с жидким азотом и сосудами Дьюара. К контрольно-профилактическим работам допускаются лица, дополнительно прошедшие инструктаж по охране труда при работе со спиртом.

1) Здесь и далее по тексту при использовании термина «анализаторов» 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 типа и (или) модификации, например, анализатор Р4213/1.

1 Нормативные ссылки

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

ГОСТ 10354-82 Плёнка полиэтиленовая. Технические условия

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

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

ГОСТ 5556-81 Вата медицинская гигроскопическая. Технические условия

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

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

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

2 Определения, обозначения и сокращения

В настоящем руководстве по эксплуатации использованы следующие определения, обозначения и сокращения:

анализатор – векторный анализатор цепей P4213, или P4226, или P4226A;

предприятие-изготовитель – АО «Научно-производственная фирма «Микран».

АЦ – то же, что анализатор.

АХ – амплитудная характеристика.

ВАЦ – векторный анализатор цепей.

ВВФ – внешние воздействующие факторы.

ВЧ (СВЧ) – высокая (сверхвысокая) частота.

ГШ – генератор шума.

ИУ – исследуемое устройство.

КО – коэффициент отражения.

КП – коэффициент передачи.

КУ – коэффициент усиления.

КШ – коэффициент шума.

ОГ – опорный генератор.

ПГ – погрешность.

ПК – персональный компьютер.

РЭ – руководство по эксплуатации.

СИ – средство измерения.

СЧ – синтезатор частот.

ТТЛ – транзисторно-транзисторная логика.

3 Требования безопасности

❗ *Внимание! Предприятие-изготовитель не несёт ответственности за последствия неправильной эксплуатации анализатора, нарушения правил безопасности и несоблюдения прочих необходимых мер предосторожности.*

При эксплуатации анализатора необходимо соблюдать «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила устройства электроустановок», актуальные на момент использования анализаторов.

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

❗ *Предостережение: при работе с анализатором возможно поражение электрическим током.*

В измерительном блоке анализатора имеется напряжение $\sim (230 \pm 23)$ В, поэтому при эксплуатации и контрольно-профилактических работах, проводимых с анализатором, строго соблюдайте соответствующие меры предосторожности:

- перед работой необходимо проверить наличие системы защитного заземления;
- перед подключением анализатора к сети или подключением к нему других приборов необходимо путём визуального осмотра убедиться в исправности кабеля питания и соединить зажим защитного заземления, обозначенный символом \oplus и находящийся на задней панели прибора, с заземляющим проводником (в крайнем случае, с занулённым зажимом питающей сети);
- запрещается заземлять анализатор через систему отопления и другие системы, не приспособленные для этой цели (при отсутствии системы заземления необходимо воспользоваться занулённым зажимом питающей сети)
- допускается не соединять клемму анализатора \oplus с системой заземления или занулённым зажимом питающей сети только в том случае, когда в сети электропитания предусмотрена жила защитного заземления; в этом случае нужно убедиться, что контакт заземления в розетке действительно обеспечивает требуемое сопротивление заземления;

❗ Внимание! При появлении запаха гари, дыма и т.п. незамедлительно обесточить анализатор!

- запрещается включать в сеть электропитания незаземленный анализатор;
- запрещается нарушать защитные пломбы, производить самостоятельный ремонт;
- зажим защитного заземления следует отсоединять только после отключения анализатора от сети питания и от других приборов;
- запрещается подавать на СВЧ-входы анализатора мощность и постоянное напряжение, превышающие значения, указанные на передней панели анализатора рядом со знаком , расположенным около соединителей портов 1 и 2.

i *Внимание! Перед сочленением соединителей, во избежание их повреждения, необходимо контролировать их присоединительные размеры (см. п. 5.3). Сочленение коаксиальных соединителей производить только вращением гайки соединителя «вилка», затягивание гайки осуществлять тарированным ключом.*

i *Внимание! Волноводы сечением 23×10 мм и более не рекомендуется накручивать непосредственно на порты анализатора во избежание повреждения их соединителей. Накручивание рекомендуется производить с использованием кабеля СВЧ из комплекта поставки!*

i *Внимание! После подсоединения кабелей СВЧ (из комплекта поставки) к анализатору для уменьшения вероятности их лишних изгибов, на свободный соединитель кабелей рекомендуется подключить переход и далее при калибровке и измерениях его не отсоединять.*

Между выключением и последующим включением анализатора необходимо выдержать интервал не менее 30 с.

❗ Внимание! Во избежание короткого замыкания между внутренним и внешним проводниками разъёма питания генератора шума анализатора не рекомендуется оставлять кабель типа BNC, вилка – BNC, вилка подключённым к анализатору без генератора шума. При подключении разъёма питания к ГШ с помощью кабеля BNC, вилка – BNC, вилка в первую очередь кабель подключать к ГШ, и только после этого к анализатору!

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

❗ Внимание! При проведении всех видов работ с анализаторами используйте антистатический браслет, подключённый к шине защитного заземления!

При чистке соединителей спиртом необходимо соблюдать следующие

правила:

- рекомендуется использовать спирт согласно ГОСТ 18300-87;
- пары спирта взрывоопасны, поэтому чистку соединителей нужно проводить в хорошо проветриваемом помещении;
- хранить спирт необходимо в хорошо закрытых контейнерах;
- чистку соединителей анализатора проводить только при выключенном электропитании, избегая попадания спирта в глаза, на кожу, одежду и в дыхательные пути;
- спирт технический может являться причиной отравления при его попадании в органы пищеварения;
- во избежание случайного пролития и возгорания спирта чистку необходимо проводить на специально подготовленном чистом рабочем месте в отдалении от потенциальных очагов воспламенения (нагревательных приборов, открытого пламени, искрящихся контактов);
- при случайном пролитии спирта на рабочем месте необходимо немедленно протереть рабочее место легко впитывающим материалом и утилизировать данный материал надлежащим образом;
- при воспламенении спирта запрещается производить тушение водой и средствами на водной основе; тушение проводится порошковыми, углекислотными огнетушителями или песком.

При использовании в измерениях низкотемпературных генераторов шума, заполняемых жидким азотом, необходимо соблюдать следующие правила:

- заливку азота производить только через воронку;
- поскольку в начале заливки происходит бурное кипение азота, его следует наливать малой струёй (при этом в резервуаре устанавливается низкая температура), не допуская попадания брызг жидкости на одежду, обувь, открытые участки тела;
- заполненный генератор шума должен быть закреплён;
- запрещается сливать азот из НГШ;
- новую заливку следует производить только после полного испарения всего азота.

4 Описание приборов и принципов работы

Анализаторы цепей векторные Р4213, Р4226 и Р4226А (далее – АЦ) поддерживают следующие основные виды измерений: измерение S-параметров. АЦ дополнительно поддерживает измерение коэффициента шума (далее – КШ).

Принцип действия АЦ при измерении S-параметров основан на принципе рефлектометра – раздельного выделения измерительных сигналов: падающего, прошедшего через измеряемый СВЧ четырехполюсник и отраженных от его входов, преобразования их в опорный и измеряемые сигналы, формирование напряжений, пропорциональных этим сигналам, и дальнейшего дискретного преобразования этих напряжений с целью цифровой обработки и индикации измеряемых величин. Выделение измерительных сигналов производится с помощью направленных ответвителей. Принцип измерения КШ основан на измерении модуля коэффициента передачи исследуемого четырехполюсника и спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения на его выходе, приведенной к его входу и выраженной в масштабе единиц $k \cdot T_0$, где k – постоянная Больцмана, а $T_0 = 293$ К. Измерение КШ проводится с помощью генератора шума (не входит в комплект поставки АЦ).

АЦ совмещают в себе синтезированный источник сигнала, измеритель S-параметров и настраиваемый приемник в одном корпусе. В состав АЦ входят: синтезатор частот, две пары направленных ответвителей, два опорных и два измерительных приемника, блок сбора данных и управления, источник питания, а также плата приемника шумового сигнала, подключаемая ко второму порту АЦ, при измерении КШ.

АЦ выполняются в двух вариантах корпусов. Внешний вид анализаторов в двух вариантах корпусов с обозначением мест нанесения знака утверждения типа, знака поверки, заводского номера и защиты от несанкционированного доступа в виде пломбирования представлен на рисунках 4.1–4.5.



Рисунок 4.1 – Внешний вид векторного анализатора цепей Р4213 (передняя панель).



Рисунок 4.2 – Внешний вид векторного анализатора цепей P4226 (передняя панель).



Рисунок 4.3 – Внешний вид векторного анализатора цепей P4226A (передняя панель) в зависимости от исполнения.

Место для пломбирования от несанкционированного доступа

Место нанесения знака об утверждении типа средства измерений, знака поверки и заводского номера



Рисунок 4.4 – Общий вид задней панели P4213, P4226, P4226A (для одного из вариантов исполнения).

Место для пломбирования от несанкционированного доступа

Место нанесения знака об утверждении типа средства измерений, знака поверки и заводского номера



Рисунок 4.5 – Общий вид задней панели Р4226А (для одного из вариантов исполнения).

4.1 Назначение и область применения

Наименование, тип, обозначение СИ: Анализаторы цепей векторные Р4213, Р4226 и Р4226А.

Номер свидетельства об утверждении типа: _____.

Регистрационный номер по Государственному Реестру СИ СИ:

Анализаторы цепей векторные предназначены для измерения комплексных коэффициентов передачи и отражения (S -параметров) двухполюсников и четырёхполюсников в метрических и дюймовых коаксиальных волноводах с диаметрами поперечных сечений 7,00/3,04; 3,50/1,52; а также в прямоугольных волноводах с сечениями 11×5,5, 16×8, 23×10, 28,5×12,6, 35×15, 40×20, 48×24, 58×25, 72×34 мм (более подробно см. п. 4.4). Для трактов с диаметрами сечений, отличными от 3,50/1,52 (дюйм), необходимо использовать соответствующие наборы мер, а также переходы на этапе калибровки и (или) измерений. Калибровка может осуществляться с помощью механических наборов мер, мер для волноводов, калибраторов электронных. Анализаторы цепей векторные совмещают в себе синтезированный источник сигнала, измеритель S -параметров и настраиваемый приемник в одном корпусе. В состав АЦ входят: синтезатор частот, две пары направленных ответвителей, два опорных и два измерительных приемника, блок сбора данных и управления, источник питания, а для Р4226А также плата приемника шумового сигнала, подключаемая ко второму порту АЦ, при измерении КШ.

Анализаторы цепей векторные 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 СВЧ узлов, используемых в радиоэлектронике, связи, приборостроении, измерительной технике и др.

Анализаторы цепей векторные работают в нормальных условиях применения.

Анализаторы цепей векторные 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

Рабочие условия применения и предельные условия транспортирования приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

Т а б л и ц а 4.1– Рабочие условия применения

Влияющая величина	Значение
Температура окружающего воздуха, °С:	
– нижнее значение	15
– верхнее значение, °С	35
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %	
– Р4213Р4226	85
– Р4226А	90
Атмосферное давление, мм рт.ст.	537–800

Т а б л и ц а 4.2 – Предельные условия транспортирования

Влияющая величина	Значение
Температура окружающего воздуха, °С:	
– нижнее значение	минус 50
– верхнее значение	70

Влияющая величина	Значение
Относительная влажность воздуха при 30 °С, %	95
Атмосферное давление, мм рт.ст.	537–800
Механические удары многократного действия (в транспортной упаковке):	
– число ударов в минуту	80
– максимальное ускорение, м/с ² (g)	30
– длительность импульса, мс	6
– число ударов по каждому направлению воздействия	4000

4.3 Состав

Для расширения функциональных возможностей Р4213 и Р4226 предусмотрены следующие опции:

опция 11Р – входной соединитель тип N (розетка), только для анализатора Р4213. Наличие данной опции исключает опцию 01Р;

опция 01Р – входной соединитель тип III (розетка), только для анализатора Р4213. Наличие данной опции исключает опцию 11Р;

опция 13Н – входной соединитель тип NMD 3,5 мм (вилка), только для анализатора Р4226 и Р4226А

опция ДПА – прямой доступ к входам измерительных и опорных приёмников;

опция ДМА –аттенюаторы на выходе СЧ и на входе приёмников;

опция СПА – переключатель в первом опорном канале;

опция ИИП –импульсные измерения;

опция СЧП – смещение частоты приёмника.

Для Р4226А опций не предусмотрено (опции, аналогичные опциям ДПА, ДМА, СПА, ИИП и СЧП Р4213, Р4226 входят по умолчанию).

Существующие модификации анализаторов Р4213, Р4226 с указанием соответствующих наборов опций приведены в таблице 4.3. Для Р4226А модификации не предусмотрены.

Т а б л и ц а 4.3 – Модификации анализаторов Р4213 и Р4226.

Наименование	Примечание
Анализатор цепей векторный Р4213/1	опция «01Р»
Анализатор цепей векторный Р4213/2	опция «11Р»
Анализатор цепей векторный Р4213/3	опции «01Р», «ДПА»
Анализатор цепей векторный Р4213/4	опции «11Р», «ДПА»
Анализатор цепей векторный Р4213/5	опции «01Р», «ДМА»
Анализатор цепей векторный Р4213/6	опции «11Р», «ДМА»
Анализатор цепей векторный Р4226/1	опция «13Н»

Анализатор цепей векторный Р4226/2	опции «13Н», «ДПА»
Анализатор цепей векторный Р4226/3	опции «13Н», «ДМА»
Анализатор цепей векторный Р4226/4	опции «13Н», «ДПА», «СПА»
Анализатор цепей векторный Р4226/5	опции «13Н», «ДМА», «СПА»
 * Установка опций ВОП, ИИП, СЧП возможна в любую модификацию.	

Комплектность поставки анализаторов приведена в таблице 4.4 и 4.5.

Т а б л и ц а 4.4 – Комплект поставки анализаторов Р4213 и Р4226

Наименование, тип	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
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 Р4226/1; Р4226/2; Р4226/3; Р4226/4, Р4226/5	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 Р4213 с опцией «11Р» и только парами 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.685671.172-00.05 ЖНКЮ.685671.145-00.09 ЖНКЮ.685671.172-00.09	1 1 1 1	поставляются для Р4213 с опцией «01Р» и только парами 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 Р4226 (длиной 0,7 м только парами)
Кабель	ЖНКЮ.685671.069	6	перемычки, для опций «ДПА», «ДМА»
Ключ тарифованный КТ-4	ЖНКЮ.296442.001-03	1	только для Р4213
Ключ поддерживающий КП-2	ЖНКЮ.764431.006	1	только для Р4213
Ключ тарифованный КТ-3	ЖНКЮ.296442.001-02	1	только для Р4226
Ключ поддерживающий КП-3	ЖНКЮ.764431.011	1	только для Р4226
Кабель <i>Ethernet</i>	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 ЖНКЮ.468166.033 ФО	1	для Р4213 для Р4226
Методика поверки	МП-191-РА.RU.310556-2019	1	
Программный комплекс GraphitР4М	ЖНКЮ.02009-00	1	поставляется на цифровом носителе
Электронный калибратор Р4М-ЭК4-18А-01-01 Р4М-ЭК4-18А-01Р-01	ЖНКЮ.468169.008-12 ЖНКЮ.468169.008-13	1	Тип соединителей: III (вилка – вилка) III (розетка – вилка)

Р4М-ЭК4-18А-01Р-01Р 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.468169.008-14 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		III(розетка – розетка) 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)
Набор калибровочных мер 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 ЖНКЮ.468916.015-01	1	для Р4213 для Р4226
Примечание - количество и типы кабелей СВЧ, тарифованных и поддерживающих ключей, волно-водных калибровочных наборов и электронных калибраторов определяются при заказе.			

Т а б л и ц а 4.5 – Комплектность анализатора Р4226А

Наименование, тип	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
Анализатор цепей векторный Р4226А	ЖНКЮ.468166.066	1	–
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)	длиной 0,7 м поставляются только парами
Кабель-перемычка	ЖНКЮ.685671.515	6	перемычки передней панели
Ключ тарифованный КТ-3	ЖНКЮ.296442.001-02	1	–
Ключ поддерживающий КП-3	ЖНКЮ.764431.011	1	–
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.468166.066 ФО	1	–
Программное обеспечение Graphit Р4М	ЖНКЮ.02065-01	1	поставляется на цифровом носителе
Наборы калибровочных мер НКММ-01-01Р НКММ-11-11Р	ЖНКЮ.468955.003 ЖНКЮ.468955.004	–	по отдельному заказу III N

Наименование, тип	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
НКММ-03-03Р НКММ-13-13Р	ЖНКЮ.468955.001 ЖНКЮ.468955.002		IX вар.3 3,5 мм
Калибратор электронный		1	Тип соединителей:
Р4М-ЭК4-20-03-03	ЖНКЮ.468169.008-06		IX (вилка – вилка)
Р4М-ЭК4-20-03Р-03	ЖНКЮ.468169.008-07		IX (розетка – вилка)
Р4М-ЭК4-20-03Р-03Р	ЖНКЮ.468169.008-08		IX (розетка – розетка)
Р4М-ЭК4-20-13-13	ЖНКЮ.468169.008-09		3,5 мм (вилка – вилка)
Р4М-ЭК4-20-13Р-13	ЖНКЮ.468169.008-10		3,5 мм (розетка – вилка)
Р4М-ЭК4-20-13Р-13Р	ЖНКЮ.468169.008-11		3,5 мм (розетка – розетка)
Переход коаксиальный		1(2)	Комплектуется при использовании НКМВ-У с типом соединителей III, N (по ГОСТ РВ 51914-2002)
Набор калибровочных мер		1	Сечение волновода
НКМВ-У-72х34-01-01Р	ЖНКЮ.468955.097		72х34
НКМВ-У-72х34-11-11Р	ЖНКЮ.468955.097-01		72х34
НКМВ-У-72х34-01Р-01Р	ЖНКЮ.468955.097-02		72х34
НКМВ-У-72х34-11Р-11Р	ЖНКЮ.468955.097-03		72х34
НКМВ-У-58х25-01-01Р	ЖНКЮ.468955.081		58х25
НКМВ-У-58х25-11-11Р	ЖНКЮ.468955.081-01		58х25
НКМВ-У-58х25-01Р-01Р	ЖНКЮ.468955.081-02		58х25
НКМВ-У-58х25-11Р-11Р	ЖНКЮ.468955.081-03		58х25
НКМВ-У-48х24-01-01Р	ЖНКЮ.468955.085		48х24
НКМВ-У-48х24-11-11Р	ЖНКЮ.468955.085-01		48х24
НКМВ-У-48х24-01Р-01Р	ЖНКЮ.468955.085-02		48х24
НКМВ-У-48х24-11Р-11Р	ЖНКЮ.468955.085-03		48х24
НКМВ-У-40х20-01-01Р	ЖНКЮ.468955.083		40х20
НКМВ-У-40х20-11-11Р	ЖНКЮ.468955.082		40х20
НКМВ-У-40х20-01Р-01Р	ЖНКЮ.468955.083-01		40х20
НКМВ-У-40х20-11Р-11Р	ЖНКЮ.468955.082-01		40х20
НКМВ-У-35×15-01-01Р	ЖНКЮ.468955.057		35×15
НКМВ-У-35×15-11-11Р	ЖНКЮ.468955.058		35×15
НКМВ-У-35×15-01Р-01Р	ЖНКЮ.468955.105		35×15
НКМВ-У-35×15-11Р-11Р	ЖНКЮ.468955.105-01		35×15
НКМВ-У-28,5×12,6-01-01Р	ЖНКЮ.468955.026		28,5×12,6
НКМВ-У-28,5×12,6-11-11Р	ЖНКЮ.468955.027		28,5×12,6
НКМВ-У-28,5×12,6-01Р-01Р	ЖНКЮ.468955.040		28,5×12,6
НКМВ-У-28,5×12,6-11Р-11Р	ЖНКЮ.468955.041		28,5×12,6
НКМВ-У-28,5×12,6-13Р-13Р	ЖНКЮ.468955.089		28,5×12,6
НКМВ-У-28,5×12,6-03Р-03Р	ЖНКЮ.468955.089-01		28,5×12,6
НКМВ-У-28,5×12,6-13-13Р	ЖНКЮ.468955.089-02		28,5×12,6
НКМВ-У-28,5×12,6-03-13Р	ЖНКЮ.468955.089-03		28,5×12,6

Наименование, тип	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
НКМВ-У-23×10-01-01Р	ЖНКЮ.468955.028		23×10
НКМВ-У-23×10-11-11Р	ЖНКЮ.468955.029		23×10
НКМВ-У-23×10-03-03Р	ЖНКЮ.468955.030		23×10
НКМВ-У-23×10-13-13Р	ЖНКЮ.468955.031		23×10
НКМВ-У-23×10-01Р-01Р	ЖНКЮ.468955.042		23×10
НКМВ-У-23×10-11Р-11Р	ЖНКЮ.468955.043		23×10
НКМВ-У-23×10-03Р-03Р	ЖНКЮ.468955.044		23×10
НКМВ-У-23×10-13Р-13Р	ЖНКЮ.468955.045		23×10
НКМВ-У-16×8-13Р-13Р	ЖНКЮ.468955.049		16×8
НКМВ-У-11×5,5-13Р-13Р	ЖНКЮ.468955.051		11×5,5
Упаковка	–	1	–

Примечание – Количество и типы кабелей СВЧ, тарированных и поддерживающих ключей, наборов калибровочных мер, переходов коаксиальных и калибраторов электронных определяются при заказе. В комплекте должно присутствовать не менее одного кабеля СВЧ для измерений в коаксиальном волноводе, и не менее двух для измерений в прямоугольном волноводе.

4.4 Технические характеристики

Основные метрологические и основные технические характеристики для Р4213, Р4226 и Р4226А приведены в таблицах 4.6–4.12. Дополнительные технические характеристики приведены в таблице 4.13.

Т а б л и ц а 4.6 – Основные метрологические характеристики Р4213, Р4226

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц: для Р4213 - при работе в коаксиальном волноводе - при работе в прямоугольном волноводе 35×15 мм - при работе в прямоугольном волноводе 28,5×12,6 мм - при работе в прямоугольном волноводе 23×10 мм	от 0,3 до 13500 от 5640 до 8150 от 6850 до 9930 от 8150 до 12050
для Р4226 - при работе в коаксиальном волноводе - при работе в прямоугольном волноводе 23×10 мм - при работе в прямоугольном волноводе 16×8 мм - при работе в прямоугольном волноводе 11×5,5 мм	от 10 до 26500 от 8150 до 12050 от 12050 до 17440 от 17440 до 25950
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала:	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Диапазон установки уровня выходной мощности, дБ/мВт 1) для Р4213: без опции «ДМА» - в диапазоне частот до 10 МГц включ. - в диапазоне частот св. 10 МГц до 6 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 6 ГГц до 13,5 ГГц включ. с опцией «ДМА»	от -20 до 5 от -20 до 10 от -25 до 10

<p>- в диапазоне частот до 10 МГц включ. - в диапазоне частот св. 10 МГц до 13,5 ГГц включ. для Р4226: без опции «ДМА» - в диапазоне частот до 13,25 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 13,25 ГГц до 26,5 ГГц включ. с опцией «ДМА»</p>	<p>от -50 до 5 от -50 до 10</p> <p>от -20 до 10 от -25 до 10 от -50 до 10</p>
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня выходной мощности, дБ: - при уровне мощности от минус 20 дБ/мВт до 10 дБ/мВт - при уровне мощности менее минус 20 дБ/мВт</p>	<p>±1,0 ±1,5</p>
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерения уровня входной мощности (для диапазона установки уровня выходной мощности), дБ:</p>	<p>±1,5</p>
<p>Диапазон ослаблений аттенуаторов измерительных приёмников (для измерителей с опцией «ДМА», с шагом 10 дБ и точностью установки величины ослабления ±2,0 дБ), дБ:</p>	<p>от 0 до 30</p>
<p>Средний уровень собственного шума приёмников в диапазоне частот, дБ/мВт в полосе 1 Гц, не более для Р4213: - в диапазоне частот от 300 кГц до 10 МГц включ. - в диапазоне частот св. 10 МГц до 13,5 ГГц включ. для Р4226: - в диапазоне частот от 50 МГц до 200 МГц включ. - в диапазоне частот св. 200 МГц до 500 МГц включ. - в диапазоне частот св. 500 МГц до 1 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 1 ГГц до 13,25 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 13,25 ГГц до 26,5 ГГц включ.</p>	<p>-100 -125</p> <p>-80 -120 -125 -127 -133</p>
<p>Диапазон измерений модуля коэффициента отражения:²⁾</p>	<p>от 0 до 1</p>
<p>Диапазон измерения модуля коэффициента передачи, дБ 3) для Р4213: - в диапазоне частот от 300 кГц до 10 МГц включ. - в диапазоне частот св. 10 МГц до 13,5 ГГц включ.</p>	<p>от -90 до 30 от -115 до 35</p>
<p>для Р4226: - в диапазоне частот до 200 МГц включ. - в диапазоне частот св. 200 МГц до 500 МГц включ. - в диапазоне частот св. 500 МГц до 1 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 1 ГГц до 13,25 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 13,25 ГГц до 26,5 ГГц включ.</p>	<p>от -70 до 30 от -110 до 30 от -115 до 30 от -117 до 35 от -123 до 35</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения двух-полюсников ΔS11 (ΔS22), после калибровки с:^{4) 5)} - набором калибровочных мер (таблица 4.12) - калибратором электронным⁶⁾ - набором калибровочных мер для прямоугольного волновода</p>	<p>±(0,011+0,006· S11 +0,014· S11 ²) ±(0,012+0,011· S11 +0,032· S11 ²) ±(0,010+0,011· S11 +0,032· S11 ²)</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения четы-</p>	

рехполосников $\Delta S11$ ($\Delta S22$), после калибровки с: ^{4) 5)}	
- набором калибровочных мер (таблица 4.12)	$\pm(0,011+0,006 \cdot S11 +0,014 \cdot S11 ^2+0,014 \cdot S21 \cdot S12)$
- калибратором электронным ⁶⁾	$\pm(0,012+0,011 \cdot S11 +0,032 \cdot S11 ^2+0,018 \cdot S21 \cdot S12)$
- набором калибровочных мер для прямоугольного волновода	$\pm(0,010+0,011 \cdot S11 +0,032 \cdot S11 ^2+0,018 \cdot S21 \cdot S12)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения двухполосников, градус: ^{4) 5)}	
- при измерениях непосредственно на порту АЦ	$\pm(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta S11/ S11)$
- при измерениях с использованием кабеля СВЧ	$\pm[1 + (180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta S11/ S11)]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения четырёхполосников, градус: ^{4) 5)}	
- при измерениях непосредственно на порту АЦ	$\pm(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta S11/ S11)$
- при измерениях с использованием кабеля СВЧ	$\pm[1 + (180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta S11/ S11)]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи $\Delta S21$ ($\Delta S12$), дБ, после калибровки с: ^{4) 5) 7)}	
- набором калибровочных мер (таблица 4.12)	
- калибратором электронным ⁶⁾	$\pm 20 \cdot \lg(1 - (0,020 + 0,014 \cdot S11 + 0,014 \cdot S22 + (5/2)^N \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot S21 ^{-1}))$
- набором калибровочных мер для прямоугольного волновода	$\pm 20 \cdot \lg(1 - (0,025 + 0,032 \cdot S11 + 0,018 \cdot S22 + (5/2)^N \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot S21 ^{-1}))$
- набором калибровочных мер для прямоугольного волновода	$\pm 20 \cdot \lg(1 - (0,030 + 0,014 \cdot S11 + 0,014 \cdot S22 + (5/2)^N \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot S21 ^{-1}))$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи, градус: ^{4) 5)}	
	$\pm[0,5 + (180/\pi) \cdot \arcsin(1 - 10^{\Delta S21/20})]$
Среднеквадратическое значение шумов измерительной трассы при измерении модуля коэффициента передачи и коэффициента отражения, ⁸⁾ при выходной мощности 0 дБ/мВт и полосе фильтра ПЧ 1 кГц, дБ, не более:	
для Р4213	
- в диапазоне частот от 300 кГц до 100 МГц включ.	0,01
- в диапазоне частот св. 100 МГц до 13,5 ГГц включ.	0,003
для Р4226	
- в диапазоне частот от 10 МГц до 100 МГц включ.	0,01
- в диапазоне частот св. 100 МГц до 26,5 ГГц включ.	0,003
Параметры измерительных портов нескорректированные:	
Модуль коэффициента отражения в режиме источника сигнала, дБ, не более:	
для Р4213	
- в диапазоне частот от 10 МГц до 2 ГГц включ.	-20
- в диапазоне частот св. 2 ГГц до 13,5 ГГц включ.	-12

для Р4226 - в диапазоне частот от 100 МГц до 12 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 12 ГГц до 26,5 ГГц включ.	-14 -10
Модуль коэффициента отражения в режиме приёмника сигнала в диапазоне частот, дБ, не более: для Р4213 - в диапазоне частот от 10 МГц до 2 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 2 ГГц до 13,5 ГГц включ. для Р4226 - в диапазоне частот от 100 МГц до 12 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 12 ГГц до 26,5 ГГц включ.	-20 -10 -12 -9
Направленность, дБ, не более: для Р4213 - в диапазоне частот от 10 МГц до 2 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 2 ГГц до 13,5 ГГц включ. для Р4226	-25 -18 -18
<p>Примечания:</p> <p>1) Сокращение дБ/мВт обозначает уровень мощности в дБ относительно 1 мВт.</p> <p>2) Погрешности нормируется в диапазоне модуля коэффициента отражения S_{11} от 0,012 до 0,998 и полосе пропускания фильтра ПЧ от 10 Гц до 1 кГц.</p> <p>3) Диапазон и погрешность измерений модуля коэффициента передачи от 0 дБ до 30 (35) дБ обеспечивается после выполнения полной двухпортовой калибровки при уровне выходной мощности минус 20 (минус 25) дБ/мВт соответственно.</p> <p>4) Диапазоны и пределы погрешностей измерений коэффициентов передачи и отражения приведены при использовании кабелей СВЧ из комплекта поставки, при уровне выходной мощности источника сигнала минус 10 дБ/мВт, при ослаблении аттенюаторов приёмников 0 дБ, для рабочего диапазона температур окружающей среды и изменении температуры не более ± 2 °С после выполнения однопортовой (только для коэффициента отражения) или полной двухпортовой калибровки (включая изоляцию), с использованием:</p> <ul style="list-style-type: none"> - калибратора электронного ⁶⁾, указанного в таблице 4.4; - набора калибровочных мер для прямоугольного волновода, указанного в таблице 4.4 (только двухпортовая калибровка); - набора калибровочных мер для коаксиального волновода (не входит в комплект, требуемые параметры приведены в таблице 4.12). <p>5) S_{11}, S_{12}, S_{21} и S_{22} – модули S-параметров измеряемого устройства, отн. ед.</p> <p>6) Нижняя граница диапазона рабочих частот калибратора электронного равна 10 МГц</p> <p>7) $N = 0$ при полосе пропускания фильтра ПЧ $\Delta f_{ПЧ} = 10$ 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.</p> <p>8) Определяется при соединении измерительных портов кабелем СВЧ и при подключении к измерительным портам короткозамкнутых нагрузок.</p>	

Т а б л и ц а 4.7 – Основные метрологические характеристики Р4226А

Наименование характеристики	Значение характеристики
-----------------------------	-------------------------

Наименование характеристики	Значение характеристики
<p>1 Диапазон рабочих частот, МГц:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при работе в коаксиальном волноводе - при работе в прямоугольном волноводе 72×34 мм - при работе в прямоугольном волноводе 58×25 мм - при работе в прямоугольном волноводе 48×24 мм - при работе в прямоугольном волноводе 40×20 мм - при работе в прямоугольном волноводе 35×15 мм - при работе в прямоугольном волноводе 28,5×12,6 мм - при работе в прямоугольном волноводе 23×10 мм - при работе в прямоугольном волноводе 16×8 мм - при работе в прямоугольном волноводе 11×5,5 мм 	<p>от 10 до 26500 от 2590 до 3940 от 3200 до 4800 от 3940 до 5640 от 4800 до 6850 от 5640 до 8150 от 6850 до 9930 от 8150 до 12050 от 12050 до 17440 от 17440 до 25950</p>
<p>2 Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала:</p>	<p>$\pm 2 \cdot 10^{-6}$</p>
<p>3 Диапазон установки уровня выходной мощности, дБ/мВт¹⁾</p> <p>Для ПОРТ 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 МГц включ. <p>Для ПОРТ 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - в диапазоне частот от 10 МГц до 100 МГц включ. - в диапазоне частот св. 100 МГц до 24 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 24 ГГц до 26,5 ГГц включ. 	<p>от -50 до 10 от -50 до 3 от -50 до 10 от -50 до 7</p>
<p>4 Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности, дБ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - при уровне мощности от минус 20 дБ/мВт до 10 дБ/мВт - при уровне мощности менее минус 20 дБ/мВт 	<p>$\pm 1,0$ $\pm 1,5$</p>
<p>5 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня входной мощности (для диапазона установки уровня выходной мощности), дБ:</p>	<p>$\pm 1,5$</p>
<p>6 Диапазон ослаблений аттенюаторов измерительных приемников (с шагом 10 дБ и пределами погрешности установки величины ослабления $\pm 2,0$ дБ), дБ:</p>	<p>от 0 до 30</p>
<p>7 Средний уровень собственного шума приемников в диапазоне частот, дБ/мВт в полосе 1 Гц, не более</p> <p>Для ПОРТ 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц включ. - в диапазоне частот св. 50 МГц до 200 МГц включ. - в диапазоне частот св. 200 МГц до 500 МГц включ. - в диапазоне частот св. 500 МГц до 1 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 1 ГГц до 13,25 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 13,25 ГГц до 26,5 ГГц включ. <p>Для ПОРТ 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц включ. - в диапазоне частот св. 50 МГц до 200 МГц включ. - в диапазоне частот св. 200 МГц до 500 МГц включ. - в диапазоне частот св. 500 МГц до 1 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 1 ГГц до 13,25 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 13,25 ГГц до 26,5 ГГц включ. 	<p>-80 -100 -120 -125 -127 -132 -80 -100 -120 -125 -125 -127</p>

Наименование характеристики	Значение характеристики
8 Диапазон измерений модуля коэффициента отражения	от 0 до 1
9 Диапазон измерений модуля коэффициента передачи, дБ ²⁾ Для ПОРТ 1 - в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц включ. - в диапазоне частот св. 50 МГц до 200 МГц включ. - в диапазоне частот св. 200 МГц до 500 МГц включ. - в диапазоне частот св. 500 МГц до 1 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 1 ГГц до 13,25 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 13,25 ГГц до 26,5 ГГц включ. Для ПОРТ 2 - в диапазоне частот от 10 МГц до 50 МГц включ. - в диапазоне частот св. 50 МГц до 200 МГц включ. - в диапазоне частот св. 200 МГц до 500 МГц включ. - в диапазоне частот св. 500 МГц до 1 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 1 ГГц до 13,25 ГГц включ. - в диапазоне частот св. 13,25 ГГц до 26,5 ГГц включ.	от -70 до 80 от -90 до 80 от -110 до 80 от -115 до 80 от -117 до 80 от -122 до 80 от -70 до 80 от -90 до 80 от -110 до 80 от -115 до 80 от -115 до 80 от -117 до 80
10 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения (КО) ³⁾⁴⁾	см. таблицу 4.8
11 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы КО ³⁾⁴⁾	
12 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи (КП) ³⁾⁴⁾	
13 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы КП ³⁾⁴⁾	см. таблицу 4.9
14 Среднеквадратическое значение шумов измерительной трассы при измерении модуля коэффициента передачи и коэффициента отражения, ⁵⁾ при выходной мощности 0 дБ/мВт и полосе фильтра ПЧ 1 кГц, дБ, не более: - в диапазоне частот от 10 МГц до 100 МГц включ. - в диапазоне частот св. 100 МГц до 26,5 ГГц включ.	0,01 0,004
Измерение коэффициента шума (КШ):	
15 Диапазон суммы $S_0 = (КШ [дБ] + S_{21} [дБ])$ исследуемого устройства (ИУ), при $ S_{21} \geq 4,5$ дБ ⁶⁾	от 5 до 40
16 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений КШ (для ИУ с КСВН не более 1,7) в диапазоне от 0,1 до 26,5 ГГц, ИОШТ генератора шума (ГШ) 15 дБ в зависимости от пределов погрешности (ПГ) ИОШТ ГШ, дБ ⁴⁾⁷⁾⁸⁾	см. таблицу 4.10
17 КСВН входа порта 2 при измерении КШ в диапазоне от 0,1 до 26,5 ГГц, не более	2,35
¹⁾ Сокращение дБ/мВт обозначает уровень мощности в дБ относительно 1 мВт. ²⁾ Для КП > 0 дБ понимается коэффициент усиления активных устройств, который может быть обеспечен путем изменения выходной мощности АЦ до минус 50 дБм/мВт и установки ослабления аттенюатора приемника АЦ до 30 дБ.	

Наименование характеристики	Значение характеристики
<p>При этом для $0 \text{ дБ} < \text{КП} \leq 50 \text{ дБ}$, ПГ КП будет соответствовать КП из таблицы 4.9, равного сумме значений выходной мощности ПОРТ 1 и коэффициента усиления ИУ, минус установленное ослабление аттенюатора приемника (т.е. требуется обеспечить уровень измеряемой мощности, соответствующий условиям, указанным в сноске ³⁾). Например, для коэффициента усиления 20, $R_{\text{вых}} = \text{минус } 20$, включенных аттенюаторов приемников 10 дБ, ПГ КП будет соответствовать таблице 4 для $\text{КП} = \text{минус } 10 \text{ дБ}$ (т.е. $\text{КП} = 20 - 20 - 10 = -10$).</p> <p>Для $50 \text{ дБ} < \text{КП} \leq 80 \text{ дБ}$, ПГ КП может быть рассчитана по специальной методике.</p> <p>³⁾ Диапазоны и пределы погрешностей измерений коэффициентов передачи и отражения нормируется в полосе пропускания фильтра ПЧ 100 Гц и приведены при уровне выходной мощности источника сигнала 0 дБ/мВт, при ослаблении аттенюаторов приемников 0 дБ, для рабочего диапазона температур окружающей среды и изменении температуры не более $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ после выполнения однопортовой (только для коэффициента отражения) или полной двухпортовой калибровки (включая изоляцию), с использованием:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наборов калибровочных мер для коаксиальных волноводов, указанных в таблице 4.5 (для наборов в тракте с поперечным сечением 7,0/3,04 мм значения погрешностей в таблицах 4.8 и 4.9 справедливы только до 18 ГГц включительно); - калибратора электронного, указанного в таблице 4.5; - набора калибровочных мер для прямоугольного волновода, указанного в таблице 4.5 (только двухпортовая калибровка). <p>⁴⁾ Значения погрешностей приведены для наборов калибровочных мер (НКММ), калибраторов электронных (ЭК) и наборов калибровочных мер прямоугольных волноводов (НКМВ) из состава АЦ.</p> <p>⁵⁾ Определяется при соединении измерительных портов кабелем СВЧ и при подключении к измерительным портам короткозамкнутых нагрузок.</p> <p>⁶⁾ Нижняя граница достигается при фильтре разрешения не менее 15 МГц, верхняя – не более 3 МГц; данные получены для усреднения в приборе 100 на гармоническом сигнале.</p> <p>⁷⁾ При температуре окружающей среды 25 °С; без учета зависимости собственного шума АЦ и ИУ от входного импеданса и отличия КСВН ГШ от 1; при использовании механического набора мер для калибровки S-параметров и ГШ с номинальным ИОШТ 15 дБ; измерение КСВН, необходимых для расчета указанных пределов погрешности, проводится на порту АЦ без использования кабеля с помощью однопортовой калибровки.</p> <p>⁸⁾ При обеспечении входной мощности порта 2 АЦ минус 10 дБ/мВт во время измерения S-параметров (это достигается, например, регулировкой выходной мощности порта 1 АЦ, либо использованием аттенюаторов приемника от 10 до 30 дБ).</p>	

Таблица 4.8 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля КО $\Delta|S_{xx}|$ и фазы КО $\Delta\Phi_{xx}$ P4226A

Наборы мер	КО , отн. ед.	Диапазон частот, ГГц					
		$\Delta S_{xx} $, отн. ед.			$\Delta\Phi_{xx}$, градус		
		от 0,01 до 0,10 ГГц невл.	от 0,1 до 18 ГГц вкл.	свыше 18 ГГц	от 0,01 до 0,10 ГГц невл.	от 0,1 до 18 ГГц вкл.	свыше 18 ГГц
НКММ ¹⁾	0,0	$\pm 0,025$	$\pm 0,009$	$\pm 0,011$	$\pm 180,00$	$\pm 180,00$	$\pm 180,00$
	0,1	$\pm 0,023$	$\pm 0,009$	$\pm 0,011$	$\pm 14,38$	$\pm 5,75$	$\pm 6,84$

	0,2	±0,021	±0,010	±0,011	±7,21	±3,25	±3,76
	0,3	±0,020	±0,010	±0,012	±4,91	±2,47	±2,82
	0,4	±0,019	±0,011	±0,013	±3,81	±2,13	±2,41
	0,6	±0,018	±0,014	±0,017	±2,81	±1,86	±2,14
	0,8	±0,018	±0,018	±0,023	±2,41	±1,82	±2,14
	1,0	±0,020	±0,024	±0,030	±2,25	±1,85	±2,24
ЭК	0,00	±0,028	±0,026	±0,037	±180,00	±180,00	±180,00
	0,10	±0,042	±0,023	±0,034	±27,02	±16,64	±24,18
	0,20	±0,053	±0,021	±0,032	±17,93	±9,36	±13,52
	0,30	±0,063	±0,020	±0,031	±14,64	±7,15	±10,25
	0,40	±0,071	±0,020	±0,031	±12,75	±6,18	±8,77
	0,60	±0,082	±0,023	±0,034	±10,36	±5,49	±7,58
	0,80	±0,086	±0,030	±0,042	±8,64	±5,41	±7,28
	1,00	±0,082	±0,040	±0,053	±7,20	±5,59	±7,34
Наборы мер	Волноводные тракты						
	КО , отн. ед.	Δ S _{xx} , отн.ед			ΔФ _{xx} , градус		
		16×8; 23×10; 28,5×12,6; 35×15; 40×20; 48×24; 58×25; 72×34 (от f _н ^{min} до f _в ^{max}) ²	11×5,5 (от f _н ^{min} до f _в ^{max}) ²	16×8; 23×10; 28,5×12,6; 35×15; 40×20; 48×24; 58×25; 72×34 (от f _н ^{min} до f _в ^{max}) ²	11×5,5 (от f _н ^{min} до f _в ^{max}) ²		
НКМВ ²⁾	0,00	±0,006	±0,007	±180,00	±180,00		
	0,10	±0,007	±0,008	±5,78	±6,36		
	0,20	±0,007	±0,008	±4,12	±4,42		
	0,30	±0,008	±0,009	±3,60	±3,81		
	0,40	±0,010	±0,011	±3,38	±3,54		
	0,60	±0,013	±0,014	±3,20	±3,33		
	0,80	±0,016	±0,018	±3,17	±3,29		
	1,00	±0,021	±0,023	±3,20	±3,32		

¹⁾Значения Δ|S_{xx}| и ΔФ_{xx} приведены при условии S_{yx} = S_{xy} = 0 отн. ед. Для значений КО, не указанных в данной таблице, пределы допускаемой абсолютной погрешности Δ|S_{xx}| в отн. ед. и ΔФ_{xx} в градусах допускается определять, пользуясь аппроксимациями в диапазонах частот по формулам:

для НКММ

от 0,01 до 0,1 ГГц невлк.: Δ|S_{xx}| = ±(0,025 - 0,022·|S_{xx}| + 0,017·|S_{xx}|²); ΔФ_{xx} = ±(1,1 + (180/π)·arcsin(|Δ|S_{xx}| [отн. ед.]/|S_{xx}| [отн. ед.]));

от 0,1 до 18 ГГц: Δ|S_{xx}| = ±(0,009 + 0,0001·|S_{xx}| + 0,0145·|S_{xx}|²); ΔФ_{xx} = ±(0,5 + (180/π)·arcsin(|Δ|S_{xx}| [отн. ед.]/|S_{xx}| [отн. ед.]));

свыше 18 ГГц: Δ|S_{xx}| = ±(0,0112 - 0,0038·|S_{xx}| + 0,023·|S_{xx}|²); ΔФ_{xx} = ±(0,5 + (180/π)·arcsin(|Δ|S_{xx}| [отн. ед.]/|S_{xx}| [отн. ед.]));

для ЭК

от 0,01 до 0,1 ГГц невлк.: Δ|S_{xx}| = ±(0,028 + 0,144·|S_{xx}| - 0,090·|S_{xx}|²); ΔФ_{xx} = ±(2,5 + (180/π)·arcsin(|Δ|S_{xx}| [отн. ед.]/|S_{xx}| [отн. ед.]));

от 0,1 до 18 ГГц: Δ|S_{xx}| = ±(0,026 - 0,034·|S_{xx}| + 0,048·|S_{xx}|²); ΔФ_{xx} = ±(3,3 + (180/π)·arcsin(|Δ|S_{xx}| [отн. ед.]/|S_{xx}| [отн. ед.]));

свыше 18 ГГц: Δ|S_{xx}| = ±(0,037 - 0,035·|S_{xx}| + 0,051·|S_{xx}|²); ΔФ_{xx} = ±(4,3 + (180/π)·arcsin(|Δ|S_{xx}| [отн. ед.]/|S_{xx}| [отн. ед.]));

для НКМВ
 в трактах 16×8; 23×10; 28,5×12,6; 35×15; 40×20; 48×24; 58×25; 72×34:
 $\Delta|S_{xx}| = \pm(0,006 + 0,005 \cdot |S_{xx}| + 0,010 \cdot |S_{xx}|^2)$;
 в тракте 11×5,5: $\Delta|S_{xx}| = \pm(0,007 + 0,005 \cdot |S_{xx}| + 0,011 \cdot |S_{xx}|^2)$;
 $\Delta\Phi_{xx} = \pm(2 + (180/\pi) \cdot \arcsin(|\Delta|S_{xx}| \text{ [отн. ед.]}/|S_{xx}| \text{ [отн. ед.]}))$;
 где $|S_{xx}|$ – измеренное на АЦ значение или модуля S-параметра $|S_{11}|$, или модуля $|S_{22}|$, отн. ед.
 2) f_H^{\min} , f_B^{\max} – соответственно нижняя и верхняя рабочие частоты для прямоугольных волноводов. Значения погрешностей для НКМВ даны только в диапазонах рабочих частот от f_H^{\min} до f_B^{\max} соответствующих прямоугольных волноводов.

Таблица 4.9 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля КП $\Delta|S_{yx}|$ и фазы КП $\Delta\Phi_{yx}$ P4226A

Наборы мер	КП , дБ	Диапазон частот, ГГц					
		$\Delta S_{yx} $, дБ			$\Delta\Phi_{yx}$, градус		
		от 0,01 до 0,10 ГГц невл.	от 0,1 до 18 ГГц вкл.	свыше 18 ГГц	от 0,01 до 0,10 ГГц невл.	от 0,1 до 18 ГГц вкл.	свыше 18 ГГц
НКММ ¹⁾	0	±0,97	±0,08	±0,11	±6,9	±1,11	±1,16
	-10	±0,99	±0,09	±0,12	±7,1	±1,16	±1,21
	-20	±1,03	±0,10	±0,13	±7,3	±1,24	±1,29
	-30	±1,07	±0,11	±0,15	±7,6	±1,35	±1,42
	-40	±1,14	±0,14	±0,17	±8,0	±1,52	±1,59
	-50	±1,22	±0,18	±0,21	±8,6	±1,76	±1,86
	-60	±1,35	±0,23	±0,27	±9,4	±2,11	±2,24
	-70	±1,52	±0,31	±0,36	±10,6	±2,63	±2,80
ЭК	0	±1,15	±0,33	±0,33	±19,63	±2,85	±4,26
	-10	±1,23	±0,33	±0,33	±20,12	±2,87	±4,27
	-20	±1,34	±0,33	±0,33	±20,85	±2,89	±4,30
	-30	±1,50	±0,34	±0,34	±21,97	±2,94	±4,36
	-40	±1,75	±0,35	±0,36	±23,65	±3,04	±4,48
	-50	±2,13	±0,38	±0,39	±26,16	±3,22	±4,69
	-60	±2,67	±0,44	±0,46	±29,87	±3,57	±5,10
	-70	±3,43	±0,54	±0,57	±35,28	±4,23	±5,88
НКМВ ²⁾	КП , дБ	Диапазон частот, ГГц					
		$\Delta S_{yx} $, дБ			$\Delta\Phi_{yx}$, градус		
		(от f_H^{\min} до f_B^{\max}) ²⁾			(от f_H^{\min} до f_B^{\max}) ²⁾		
	0	±0,15			±1,54		
	-10	±0,16			±1,61		
	-20	±0,17			±1,70		
	-30	±0,20			±1,84		
	-40	±0,23			±2,04		
-50	±0,27			±2,34			

-60	±0,34	±2,77
-70	±0,43	±3,39

¹⁾Значения $\Delta|S_{yx}|$ указаны при условии $S_{xx}=S_{yy}=0$ отн. ед., $S_{yx}=S_{xy}$ при $S_{yx}<1$ отн. ед. и $S_{yx}=1/S_{xy}$ при $S_{yx}>1$ отн. ед. Для значений КП, не указанных в данной таблице, пределы погрешностей $\Delta|S_{yx}|$ в дБ и $\Delta\Phi_{yx}$ в градусах допускается определять, пользуясь аппроксимациями в диапазонах частот по формулам:

для НКММ

от 0,01 до 0,1 ГГц невлк.:

$$\Delta|S_{yx}| = \pm 20 \cdot \lg(1,111 + 0,014 \cdot (|S_{xx}| [\text{отн. ед.}] + |S_{yy}| [\text{отн. ед.}] + 0,00735 \cdot 10^{-0,0148 \cdot |S_{yx}| [\text{дБ}]});$$

$$\Delta\Phi_{yx} = \pm(0,5 + (180/\pi) \cdot \arcsin(|\Delta|S_{yx}| [\text{дБ}] \cdot \ln(10)/20));$$

от 0,1 до 18 ГГц:

$$\Delta|S_{yx}| = \pm 20 \cdot \lg(1,0071 + 0,014 \cdot (|S_{xx}| [\text{отн. ед.}] + |S_{yy}| [\text{отн. ед.}] + 0,0019 \cdot 10^{-0,0169 \cdot |S_{yx}| [\text{дБ}]});$$

$$\Delta\Phi_{yx} = \pm(0,6 + (180/\pi) \cdot \arcsin(|\Delta|S_{yx}| [\text{дБ}] \cdot \ln(10)/20));$$

свыше 18 ГГц:

$$\Delta|S_{yx}| = \pm 20 \cdot \lg(1,0103 + 0,014 \cdot (|S_{xx}| [\text{отн. ед.}] + |S_{yy}| [\text{отн. ед.}] + 0,0021 \cdot 10^{-0,0168 \cdot |S_{yx}| [\text{дБ}]});$$

$$\Delta\Phi_{yx} = \pm(0,45 + (180/\pi) \cdot \arcsin(|\Delta|S_{yx}| [\text{дБ}] \cdot \ln(10)/20));$$

для ЭК

от 0,01 до 0,1 ГГц невлк.:

$$\Delta|S_{yx}| = \pm 20 \cdot \lg(1,124 + 0,014 \cdot (|S_{xx}| [\text{отн. ед.}] + |S_{yy}| [\text{отн. ед.}] + 0,018 \cdot 10^{-0,0186 \cdot |S_{yx}| [\text{дБ}]});$$

$$\Delta\Phi_{yx} = \pm(12 + (180/\pi) \cdot \arcsin(|\Delta|S_{yx}| [\text{дБ}] \cdot \ln(10)/20));$$

от 0,1 до 18 ГГц:

$$\Delta|S_{yx}| = \pm 20 \cdot \lg(1,038 + 0,014 \cdot (|S_{xx}| [\text{отн. ед.}] + |S_{yy}| [\text{отн. ед.}] + 0,00028 \cdot 10^{-0,028 \cdot |S_{yx}| [\text{дБ}]});$$

$$\Delta\Phi_{yx} = \pm(0,7 + (180/\pi) \cdot \arcsin(|\Delta|S_{yx}| [\text{дБ}] \cdot \ln(10)/20));$$

свыше 18 ГГц:

$$\Delta|S_{yx}| = \pm 20 \cdot \lg(1,038 + 0,014 \cdot (|S_{xx}| [\text{отн. ед.}] + |S_{yy}| [\text{отн. ед.}] + 0,00033 \cdot 10^{-0,028 \cdot |S_{yx}| [\text{дБ}]});$$

$$\Delta\Phi_{yx} = \pm(2,1 + (180/\pi) \cdot \arcsin(|\Delta|S_{yx}| [\text{дБ}] \cdot \ln(10)/20));$$

для НКМВ

$$\Delta|S_{yx}| = \pm 20 \cdot \lg(1,015 + 0,014 \cdot (|S_{xx}| [\text{отн. ед.}] + |S_{yy}| [\text{отн. ед.}] + 0,0025 \cdot 10^{-0,0165 \cdot |S_{yx}| [\text{дБ}]});$$

$$\Delta\Phi_{yx} = \pm(0,55 + (180/\pi) \cdot \arcsin(|\Delta|S_{yx}| [\text{дБ}] \cdot \ln(10)/20));$$

где $|S_{xx}|$ или $|S_{yy}|$ – измеренные на АЦ значения модулей S-параметров соответственно $|S_{11}|$ и $|S_{22}|$ или наоборот, отн. ед.; так же $|S_{yx}|$ и $|S_{xy}|$ – модули $|S_{21}|$ и $|S_{12}|$.

²⁾ $f_{\text{H}}^{\text{min}}$, $f_{\text{B}}^{\text{max}}$ нижняя и верхняя рабочие частоты для прямоугольных волноводов. Значения погрешностей для НКМВ даны только в диапазонах рабочих частот от $f_{\text{H}}^{\text{min}}$ до $f_{\text{B}}^{\text{max}}$ соответствующих прямоугольных волноводов.

Таблица 4.10 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений КШ ΔF P4226A

Наборы мер	Пределы погрешности ИОШТ ГШ, дБ	ΔF , дБ
НКММ	±0,13	от минус 0,27 до 0,26
	±0,40	от минус 0,50 до 0,45
ЭК	±0,13	от минус 0,31 до 0,29
	±0,40	от минус 0,52 до 0,47
НКМВ	±0,13	от минус 0,29 до 0,27
	±0,40	от минус 0,51 до 0,45

Примечание – Указанные пределы погрешности ΔF получены для конкретных зна-

Наборы мер	Пределы погрешности ИОШТ ГШ, дБ	ΔF , дБ
<p>чений пределов погрешности ИОШТ ГШ, используемого при измерениях КШ исследуемого устройства, и представляют собой доверительные границы НСП (для вероятности 0,95), рассчитанные согласно МИ 2083-90; для других значений пределов погрешности ИОШТ ГШ значения ΔF следует пересчитывать. Пределы ΔF справедливы после проведения пользовательской калибровки коэффициента шума, без учета потери ее актуальности с течением времени.</p>		

Таблица 4.11 – Основные технические характеристики Р4213, Р4226 и Р4226А

Наименование характеристики	Значение
Количество измерительных портов, шт.	2
Волновое сопротивление измерительных портов, Ом	50
Максимально допустимый уровень мощности входного сигнала на измерительных портах, дБ/мВт	27
Тип соединителей измерительных портов по ГОСТ РВ 51914-2002: - Р4213/1, Р4213/3, Р4213/5, - Р4213/2, Р4213/4, Р4213/6 - Р4226 и Р4226А	Ш N NMD 3,5 мм, (совместим с соединителем 3,5 мм розетка по ГОСТ РВ 51914-2002, а также с типом XI вариант 3 по ГОСТ 13317-89)
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц, В	от 207 до 253
Потребляемая мощность, В·А, не более: - для Р4213 - для Р4226 и Р4226А	120 130
Время установления рабочего режима, часов, не более	1
Время непрерывной работы, часов, не менее	16
Номинальное значение напряжения питания генератора шума для Р4226А, В	28
Габаритные размеры измерительного блока (ширина, высота, длина), мм, не более: - Р4213, Р4226 - Р4226А	390 × 390 × 160 400 × 200 × 450
Масса измерительного блока, кг, не более - для Р4213 - для Р4226 - Р4226А	11 16 19,5
Степень защиты по ГОСТ 14254-96	IP 20
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, при 25 °С, %, не более	от 15 до 35
Р4213, Р4226	85

Р4226А - атмосферное давление, мм рт. ст.	90 от 537 до 800
Показатели надёжности: - средний срок службы, лет, не менее - средняя наработка на отказ, ч, не менее	5 10 000
Поддерживаемые виды пользовательской калибровки для измерений S-параметров - однопортовая SOLT-калибровка; - двухпортовая SOLT-калибровка в одном направлении; - полная двухпортовая SOLT-калибровка; - калибровка частотной неравномерности по отражению (скалярная калибровка для измерения КО); - калибровка частотной неравномерности на проход (скалярная калибровка для измерения КП); - калибровка для измерений частотно-преобразующих устройств; - полная двухпортовая TRL (либо TRM, или LRL, или LRM – в зависимости от состава выбранного калибровочного набора)	–

Таблица 4.12 – Характеристики набора калибровочных мер (для которых приводятся пределы погрешностей в таблицах 4.8 и 4.9) Р4213, Р4226 и Р4226А

Характеристика	Значение
Тип соединителей в коаксиальных волноводах: - с диаметрами поперечных сечений 7,0/3,04 мм - с диаметрами поперечных сечений 3,5/1,52 мм	III; N IX, вариант 3; 3,5 мм
Модуль коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых и холостого хода в диапазоне рабочих частот, не менее	0,98
Номинальная разность фаз и допускаемые предельные отклонения от номинальных значений разности фаз между нагрузками короткозамкнутой и холостого хода, градус	(180±10)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых и холостого хода в диапазонах частот: с соединителем типа III, N - от 0,3 МГц до 8 ГГц включ. - св. 8 ГГц до 18 ГГц включ. с соединителем типа IX, вариант 3, 3,5 мм - св. 0,3 МГц до 18 ГГц включ. - св. 18 ГГц до 26,5 ГГц включ.	±0,008 ±0,010 ±0,008 ±0,014

Характеристика	Значение
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений фазы коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых и холостого хода в диапазоне частот, градус:</p> <p>с соединителем типа Ш, N</p> <p>- от 0,3 МГц до 8 ГГц включ.</p> <p>- св. 8 ГГц до 13 ГГц включ.</p> <p>с соединителем типа IX, вариант 3, 3,5 мм</p> <p>- св. 0,3 МГц до 18 ГГц включ.</p> <p>- св. 18 ГГц до 26,5 ГГц включ.</p>	<p>±0,8</p> <p>±1,5</p> <p>±1,0</p> <p>±1,8</p>
<p>Модуль коэффициента отражения нагрузок согласованных в диапазоне рабочих частот, не более:</p> <p>- от 0,3 МГц до 13 ГГц включ.</p> <p>- св. 13 ГГц до 26,5 ГГц включ.</p>	<p>0,04</p> <p>0,09</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения нагрузок согласованных в диапазоне частот:</p> <p>с соединителем типа Ш, N</p> <p>- от 0,3 МГц до 8 ГГц включ.</p> <p>- св. 8 ГГц до 13 ГГц включ.</p> <p>с соединителем типа IX, вариант 3, 3,5 мм</p> <p>- св. 0,3 МГц до 18 ГГц включ.</p> <p>- св. 18 ГГц до 26,5 ГГц включ.</p>	<p>±0,004</p> <p>±0,008</p> <p>±0,005</p> <p>±0,008</p>

Т а б л и ц а 4.13 – Дополнительные технические характеристики анализаторов

Наименование характеристики	Значение
1 Максимальная входная рабочая мощность, дБ/мВт	10
2 Номинальные значения ширины полосы пропускания селективных фильтров (фильтров ПЧ) по уровню минус 3 дБ, Гц	10; 30; 100; 300; 1000; 3000; 10000; 30000; 100000
3 Диапазон ослабления аттенюаторов генераторов ВЧ с шагом 10 дБ для Р4213, Р4226 опции ДМА, а также Р4226А, дБ	от 0 до 70
4 Нескорректированные модули КО для портов Р4226А в режимах источника и приемника сигналов должны быть, дБ, не более	-7
5 Некорректированная направленность Р4226А должна быть, дБ, не более	-17
6 Модуль пределов нестабильности измерения КШ $ \delta F_{\text{нест}} $, в поддиапазонах частот, должен быть, дБ, не более (для Р4226А):	
- от 0,1 до 4,0 ГГц включ.	0,521
- св. 4 до 7 ГГц включ.	0,213
- св. 7 до 16 ГГц включ.	0,077
- св. 16 до 20 ГГц включ.	0,098
- св. 20 до 24 ГГц включ.	0,182
- св. 24 до 26,5 ГГц включ.	0,210
7 Предел среднеквадратического значения случайной составляющей погрешности измерения КШ σF , в поддиапазонах частот, должен быть, дБ, не более (для Р4226А):	

- от 0,1 до 4,0 ГГц включ.	0,126
- св. 4 до 7 ГГц включ.	0,350
- св. 7 до 16 ГГц включ.	0,100
- св. 16 до 20 ГГц включ.	0,135
- св. 20 до 24 ГГц включ.	0,203
- св. 24 до 26,5 ГГц включ.	0,280
8 Максимальное значение отклонения модуля КО кабелей СВЧ при изгибе кабеля (изгиб в произвольную сторону, диаметр изгиба приблизительно равен 12 см) и возврате в исходное состояние, в поддиапазонах частот, дБ, не должно превышать:	
- от 0,01 до 13,50 ГГц включ.	0,15
- св. 13,5 до 26,0 ГГц включ.	0,20
9 Максимальное значение отклонения фазы КО кабелей СВЧ при изгибе кабеля (изгиб в произвольную сторону, диаметр изгиба приблизительно равен 12 см) и возврате в исходное состояние, в поддиапазонах частот, градус, не должно превышать:	
- от 0,01 до 13,50 ГГц включ.	3
- св. 13,5 до 26,0 ГГц включ.	5
10 Максимальное значение отклонения модуля КО кабелей СВЧ при изгибе на 90 °, точка изгиба – середина кабеля, в поддиапазонах частот, дБ, не должно превышать:	
- от 0,01 до 13,50 ГГц включ.	0,25
- св. 13,50 до 26,50 ГГц включ.	0,35
11 Максимальные значения отклонений фазы КО кабелей СВЧ при изгибе на 90 °, точка изгиба – середина кабеля, в поддиапазонах частот, градус, не должно превышать:	
- от 0,01 до 13,50 ГГц включ.	8
- св. 13,50 до 26,50 ГГц включ.	10
12 Максимальное значение отклонения модуля КО кабелей СВЧ при изгибе кабеля на 360 ° в любую сторону, точка изгиба – середина кабеля, в поддиапазонах частот, дБ, не должно превышать:	
- от 0,01 до 13,50 ГГц включ.	0,25
- св. 13,50 до 26,50 ГГц включ.	0,45
13 Максимальное значение отклонения фазы КО кабелей СВЧ при изгибе кабеля на 360 ° в любую сторону, точка изгиба – середина кабеля, в поддиапазонах частот, градус, не должно превышать:	
- от 0,01 до 13,50 ГГц включ.	10
- св. 13,50 до 26,50 ГГц включ.	20
14 Максимальное значение отклонения модуля КО $\Delta S_{xx} $ и фазы КО $\Delta\Phi_{xx}$ при повторном подключении нагрузки с поворотом должно быть не более	
- для $\Delta S_{xx} $, отн. ед.	0,006
- для $\Delta\Phi_{xx}$, градус	1
15 Значения крутящего момента ключей тарированных, входящих в комплект поставки, Н·м, должны быть:	
- для КТ-3	0,9 ± 0,1
- для КТ-4	1,35 ± 0,20
16 Напряжение питания ГШ на выходе «ГШ  » при максимальном токе не более 100 мА, В, должно быть:	

- во включенном состоянии	28,00 ± 0,28
- в выключенном состоянии	менее 0,5
17 Максимальная допустимая мощность на входе «ПОРТ 1» и «ПОРТ 2», дБ/мВт	27
18 Максимальная допустимая мощность на входах «ИЗМ», «ОПОРН», «ГЕНЕРАТОР» должна быть, дБ/мВт, не менее	5
19 Допустимый диапазон постоянного напряжения на входе, В	от -35 до 35
20 Параметры сигнала внешнего ОГ (для входа «ОГ →») на задней панели) на нагрузку 50 Ом: - частота, МГц - среднеквадратическое значение напряжения, В	5 и 10 от 0,23 до 1,5
21 Параметры сигнала внутреннего ОГ (выход «ОГ ←») на задней панели) при нагрузке 50 Ом: - частота, МГц - среднеквадратическое значение напряжения, В	10 0,6 ± 0,1
22 Номинальное сопротивление входа для сигнала внешнего ОГ (вход «ОГ →») на задней панели измерителя) и выхода внутреннего ОГ (выход «ОГ ←») на задней панели измерителя), Ом	50
23 Параметры импульсов синхронизации на выходах «СИНХР 1 ←»), «СИНХР 2 ←»), «СИНХР 3 ←») задней панели: - напряжение высокого (логическая «1»), В, при нагрузке не менее 1 кОм по постоянному току; - напряжение низкого уровня (логический «0»), В, при нагрузке не менее 1 кОм по постоянному току - минимальное устанавливаемое значение длительности импульса синхронизации, мкс - максимальное устанавливаемое значение длительности импульса синхронизации - длительность фронта и среза импульса, нс, не более	от 4,6 до 5,0 не более 0,4 1,0 ± 0,5 255 ± 50 100
24 Параметры импульсов синхронизации на входе «СИНХР →») задней панели: - напряжение высокого (логическая «1»), В, при нагрузке не менее 100 кОм по постоянному току; - напряжение низкого уровня (логический «0»), В, при нагрузке не менее 100 кОм по постоянному току; - минимальное устанавливаемое значение длительности импульса синхронизации, мкс; - длительность фронта и среза импульса, нс, не более	от 2,0 до 5,5 не более 0,8 1,0 ± 0,5 100
25 Время установления рабочего режима при запущенном процессе измерения в требуемом частотном диапазоне, ч, не более	1
26 Максимальное время непрерывной работы в рабочих условиях эксплуатации (не включая время установления рабочего режима) при сохранении технических характеристик в пределах норм, должно быть не менее	16
27 Минимальный временной интервал между циклами непрерывной работы должен быть, ч, не более	2
28 Поддерживаемые виды пользовательской калибровки для измерений S-параметров: - однопортовая SOLT-калибровка;	-

- двухпортовая SOLT-калибровка в одном направлении;	—
- полная двухпортовая SOLT-калибровка;	—
- калибровка частотной неравномерности по отражению (скалярная калибровка для измерения КО);	—
- калибровка частотной неравномерности на проход (скалярная калибровка для измерения КП);	—
- калибровка для измерений частотно-преобразующих устройств;	—
- полная двухпортовая TRL (либо TRM, или LRL, или LRM – в зависимости от состава выбранного калибровочного набора)	—

4.5 Устройство и работа

Анализаторы цепей векторные 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 (см. часть II данного РЭ). Для связи с ПК используется интерфейс *Ethernet*.

Упрощённая структурная схема анализаторов приведена на рисунке 4.6. Анализаторы состоят из следующих частей:

- СЧ;
- электронный ключ (переключатель);
- два опорных и два измерительных приёмника;
- переключки на передней панели (опция ДПА для P4213, P4226);
- аттенюаторы по выходу СЧ и входу измерительных приёмников (опция ДМА для P4213, P4226);
- переключатель в опорном канале (опция СПА для P4213, P4226).

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

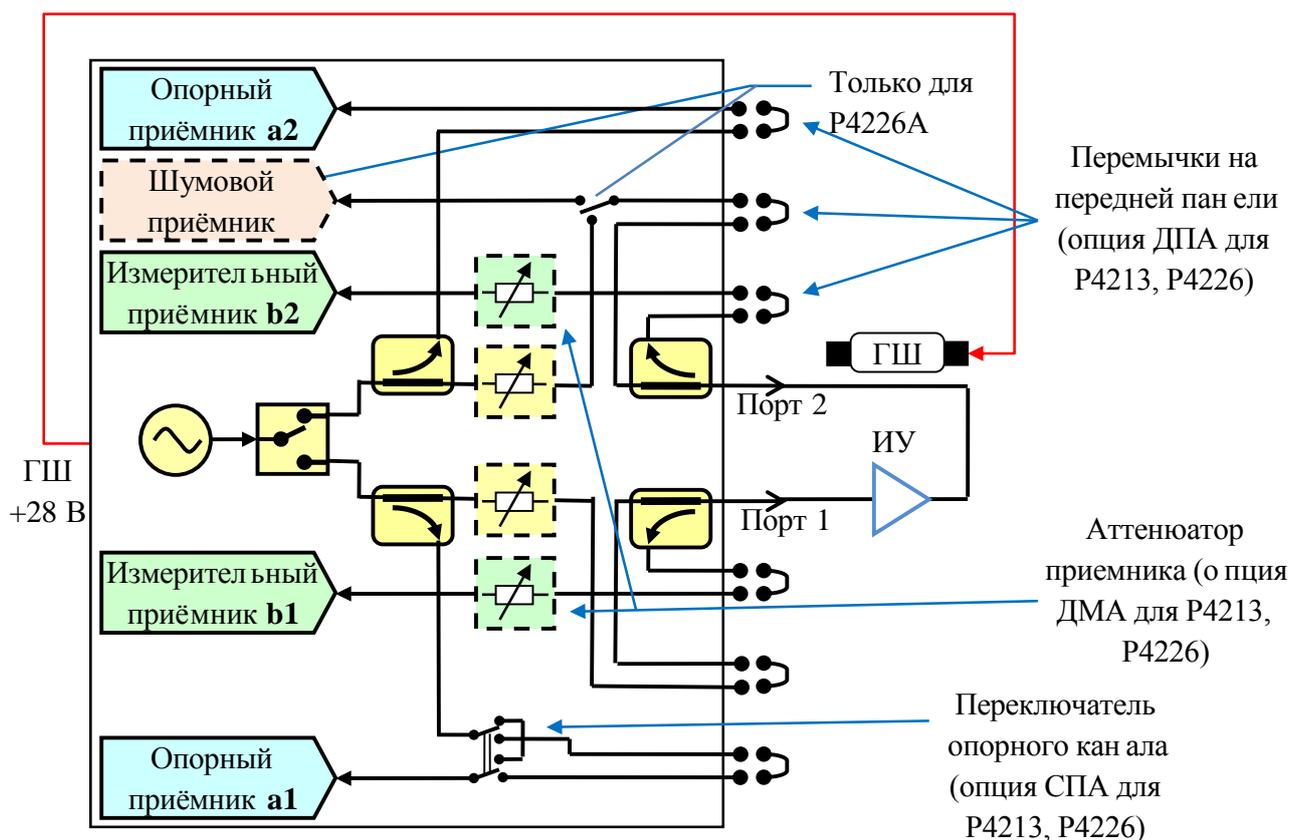


Рисунок 4.6 – Структурная схема анализатора

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

Электронный ключ предназначен для изменения направления распространения сигнала. При прямом зондировании сигнал подаётся на порт 1, проходит ИУ и попадает в порт 2. При обратном зондировании сигнал первоначально подаётся на порт 2. Применение режима двунаправленной развёртки (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 преду-

смотрен набор аппаратных и программных опций (для Р4213, Р4226). Аппаратные опции предполагают наличие определённых блоков внутри анализатора, программные опции активируются лицензионным ключом в программе *Graphit Р4М*. Для работы некоторых программных опций требуется наличие аппаратных опций (см. п. 4.3).

Анализаторов Р4213, Р4226 могут содержать следующие аппаратные опции (в Р4226А эти опции входят по умолчанию):

- Опция ДПА – анализатор комплектуется перемычками для прямого доступа к входам измерительных и опорных приёмников с целью дополнительного ослабления или усиления сигналов. Подобная схема построения позволяет осуществлять конфигурацию для проведения специальных измерительных задач. В тракт источника сигнала и приёмника могут быть введены дополнительные усилители, аттенюаторы, различные фильтрующие или согласующие цепи для каждого из портов. Пример включения для порта 1 представлен на рисунке 4.7.

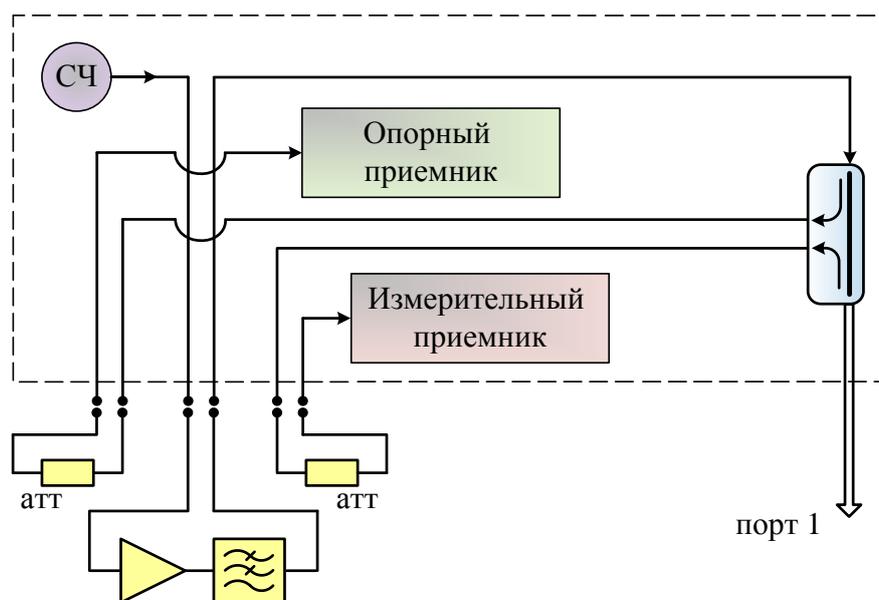


Рисунок 4.7 – Использование дополнительных внешних устройств в измерительном тракте

- Опция ДМА – в анализатор устанавливаются аттенюаторы для расширения диапазона регулировки уровня выходной мощности, подаваемого на ИУ, и обеспечения оптимального режима работы приёмников. Аттенюаторы, устанавливаемые в тракте источника сигнала, позволяют регулировать уровень мощности, который поступает на ИУ. Аттенюаторы, устанавливаемые на входе измерительных приёмников, позволяют обеспечить линейный режим работы приёмников. Последнее необходимо, например, при измерении

КП усилителей.

- Опция СПА – в анализатор устанавливается переключатель, позволяющий управлять путём распространения сигнала первого опорного канала. Переключатель в опорном канале используется для измерений параметров устройств с преобразованием частоты.

Анализаторов 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 СЧП – управление частотой приёмника независимо от частоты источника зондирующего сигнала. Опция позволяет проводить измерения на произвольной частоте при анализе усилителей, смесителей и устройств с преобразованием частоты.

В анализатор Р4226А помимо вышеперечисленного дополнительно устанавливается измерительный приёмник шума (шумовой приемник), электромеханический переключатель и направленный ответвитель, обеспечивающие одновременные измерения коэффициента шума и матрицы S -параметров исследуемых устройств.

5 Подготовка к работе

Сведения о распаковывании и повторном упаковывании приводятся в пункте 10.3.

5.1 Эксплуатационные ограничения

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

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.

Напряжение сети питания должно быть от 207 до 253 В.

Не рекомендуется непрерывная работа анализатора более 16 ч.

Временной интервал между циклами непрерывной работы не менее 2 ч.

5.2 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 $\sim (230 \pm 23)$ В с частотой 50 Гц.

В помещении, где будут проводиться работы, не должно быть значительных вибраций и ударных воздействий (например от работающего рядом станка), а также 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 неё, и обеспечивался свободный доступ к органам управления и соединителям задней и передней панелей. Поверхность стола должна быть твёрдой, без мягких прокладок, листов бумаги и т.п., чтобы не закрывались вентиляционные отверстия на днище анализатора. Для обеспечения нормальной вентиляции расстояние между задней панелью анализатора и

соседними предметами должно быть не менее 150 мм.

❗ Не допускаются 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 3 ч.

5.3 Контрольно-профилактические работы

При измерениях на СВЧ не последнюю роль играют вопросы согласования, потеря, качества соединителей в измерительном тракте. Потери в СВЧ тракте, особенно на участке около выхода ГШ, увеличивают погрешность измерения. Поэтому при обнаружении жира, пыли, грязи, посторонних частиц на контактирующих поверхностях СВЧ соединителей проводите их чистку. Сочленение проводите чётко, без перекосов состыковывайте разъёмы, затяжку гаек осуществляйте тарированными гаечными ключами. Необходимо проводить визуальный контроль целостности соединителей измерителя. В случае явных следов повреждения следует обратиться к группе технической поддержки предприятия-изготовителя (контактная информация указана на титульном листе).

В данном подразделе описаны контрольно-профилактические работы для коаксиальных соединителей трактов с частотным диапазоном до 18 ГГц и выше.

При измерениях необходимо быть уверенным в том, что выходное сопротивление ГШ максимально приближено к 50 Ом и меняется несущественно при включении и выключении ГШ. В противном случае, с целью получения номинальных выходных мощностей ГШ, необходимо использовать согласующие трансформаторы.

5.3.1 Проверка внешнего вида

Проверку внешнего вида соединителей необходимо проводить каждый раз при подготовке к измерениям. Проверка внешнего вида анализатора и аксессуаров, входящих в комплект поставки, проводится по следующей методике.

1. Проверить внешний вид изделия путём визуального осмотра.
2. При первой работе с анализатором необходимо сверить заводской номер изделия, указанный на корпусе, и номер, указанный в формуляре; при обнаружении несоответствий дальнейшая работа с изделием запрещается, оформляется акт несоответствия, проводится выяснение и устранение причин несоответствия.

3. Провести визуальный контроль чистоты и целостности изделия. В случае обнаружения посторонних частиц и грязи провести чистку. Чистку соединителей проводить в соответствии с указаниями, приведёнными в п. 5.3.2.
4. Проверить изделие на отсутствие:
 - а) механических повреждений;

i *Под механическими повреждениями понимаются глубокие царапины, заусенцы, сколы, деформации и вмятины на корпусе изделия и его креплениях (или кабеле), на рабочих поверхностях проводников всех соединителей, включая соединители кабеля питания, и иных составных частях; отклонения от профиля резьбы и острые кромки резьбы соединителей; а также другие повреждения, непосредственно влияющие на технические характеристики или гарантийные обязательства (для изделий, на которые таковые распространяются), в частности для соединителей соосность внутреннего проводника (см. рисунок 5.1-а) или значительный уход ламелей соединителя-розетки друг от друга (рисунок 5.1-б).*

i *При острой необходимости подключения устройств с соединителями, соосность которых не соответствует требованиям, 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.*

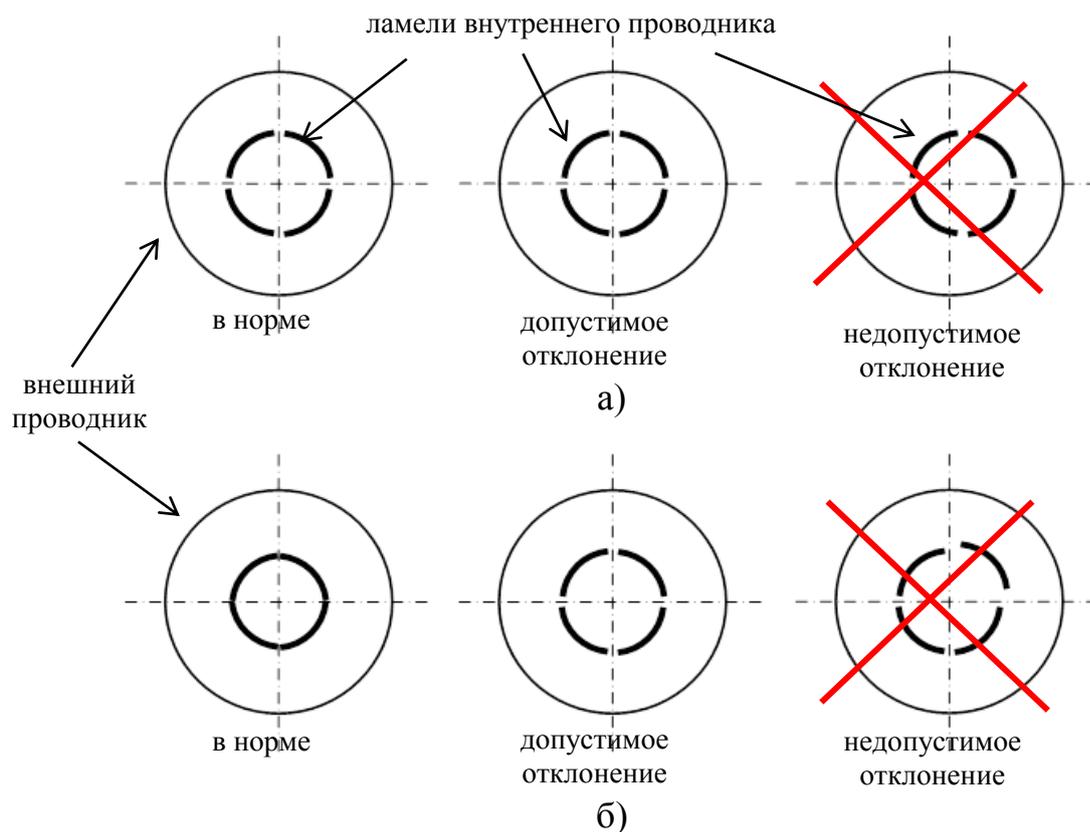


Рисунок 5.1 – Визуальный контроль соединителей: а) контроль соосности; б) контроль неповрежденности

- б) шумов внутри корпуса изделия (или соединителей), обусловленных наличием незакреплённых деталей;
- в) повреждения лакокрасочных покрытий при их наличии;
- г) повреждения маркировки и пломб при их наличии (проверка не относится к вспомогательным аксессуарам);
- д) следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- е) сломанных, ржавых (в том числе с черными точками), незакрученных или плохо закрученных винтов.

Результаты проверки считать положительными, если:

- а) внешний вид изделия в общем соответствует рисункам, приводимыми в настоящем РЭ;
- б) посторонние частицы, грязь, а также какие-либо повреждения на изделии отсутствуют;
- в) у изделия отсутствуют: механические повреждения; шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакреплённых деталей, сломанные, незакрученные или плохо закрученные винты;
- г) у изделия отсутствуют: следы коррозии металлических деталей и следы воздействия жидкостей или агрессивных паров; ржавые (в том числе с черными точками) винты. Лакокрасочные покрытия изделия, а также маркировка и

пломбы не повреждены;

д) отсутствуют следы вскрытия измерительного блока (для анализатора).

При обнаружении несоответствий дальнейшая работа с изделием запрещается, оформляется акт несоответствия.

5.3.2 Чистка коаксиальных соединителей

Чистку соединителей необходимо проводить всякий раз при обнаружении жира, пыли, грязи и посторонних частиц на их поверхностях.

Чистка соединителей проводится в следующей последовательности:

- протереть поверхности соединителей, указанные стрелками на рисунке 5.1, зубочисткой с ватным тампоном (или бязью), смоченным в спирте;

❗ Внимание! *Запрещается применять металлические предметы для чистки соединителей. Применение металлических предметов может привести к механическому повреждению соединителей.*

❗ Внимание! *Запрещается протирать центральный проводник соединителей «розетка». Чистку центрального проводника соединителей «розетка» проводить продувкой воздухом.*

❗ Внимание! *Запрещается применять сильные растворители, например ацетон, так как можно повредить пластиковую диэлектрическую опору!*

- провести чистку остальных внутренних поверхностей соединителей, продув их воздухом;
- просушить соединители, убедиться в отсутствии остатков спирта внутри соединителей;
- провести визуальный контроль чистоты соединителей, убедиться в отсутствии посторонних частиц. В случае необходимости чистку повторить.

5.3.3 Измерение присоединительных размеров

Цель данной проверки – не допустить к эксплуатации соединители с большой рецессией (утопание внутреннего проводника относительно внешнего) и соединители с наличием сколь угодно малой протрузии (выступление)

внутреннего проводника относительно внешнего), показанных на рисунке 5.2. При больших значениях рецессии при сочленении соединителей не получается хорошего контакта по внутренним проводникам, как следствие увеличивается КСВН и потери. При протрузии возможна поломка ответной части соединителя, вследствие давления на внутренний проводник ответной части.

i *Использование соединителя с неудовлетворительной протрузией может привести к повреждению других исправных элементов СВЧ-тракта.*

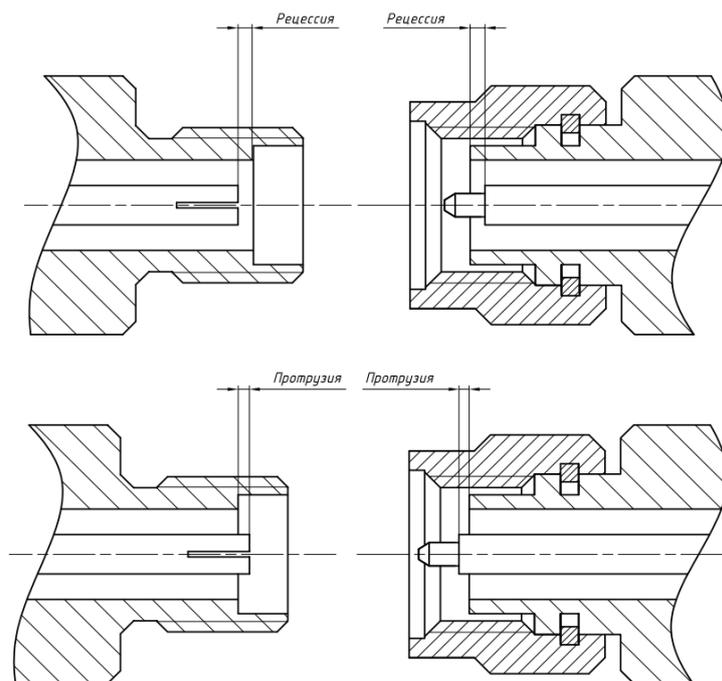


Рисунок 5.2 – Рецессия и протрузия соединителей

Контроль качества соединителей осуществляется через проверку присоединительных размеров «А» соединителей типов III и N по ГОСТ 13317 с помощью комплекта измерителей присоединительных размеров КИПР (см. таблицу 6.1). При измерении присоединительных размеров с помощью другого оборудования методика проведения измерений может отличаться от приведённой ниже. Периодичность проверки присоединительных размеров соединителя и комплекта его принадлежностей определяется интенсивностью их использования, но не реже одного раза на каждые 50 прикручиваний. Проверку присоединительных размеров соединителей устройств, подключаемых к измерителю и комплекту принадлежностей необходимо проводить с периодичностью, указанной в соответствующей эксплуатационной документации, в случае отсутствия таковой, проверку рекомендуется проводить каждый раз непосредственно перед подключением.

Перед проведением измерений с помощью КИПР необходимо провести калибровку или установку нуля. В результате проведения этой операции фиксируется «нулевой» уровень, от которого при измерениях будут проводиться отсчёты измеряемых размеров.

5.3.3.1 Калибровка

Калибровка проводится с помощью планки, входящей в комплект КИПР и используемого измерителя присоединительных размеров. Калибровка проводится по следующей методике:

- установить ИПР на планку для совмещения плоскости торца втулки и контактной поверхности измерительного наконечника, как показано на рисунке 5.3;

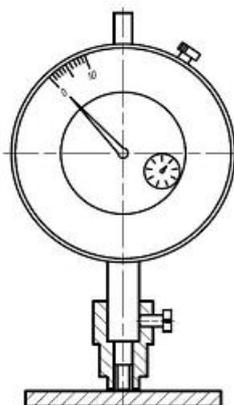


Рисунок 5.3 – Установка нуля

- совместить нулевую отметку поворотной шкалы индикатора с положением большой стрелки, зафиксировать «нулевое» положение (отметить положение стрелки малой шкалы индикатора);
- несколько раз (не менее трёх) поднять и опустить измеритель на планку, проверяя каждый раз при опускании совмещение большой стрелки с нулевой отметкой шкалы, размах показаний не должен превышать половины деления большой шкалы.

5.3.3.2 Проверка размера «А» соединителя «розетка»

Проверка присоединительного размера «А» соединителей типов III и N, «розетка» проводится с помощью измерителя присоединительных размеров КИПР после проведения калибровки. Измерение присоединительного размера «А» проводить по методике:

- взять устройство с проверяемым соединителем, ввести в него ИПР (розетка), как показано на рисунке 5.4; при этом втулка должна войти во внешний проводник соединителя, торец втулки должен плотно, без перекосов соприкасаться с плоскостью внешнего про-

водника, контактная поверхность измерительного наконечника с опорной плоскостью центрального проводника;

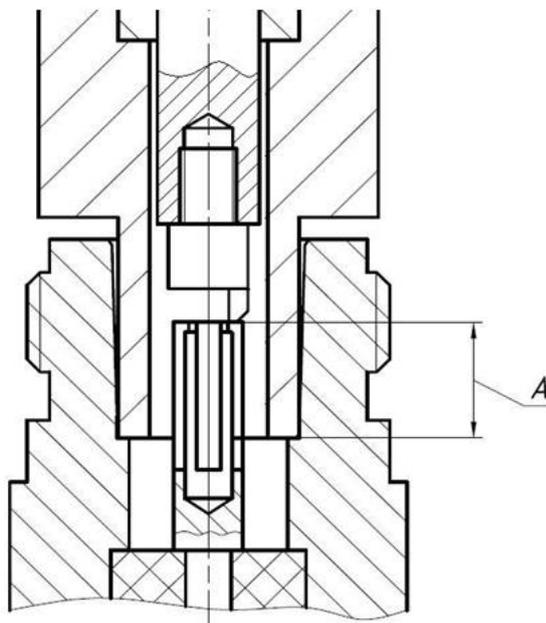


Рисунок 5.4 – Проверка размера «А» соединителя «розетка»

- за результат измерений считать отклонение стрелок от «нулевого» положения;
- повторить предыдущие операции несколько раз (не менее трёх), каждый раз поворачивая ИПР на угол, приблизительно равный 120° ;
- если хотя бы один результат выходит за пределы заданного поля допуска, указанного в ГОСТ 13317, то проверяемый соединитель считать непригодным;

i *Примечание – в случае если результат одного измерения отличается от других более чем на 0,1 мм, провести повторные измерения.*

- если все измеренные значения находятся в пределах допуска, то за действительное значение проверяемого размера принять средне-арифметическое значение из всех измеренных.

5.3.3.3 Проверка размера «А» соединителя «вилка»

- Взять устройство с проверяемым соединителем, ввести в него ИПР (вилка), как показано на рисунке 5.5. При этом центральный проводник соединителя «вилка» должен войти в отверстие измерительного наконечника. Контактная поверхность измерительного наконечника должна соприкоснуться с плоскостью центрального

проводника, а торец втулки с опорной плоскостью внешнего проводника. Сочленение торца втулки с опорной плоскостью внешнего проводника должно быть плотным, без перекосов;

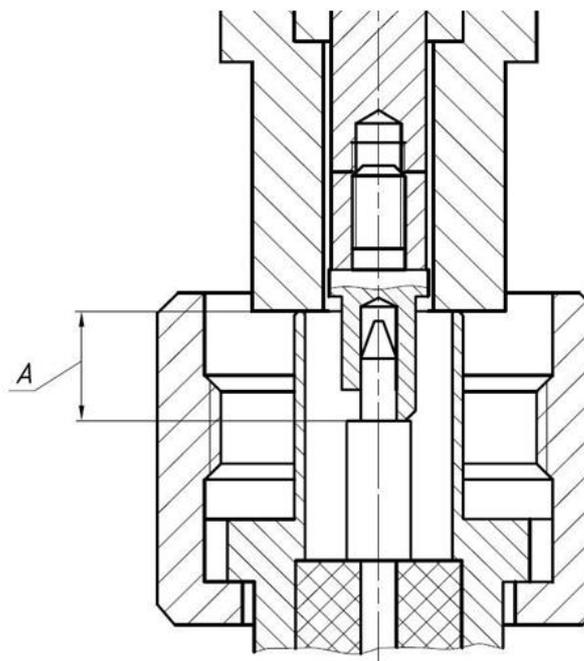


Рисунок 5.5 – Проверка размера «А» соединителя «вилка»

- за результат измерений считать отклонение стрелок от «нулевого» положения;
- повторить предыдущие операции несколько раз (не менее трех), каждый раз поворачивая ИПР на угол, приблизительно равный 120° ;
- если хотя бы один результат выходит за пределы заданного поля допуска, указанного в ГОСТ 13317, то проверяемый соединитель считать непригодным;

i *Примечание – в случае если результат одного измерения отличается от других более чем на 0,1 мм, провести повторные измерения.*

- если все измеренные значения находятся в пределах допуска, то за действительное значение проверяемого размера принять среднеарифметическое значение из всех измеренных.

5.3.4 Сочленение коаксиальных соединителей

Перед сочленением следует провести визуальный контроль целостности и чистоты соединителей подключаемых устройств и, при необходимости, выполнить проверку присоединительных размеров.

❗ Запрещается производить подключение:

- устройств с различными типами соединителей;
- устройств, у которых были обнаружены механические повреждения соединителей или посторонние частицы, которые не удаляются в процессе чистки;
- устройств, у соединителей которых выявлены несоответствия присоединительных размеров.

Невыполнение этих действий может привести к механическим повреждениям соединителей устройств.

При сочленении необходимо зафиксировать корпус одного из подключаемых устройств. Это необходимо для исключения его смещения при сочленении. Фиксация корпуса может достигаться несколькими способами:

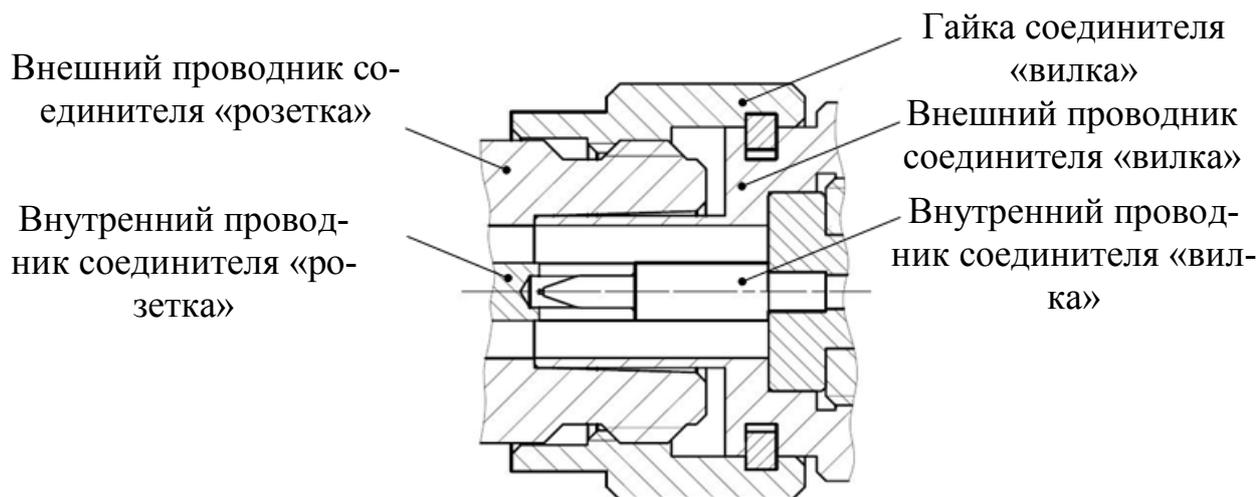
- фиксация устройства с помощью зажимов или ключей поддерживающих;
- фиксация может обеспечиваться массой и конструкцией самого устройства;
- фиксацию положения можно обеспечить, удерживая устройство руками.

Устройство, фиксация которого обеспечена, будем называть зафиксированным или устройством, к которому проводится подключение. Устройство, которое не зафиксировано – подключаемым (отключаемым) устройством.

Непосредственно сочленение проводить по следующей методике:

- аккуратно совместить соединители сочленяемых устройств;
- удерживая подключаемое устройство, руками накрутить гайку соединителя «вилка» на розетку устройства, к которому осуществляется подключение; при этом рабочие поверхности центральных проводников и опорные плоскости внешних проводников должны соприкоснуться, как показано на рисунке 5.6;

❗ Внимание! Сочленение осуществляется только вращением гайки соединителя «вилка».**❗ Запрещается вращать корпус подключаемого устройства. вращение корпуса подключаемого устройства приводит к механическому повреждению центральных проводников обоих устройств.**



(слева – соединитель «розетка», справа – «вилка»)
 Рисунок 5.6 – Сочленение соединителей типов III или N

- затянуть с помощью тарированного ключа гайку соединителя «вилка», при этом следует удерживать подключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его от проворачивания. Окончательное затягивание гайки соединителя «вилка» проводить, удерживая тарированный ключ за канавкой на конце ручки в месте, указанном стрелкой на рисунке 5.7. Затягивание прекратить в момент излома ручки ключа.

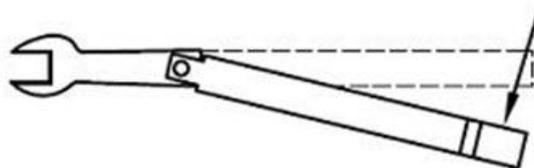


Рисунок 5.7 – Допустимый излом ключа

i Излом ручки ключа, изображённый на рисунке 5.7, достаточен для достижения требуемого усилия затягивания.

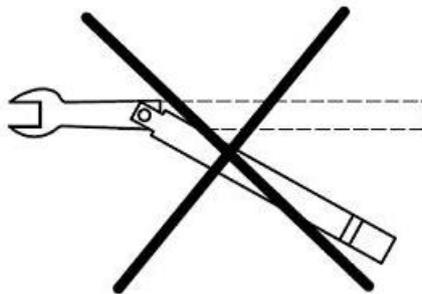


Рисунок 5.8 – Недопустимый излом ключа

! *Внимание! Не допускается проводить затягивание до излома ключа, изображённого на рисунке 5.8.*

5.3.5 Расчленение коаксиальных соединителей

Расчленение соединителей проводится в последовательности обратной сочленению.

В ходе выполнения всей операции следует удерживать отключаемое устройство в таком положении, чтобы центральный проводник его соединителя находился на той же прямой, что и до расчленения.

i *Внимание: изменение положения центральных проводников расчленяемых устройств может привести к механическому повреждению их соединителей.*

Расчленение соединителей проводить по методике:

- с помощью ключа, которым проводилось затягивание, ослабить крепление гайки соединителя «вилка», при этом удерживать отключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его корпус от проворачивания;
- удерживая отключаемое устройство в таком положении, чтобы центральный проводник его соединителя находился на той же прямой, что и до расчленения, пальцами раскрутить гайку соединителя «вилка»;
- расчленить соединители.

5.4 Подготовка к работе

5.4.1 Меры по обеспечению безопасности обслуживающего персонала

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

При эксплуатации анализатора и техническом обслуживании, строго соблюдайте следующие меры предосторожности:

- 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;
- зажим защитного заземления следует отсоединять после отключения анализатора от сети электропитания и от других приборов.

5.4.2 Начальные установки

Органы управления, переключатели и разъёмы анализатора должны находиться в начальном положении (если их положение отличается от указанного, необходимо их перевести в требуемое состояние):

- кнопка питания « I » на передней панели анализатора должна быть в отжатом положении, выключатель питания на задней панели в положении «0»;
- при наличии на передней панели входов и выходов ИЗМ, ГЕНЕРАТОР, ОПОРН они должны быть соединены перемычками из комплекта поставки.

5.4.3 Порядок установки и загрузки программного обеспечения

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

5.4.4 Подготовка к измерениям

Документация. Перед началом подготовки анализатора к эксплуатации необходимо занести в формуляр дату ввода прибора в эксплуатацию. Убедиться путём внешнего осмотра в отсутствии дефектов и поломок по причине некачественной упаковки или неправильного транспортирования.

Установка перемычек. Убедиться, что входы и выходы ИЗМ, ГЕНЕРАТОР, ОПОРН (при их наличии) соединены перемычками.

Установка на рабочее место (если не устанавливался ранее). Установить анализатор на ровную поверхность рабочего стола так, чтобы все ножки анализатора упирались в неё, и обеспечивался свободный доступ к органам управления и соединителям задней и передней панелей. Поверхность стола должна быть твёрдой, без мягких прокладок, листов бумаги и т.п., чтобы не закрывались вентиляционные отверстия на днище анализатора. Для обеспечения нормальной вентиляции расстояние между задней панелью анализатора и соседними предметами должно быть не менее 150 мм.

Условия эксплуатации. Убедитесь, что условия эксплуатации соответствуют требованиям п. 4.2. Анализатор должен быть выдержан в рабочих условиях не менее 3 ч.

Заземление. Проверить наличие системы защитного заземления. При отсутствии системы заземления необходимо воспользоваться занулённым зажимом питающей сети. Соединить клемму заземления анализатора с системой заземления или занулённым зажимом питающей сети.

Установки органов управления. Установите органы управления в начальное (выключенное) состояние (см. п. 5.4.2).

Соединители. Проведите визуальный осмотр соединителей и при необходимости проведите их чистку и проверку присоединительных размеров, согласно пп. 5.3.1–5.3.3.

Установка ПО (если не устанавливалось ранее). Произведите установку ПО на управляющий ПК, если оно не установлено, согласно указаниям, приведённым в части II настоящего РЭ.

Физическое подключение кабеля Ethernet. Осуществите физическое подключение анализатора напрямую к управляющему ПК (рекомендуется), либо к локальной сети, кабелем *Ethernet*, обеспечив хороший контакт. Включите ПК, с которого будет осуществляться управление анализатором.

Сетевые настройки. С помощью переключателей «Конфигуратор», расположенных на задней панели, задайте набор сетевых параметров (см. часть II настоящего РЭ, подраздел с описанием выбора сетевых параметров).

Электропитание. Соедините анализатор кабелем питания с сетью электропитания ~ 230 В частотой 50 Гц. Включите анализатор, установив сначала выключатель питания на задней панели в положение «I», затем нажав кнопку питания «⏻» на передней панели, убедиться в наличии индикации кнопки «⏻».

Запуск ПО и логическое подключение. Запустите ПО и подключитесь к анализатору согласно части II настоящего РЭ, подразделу с описанием запуска и подключения к анализатору.

Активация программных опций (при наличии). Произведите активацию программных опций согласно части II настоящего РЭ, подразделу с описанием активации программных опций, если они не активированы.

Прогрев. Перед началом проведения измерений на анализаторе необходимо осуществлять его прогрев. Выдержите анализатор во включённом состоя-

нии в течение времени установления рабочего режима (т.е. 1 ч) при запущенном процессе измерений.

! *Для достижения минимального среднеквадратического значения шумов и стабильности измерительной трассы модуля коэффициента передачи и отражения, а также коэффициента шума (только для P4226A), необходимо запускать процесс измерений (т.е. процесс перестройки гетеродина по частоте) на 10 мин непосредственно перед началом измерений для выбранного частотного диапазона. Подобный прогрев рекомендуется проводить всякий раз после смены диапазона сканирования по частоте или кратковременной остановки измерений.*

6 Средства измерений, инструменты и принадлежности

В комплекте поставки 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.

Для измерений на анализаторах может понадобиться следующее оборудование и принадлежности (некоторое оборудование может входить в комплект поставки, см. таблицы 4.4, 4.5):

- **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 «усечённых» вариантах для калибровки портов на один тракт или на один тип соединителя ИУ. Калибровка, проведённая 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 в большинстве вариантов проводится за одно подключение, а все меры передачи и отражения находятся внутри электронного калибратора в виде электрических схем и переключаются программным обеспечением *Graphit P4M*. Данный способ калибровки менее точен за счёт применения «электронных» мер, зато проводится быстрее и не требует высокой квалификации персонала. Такую калибровку рекомендуется применять на допусковом контроле (прошёл - не прошёл) и там, где не требуется высокая точность измерений. В комплект электронного калибратора также входят коаксиальные переходы 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 и предотвращает поломку соединителей из-за чрезмерного усилия.

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 надёжный электрический контакт при сочленении.

Средства, необходимые при эксплуатации и обслуживании, но не поставляемые в комплекте с анализаторами, а также характеристики ключей тарированных и поддерживающих, приведены в таблице 6.1.

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

Наименование	Характеристики	Рекомендуемые
ПК (настольный или портативный)	Минимальные системные требования к ПК приведены в п. 1 части II РЭ	Устройство управления и отображения информации портативное ПКУ-11

Наименование	Характеристики	Рекомендуемые
Измерители присоединительных размеров	абсолютная погрешность измерений не более ± 20 мкм для тракта 7/3,04 и ± 8 мкм для других трактов	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)
Ключ тарированный для соединителей в тракте 3,5/1,52 мм	Калиброванное усилие $(0,9 \pm 0,1)$ Н•м, размер зева 8 мм	Ключ тарированный КТ-2
Ключ тарированный для соединителей усиленного исполнения в тракте 3,5/1,52 мм	Калиброванное усилие $(0,9 \pm 0,1)$ Н•м, размер зева 20 мм	Ключ тарированный КТ-3
Ключ тарированный для соединителей в тракте 7/3,04 мм	Калиброванное усилие $(1,35 \pm 0,2)$ Н•м, размер зева 19 мм	Ключ тарированный КТ-4
Ключ поддерживающий для соединителей в тракте 3,5/1,52 мм	Размер зева 8 мм	Ключ поддерживающий КП-1
Ключ поддерживающий для соединителей в тракте 7/3,04 мм	Размер зева 14 мм	Ключ поддерживающий КП-2
Ключ поддерживающий для соединителей усиленного исполнения в тракте 3,5/1,52 мм	Размер зева 19 мм	Ключ поддерживающий КП-3
Ткань хлопчатобумажная	ГОСТ 29298	—
Ветошь обтирочная сортированная 625	ТУ 63-032-15	—
Вата медицинская гигроскопическая гигиеническая	ГОСТ 5556	—
Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный	ГОСТ Р 55878	—
Браслет антистатический	ГОСТ 12.4.124	—
Коврик антистатический	ГОСТ 12.4.124	—

Наименование	Характеристики	Рекомендуемые
Баллон со сжатым воздухом или резиновая груша	–	–
Деревянные палочки	–	зубочистки, спички
Кисточка или щётка с мягкой щетиной	–	–
Отвёртка крестовая	–	–
<p>Примечания</p> <p>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).</p> <p>2 Ткань (ветошь), вата, спирт, баллон со сжатым воздухом (резиновая груша), кисточка (щётка) и деревянные палочки необходимы для чистки соединителей от загрязнений.</p>		

7 Порядок работы

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

8 Техническое обслуживание

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

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

9 Текущий ремонт

9.1 Общие положения

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

❗ Запрещается проводить самостоятельный ремонт анализатора и комплекта принадлежностей!

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

а) выключить анализатор, установив питания « ⏏ » на передней панели анализатора в отжатое положение, выключатель питания на задней панели установить в положение «0»;

б) отключить кабель питания от анализатора, отсоединить клемму защитного заземления анализатора от шины защитного заземления;

в) открыть крышку, закрывающую гнездо установки плавкого предохранителя (находится около разъёма для кабеля электропитания);

г) установить сменный предохранитель, находящийся в гнезде. В случае отсутствия сменного предохранителя, установить предохранитель аналогичного типа с силой тока, не превышающей 1 А (пример В0205);

д) закрыть крышку, соединить сначала клемму защитного заземления анализатора с шиной защитного заземления, затем разъём подключения кабеля питания и сеть электропитания ~ 230 В 50 Гц с помощью кабеля питания;

е) включить анализатор, установив сначала выключатель питания на задней панели в положение «I», затем нажав кнопку питания « ⏏ » на передней панели, убедиться в наличии индикации кнопки « ⏏ ».

i *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.*

9.2 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 (см. п. 5.3.1 перечисление 4а)).

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. 10.3.3, и отправить их на предприятие-изготовитель для ремонта или замены.

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

i 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:

- имеются механические повреждения анализатора и комплекта принадлежностей, полученные при эксплуатации, или следы воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- отсутствует формуляр;
- формуляр не заполнен или заполнен неверно;
- повреждены пломбы предприятия-изготовителя;
- имеются следы вскрытия корпуса анализатора или комплекта принадлежностей;
- истёк гарантийный срок.

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

Негарантийный ремонт проводится после оформления договора на проведение ремонта.

10 Хранение, транспортирование, упаковка

10.1 Хранение

Анализатор и комплект принадлежностей до введения в эксплуатацию следует хранить на складах в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 до 40 °С и относительной влажности воздуха 80 % при температуре 35 °С.

Анализатор и комплект принадлежностей без упаковки должны 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.

10.2 Транспортирование

10.2.1 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 нанесённым на ней знакам.

Погрузка и выгрузка не требует применения погрузочно-разгрузочных средств.

10.2.2 Условия транспортирования

Транспортирование упакованных анализаторов и комплекта принадлежностей допускается любыми закрытыми транспортными средствами с условиями транспортирования согласно таблице 10.1.

Т а б л и ц а 10.1 – Предельные условия транспортирования

Влияющая величина	Значение влияющей величины
Температура окружающего воздуха, °С нижнее значение верхнее значение	минус 50 70
Относительная влажность воздуха при 30 °С, %	95
Атмосферное давление	от 70 до 106,7 кПа (от 537 до 800 мм рт. ст.)
Механические удары многократного действия: число ударов в минуту максимальное ускорение, м/с ² длительность импульса, мс число ударов по каждому направлению воздействия	80 30 6 4000

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

После транспортирования в условиях, отличных от рабочих, необходимо выдержать анализатор в рабочих условиях эксплуатации не менее 3 ч. В том случае, если условия транспортирования можно считать близкими к предельным условиям транспортирования (см. таблицу 10.1), то необходимо выдержать анализатор в рабочих условиях эксплуатации не менее 24 ч.

При транспортировании воздушным транспортом анализатор и комплект принадлежностей в упаковке должен 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.

10.3 Упаковка

10.3.1 Общие положения

Упаковывание проводится по ГОСТ 9181.

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

Вид потребительской упаковки – чехлы из полиэтиленовой плёнки 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.

10.3.2 Распаковывание

Распаковывание анализатора и комплекта принадлежностей проводить в следующей последовательности:

- а) открыть картонный ящик (при наличии), извлечь и открыть кейс;
- б) извлечь из кейса и затем из потребительской упаковки анализатор, комплект принадлежностей и документацию;
- в) провести сверку с сопроводительной документацией;
- г) сравнить номера анализатора и комплекта принадлежностей с номерами, указанными в формуляре. В случае обнаружения несоответствия номеров, остановить распаковывание, сделать соответствующую запись в формуляре и сообщить на предприятие-изготовитель;

д) провести внешний осмотр анализатора (см. ч. I настоящего РЭ п. 5.3.1). В случае обнаружения механических повреждений, следов воздействия агрессивных сред или отсутствия пломб, остановить распаковывание, сделать соответствующую запись в формуляре и сообщить на предприятие-изготовитель;

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

После распаковывания потребительскую упаковку укладывают в кейс; кейс упаковывают в картонный ящик (при его наличии).

Упаковка подлежит хранению у потребителя до окончания гарантийного срока анализатора.

10.3.3 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 не более 80 % при температуре 25 °С.

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

Упаковывание анализатора и комплекта принадлежностей проводится в следующей последовательности:

- а) поместить анализатор и комплект принадлежностей в потребительские тары, удалить из них избыток воздуха и заварить швы потребительских тар, во избежание попадания влаги.

 Здесь и далее в данном подразделе допускается не заваривать швы потре-

бительских тар анализатора, комплекта принадлежностей и документации, укладываемых в кейс.

б) упакованный анализатор и комплект принадлежностей уложить в кейс; пространство между стенками кейса и упакованными анализатором и комплектом принадлежностей заполнить амортизационным материалом;

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

 *«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.*

г) распечатать страницы с п. 10.3.2 «Распаковывание» и с остальной документацией, указанной в таблицах 4.4 и 4.5, в потребительскую тару, удалить избыток воздуха и заварить швы, во избежание попадание влаги;

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

е) заполнить сопроводительную документацию и уложить её в кейс;

ж) закрыть крышку кейса;

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

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

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

11 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;
- обозначения органов управления, индикаторов и соединителей.

На задней панели анализатора нанесены следующие обозначения:

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

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 (см. рисунки 4.4, 4.5) предприятия-изготовителя, предотвращающие несанкционированное вскрытие.

12 Гарантии предприятия-изготовителя

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие анализатора требованиям настоящих РЭ при соблюдении потребителем условий и правил эксплуатации, хранения и транспортирования, приведенным в настоящем РЭ.

Гарантийный срок – 12 месяцев со дня отгрузки потребителю.

Средний срок службы – 5 лет со дня отгрузки потребителю.

Гарантии не распространяются в случаях, перечисленных в п. 9.2.

Условия ремонта перечислены в п. 9.

13 Утилизация

Анализатор и комплект принадлежностей не содержат материалов опасных для жизни человека. После окончания срока службы, при необходимости,

их утилизируют любым доступным способом.