



## АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА

СК4М

Руководство по эксплуатации

Часть I. Общие сведения

ЖНКЮ.468166.024 РЭ

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

## Содержание

Содержание .....	2
Руководство по эксплуатации Часть I. Общие сведения .....	4
1 Нормативные ссылки .....	4
2 Термины и сокращения.....	6
3 Требования безопасности .....	8
4 Описание и подготовка анализатора к работе.....	11
4.1 Назначение .....	11
4.2 Условия окружающей среды.....	11
4.3 Опции, модификации и комплект поставки анализатора .....	12
4.4 Технические характеристики .....	15
4.4.1 Основные параметры .....	15
4.4.2 Параметры радиоэлектронной защиты и электромагнитной совместимости .....	27
4.5 Структура и принцип работы анализатора .....	27
4.6 Расположение соединителей и органов управления анализатора.....	29
4.7 Инструменты и принадлежности.....	30
4.7.1 Обзор .....	30
4.7.2 Общие сведения о генераторах шума (для опции ИКШ) .....	31
4.7.2.1 Принципы работы и разновидности ГШ .....	31
4.7.2.2 Выбор генераторов шума .....	32
4.8 Маркировка и пломбирование .....	33
4.9 Эксплуатационные ограничения .....	34
4.10 Подготовка анализатора к работе.....	34
5 Техническое обслуживание и ремонт изделия.....	37
5.1 Самостоятельное обслуживание.....	37
5.2 Гарантийное и послегарантийное обслуживание .....	37
6 Хранение, транспортирование, упаковка.....	39
6.1 Хранение .....	39
6.2 Транспортирование .....	39
6.3 Упаковка.....	39

Анализаторы спектра СК4М выпускаются по техническим условиям ЖНКЮ.468166.024ТУ.

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения устройства, принципа работы, правил использования, транспортирования и хранения анализаторов спектра СК4М.

Перед началом эксплуатации анализатора необходимо ознакомиться с настоящим РЭ.

К эксплуатации анализатора допускается персонал с соответствующей инженерной квалификацией, прошедший инструктаж и проверку знаний согласно межотраслевым правилам по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок, обладающий базовыми навыками работы с ПК, также прошедший подготовку по работе с анализатором 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 с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и другими огнеопасными и взрывоопасными веществами.

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

**⚠ Внимание! Не допускается использование настоящего РЭ без указания наименования данного документа и предприятия-изготовителя. Запрещается коммерческое использование данного документа без письменного согласия предприятия-изготовителя.**

# Руководство по эксплуатации

## Часть I. Общие сведения

### 1 Нормативные ссылки

ГОСТ 10354-82 Плёнка полиэтиленовая. Технические условия.

ГОСТ 8.475 Стандартный коэффициент шума и эквивалентная шумовая температура усилительных и приёмных устройств. Методика выполнения измерений.

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

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

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

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

ГОСТ 5556-81 Вата медицинская гигроскопическая. Технические условия.

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

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

ГОСТ Р 51317.4.11-07 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.2-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.4-07 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний.

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

ГОСТ Р 51318.22-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от оборудования информационных технологий. Нормы и методы испытаний.

ГОСТ Р 51318.24-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость оборудования информационных технологий к электромагнитным помехам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ РВ 51914-2002 Элементы соединения СВЧ трактов электронных измерительных приборов. Присоединительные размеры.

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

## 2 Термины и сокращения

**Анализатор** – анализатор спектра СК4М (т.е. одно из его исполнений – СК4М-18А или СК4М-50).

**Виртуальный прибор** – прибор, состоящий из измерительного блока, подключаемого к компьютеру, и программного обеспечения, реализующего часть функций прибора – управление, обработку и отображение результатов измерений.

**Измерительный блок** – аппаратная часть виртуального прибора, подключаемая к компьютеру.

**Предприятие-изготовитель** – АО «Научно-производственная фирма «Микран».

АС – анализ спектра;

АМ – амплитудно-модулированный;

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь;

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика;

ВЧ – высокочастотный;

ГШ – генератор шума;

ИКШ – измерение коэффициента шума;

ИОШТ – избыточная относительная шумовая температура (excess noise ratio, ENR);

ИУ – исследуемое устройство;

ИФШ – измерение фазового шума;

КП – коэффициент передачи;

КСВН – коэффициент стоячей волны по напряжению;

КШ – коэффициент шума;

НГШ – низкотемпературный генератор шума;

НЧ – низкочастотный;

ОГ – опорный генератор;

ОС – операционная система;

ПГ – погрешность;

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

ПЧ – промежуточная частота;

РЭ – руководство по эксплуатации;

СН – согласованная нагрузка;

ССКП – суммарная средняя квадратическая погрешность;

ТТЛ – транзисторно-транзисторная логика;

ТУ – технические условия;

ФАПЧ – система фазовой автоподстройки частоты;

ФМ – фазомодулированный;

ФНЧ – фильтр нижних частот;

ФШ – фазовый шум;

ЧМ – частотно-модулированный.

### 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 анализатора.

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 присутствует напряжение  $\sim (220 \pm 22)$  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 анализатора, 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;

**i** При попадании статического разряда на анализатор программа управления может выдавать «Ошибку шины SATA», после чего может потребоваться вмешательство оператора с целью перезапуска ПО и/или измерения.

- 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 вход «↻ СВЧ» анализатора мощность и постоянное напряжение, превышающие значения, указанные на передней панели анализатора рядом со знаком .

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

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 подключённым к анализатору без генератора шума. При подключении разъёма питания к ГШ с помощью кабеля BNC в первую очередь кабель подключать к ГШ, и только после этого к анализатору!

При использовании анализаторов с опцией «АПА» на выход используемых генераторов шума рекомендуется накрутить конденсатор, предотвращающий попадание постоянного напряжения на его выход.

**i** При использовании внешнего предусилителя из комплекта поставки, необходимо заземлить корпус предусилителя перед подключением его к сети электропитания.

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 ёмкостях;
- 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 легковпитывающим 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 и подготовка анализатора к работе

### 4.1 Назначение

Наименование: Анализаторы спектра СК4М

Обозначение: ЖНКЮ.468166.024

Анализатор спектра предназначен для измерения абсолютных и относительных уровней мощности и частот отдельных гармонических составляющих спектра периодических сигналов, а также спектральной плотности мощности стационарных случайных процессов в широком диапазоне частот.

Область применения – разработка, производство и техническое обслуживание различных типов радиотехнического оборудования, работающего в отраслях теле- и радиовещания, телекоммуникаций, радиолокации, а также стандартизированные измерения, радиоконтроль и т. д.

Анализатор может эксплуатироваться в лабораторных и производственных условиях, в цехах, ремонтных мастерских и других закрытых помещениях при допустимых условиях эксплуатации.

### 4.2 Условия окружающей среды

Рабочие условия эксплуатации для режима анализа спектра, режима измерения коэффициента шума (опция «ИКШ») и режима измерения фазовых шумов (опция «ИФШ») приведены в таблице 4.1.

Т а б л и ц а 4.1 – Рабочие условия эксплуатации для режима анализа спектра

Наименование показателя	Значение
Диапазон рабочих температур, °С	от 15 до 40
Относительная влажность при температуре 25 °С, %, не более	90
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 800

Градуировка генераторов шума (опция ГРП) должна проводиться в нормальных условиях эксплуатации, которые приведены в таблице 4.2.

Т а б л и ц а 4.2 – Нормальные условия эксплуатации

Наименование показателя	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	20±5
Относительная влажность при температуре 25 °С, %, не более	80

Наименование показателя	Значение
Атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 795

### 4.3 Опции, модификации и комплект поставки анализатора

Анализаторы спектра СК4М имеют два исполнения, отличающиеся конструкцией и частотным диапазоном: СК4М-18А (для использования в коаксиальных трактах 7,0/3,04 мм и 3,5/1,52 мм) и СК4М-50 (для использования в коаксиальных трактах 2,4/1,04 мм). Анализаторы спектра СК4М-18А имеют 8 модификаций. Анализаторы спектра СК4М-50 имеют 4 модификации. Каждая модификация характеризуется определенным набором конструктивных особенностей и возможностей (аппаратных опций), определяющих функциональные возможности анализаторов. Имеются следующие аппаратные опции: «11Р», «13Н», «05Н», «АПА», «МУА» и программные опции: «ИКШ», «ИФШ», «ГРП». Далее при упоминании опций «АПА» и «МУА» подразумевается, что они установлены и включены. Описание опций приведено в таблице 4.3.

Т а б л и ц а 4.3 – Опции анализаторов и их описание

Опция	Описание опции
«11Р»	На измерительном входе СВЧ установлен соединитель типа N, розетка. Применимо только для СК4М-18А. Наличие этой опции исключает опции «13Н» и «05Н»
«13Н»	На измерительном входе СВЧ установлен соединитель типа NMD 3,5 мм, вилка <sup>1)</sup> . Применимо только для СК4М-18А. Наличие этой опции исключает опции «11Р» и «05Н»
«05Н»	На измерительном входе СВЧ установлен соединитель типа NMD, вилка <sup>2)</sup> . Применимо только для СК4М-50. Наличие этой опции исключает опции «11Р» и «13Н»
«АПА»	Встроен отключаемый адаптер питания (для подачи электропитания на исследуемое устройство через соединитель измерительного входа СВЧ), который имеет встроенный разделительный конденсатор. Наличие этой опции исключает опцию «АДП»
«МУА»	Встроен отключаемый предусилитель для улучшения чувствительности анализатора, имеет встроенный разделительный конденсатор
«АДП»	Опция аналоговой демодуляции (АМ, ЧМ, ФМ). Позволяет измерять частоту модулирующего сигнала, коэффициент амплитудной модуляции (для АМ), девиации частоты (для ЧМ), девиации фазы (для ФМ).

Опция	Описание опции
«ИКШ»	Опция измерений коэффициента шума и коэффициента передачи
«ГРП»	Опция градуировки генераторов шума
«ИФШ»	Опция измерений фазовых шумов
<p><sup>1)</sup> Совместим с соединителем 3,5 мм розетка по ГОСТ РВ 51914-2002.  <sup>2)</sup> Совместим с соединителем 2,4 мм розетка по ГОСТ РВ 51914-2002.</p> <p><b>Примечания</b></p> <p>1 Опции «АДП», «ИКШ», «ИФШ» и «ГРП» являются программными и могут быть добавлены в заказ для любой модификации анализатора; опции «ИКШ» и «ГРП» используются совместно с опцией «МУА» или с дополнительным внешним малошумящим усилителем (МШУ).</p> <p>2 Для использования опции «ИКШ» требуется внешний генератор шума (ГШ) (не входит в комплект поставки при заказе опции). Для использования данной опции на частотах выше 30 ГГц рекомендуется использование внешнего предусилителя из комплекта поставки.</p> <p>3 Для использования опции «ГРП» необходимы дополнительные аттенюаторы и переходы (входят в комплект поставки при заказе опции). Для использования данной опции на частотах выше 30 ГГц рекомендуется использование внешнего предусилителя из комплекта поставки.</p>	

Существующие модификации анализатора с указанием соответствующих наборов опций приведены в таблице 4.4.

Т а б л и ц а 4.4 – Модификации анализатора

Наименование	Примечание
Анализатор спектра СК4М-18А/1	опция «11Р»
Анализатор спектра СК4М-18А/2	опции «11Р», «МУА»
Анализатор спектра СК4М-18А/3	опции «11Р», «АПА»
Анализатор спектра СК4М-18А/4	опции «11Р», «МУА», «АПА»,
Анализатор спектра СК4М-18А/5	опция «13Н»
Анализатор спектра СК4М-18А/6	опции «13Н», «МУА»
Анализатор спектра СК4М-18А/7	опции «13Н», «АПА»
Анализатор спектра СК4М-18А/8	опции «13Н», «МУА», «АПА»
Анализатор спектра СК4М-50/1	опция «05Н»
Анализатор спектра СК4М-50/2	опции «05Н», «МУА»
Анализатор спектра СК4М-50/3	опции «05Н», «АПА»
Анализатор спектра СК4М-50/4	опции «05Н», «МУА», «АПА»

Комплект поставки анализатора представлен в таблице 4.5.

Т а б л и ц а 4.5 – Комплект поставки анализатора

Наименование, тип	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
Анализатор спектра СК4М-18А/1...СК4М-18А/8	ЖНКЮ.468166.044	1	модификация определяется при заказе
Анализатор спектра СК4М-50/1...СК4М-50/4	ЖНКЮ.468166.024	1	
Усилитель LNA 13-50	ЖНКЮ.434815.424	1	внешний предусилитель, только для анализаторов, имеющих одновременно опции «05Н», «МУА», «ИКШ» и (или) «ГРП»
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.468166.024 РЭ	1	–
Формуляр	ЖНКЮ.468166.024 ФО/ ЖНКЮ.468166.044 ФО	1	–
Методика поверки	ЖНКЮ.468166.024 ДЗ	1	–
Программа управления Graphit СК4М	ЖНКЮ.02011-00	1	поставляется на цифровом носителе
Упаковка	–	1	–
Аттенюатор Д2М-32-10-13Р-13	ЖНКЮ.434821.114	1	только для анализаторов, имеющих одновременно опции «11Р» (или «13Н») и «ГРП»

Наименование, тип	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
Переход коаксиальный ПК2-18-11-13Р	ЖНКЮ.468562.013-02	1	только для анализаторов, имеющих одновременно опции «11Р» и «ГРП»
Переход коаксиальный ПКН2-20-13РН-13Р	ЖНКЮ.468562.036	1	только для анализаторов, имеющих одновременно опции «13Н» и «ГРП»
Аттенюатор Д2М-50-3-05Р-05	ЖНКЮ.434821.043	1	только для анализаторов, имеющих одновременно опции «05Н» и «ГРП»
Кабель СВЧ-RG58-20-20	ЖНКЮ.685671.078-03	1	Для питания генераторов шума; только для анализаторов, имеющих опцию «ИКШ» и (или) «ГРП»

## 4.4 Технические характеристики

### 4.4.1 Основные параметры

Основные метрологические и основные технические характеристики для анализатора приведены в таблицах 4.6–4.7. Год изготовления анализатора должен быть указан на его задней панели и (или) в его формуляре.

Т а б л и ц а 4.6 – Метрологические характеристики анализатора

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
1. Диапазон рабочих частот для наборов опций: СК4М-18А - опция «11Р» - опция «13Н» - при активных опциях «АПА», «МУА»  СК4М-50 - при неактивных <sup>1)</sup> опциях «АПА», «МУА» - при активных опциях «АПА», «МУА»	от 100 Гц до 18 ГГц от 100 Гц до 20 ГГц от 20 МГц до 18(20) ГГц  от 100 Гц до 50 ГГц от 20 МГц до 50 ГГц



2. Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора в рабочем диапазоне температур ( $\delta_{ог}$ )	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
3. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты ( $F_{изм}$ ) в режиме частотомера (при отношении сигнал/шум не менее 25 дБ, для точности определения частоты $\Delta f_{раз}$ , задаваемой в маркере), Гц	$\pm (\delta_{ог} \cdot F_{изм} + \Delta f_{раз})$
4. Диапазон измерения уровня мощности синусоидального сигнала, на частоте 100 МГц, дБм <sup>2</sup>	от (средний уровень шумов + 6 дБ) до 30
5. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности синусоидального сигнала 100 МГц в диапазоне уровней мощности, дБ  - от минус 130 до минус 90 дБм - свыше минус 90 до 0 дБм - свыше 0 до 30 дБм	  $\pm 0,6$ $\pm 0,3$ $\pm 0,6$
6. Пределы допускаемой неравномерности относительной амплитудно-частотной характеристики (в зависимости от частоты $f$ в ГГц) относительно опорного значения уровня мощности на частоте 100 МГц, при входном аттенуаторе 10 дБ, дБ:  - при неактивной опции «МУА» и уровне мощности входного сигнала 0 дБм - при активной опции «МУА» и уровне мощности входного сигнала минус 30 дБм	  $\pm(0,4 \cdot \sqrt{f} + 0,5)$ $\pm(0,47 \cdot \sqrt{f} + 0,75)$
7. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала минус 30 дБм на частоте 100 МГц, дБ	$\pm 0,2$
8. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы анализатора на фиксированной частоте 100 МГц, при значении входного сигнала от минус 90 до 0 дБм, дБ	$\pm 0,1$
9. Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерения отношения уровней мощности на фиксированной частоте, дБ, для неактивной опции «МУА» при значениях входного сигнала от минус 90 до 0 дБм <sup>3</sup>	$\pm 0,20$
10. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала из-за переключения фильтра промежуточной частоты (ФПЧ) относительно опорного значения полосы пропускания ФПЧ 3 МГц, дБ	$\pm 0,1$
11. Пределы допускаемой погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления входного аттенуатора в диапазоне от 0 до 40 дБ на фиксированной частоте 100 МГц, дБ	$\pm 0,3$



12. Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки опорного уровня на фиксированной частоте 100 МГц, дБ	±0,2	
13. Пределы допускаемой относительной погрешности ширины полос пропускания ФПЧ по уровню минус 3 дБ, %: от 1 Гц до 1 кГц от 3 кГц до 300 кГц от 1 МГц до 3 МГц	±5 ±10 ±15	
14. Коэффициент прямоугольности фильтра ПЧ (минус 60 дБ / минус 3 дБ, фильтр ПЧ ≤ 3 МГц), не более	5	
	опция «МУА» не-активна, уровень на входе минус 10 дБм	опция «МУА» активна, уровень на входе минус 50 дБм
15. Уровень помех, обусловленный гармоническими искажениями второго порядка, выраженном в виде точки пересечения второго порядка (SHI), при входном аттенюаторе 0 дБ, в диапазоне частот, дБм, не менее, для опции «11P» от 2 до 9 ГГц для опции «13H» от 2 до 10 ГГц для опции «05H» от 2 до 25 ГГц	90	-5
	опция «МУА» не-активна, уровень на входе минус 10 дБм	опция «МУА» активна, уровень на входе минус 40 дБм
16. Интермодуляционные искажения третьего порядка при двух тонах с разнесением по частоте более 5 кратной ширины полосы пропускания ФПЧ, при входном аттенюаторе 0 дБ в диапазоне частот от 20 МГц до 50 ГГц, дБм, не менее	15	-20

<p>17. Средний уровень собственных шумов, приведённых ко входу в полосе пропускания 1 Гц при входном ослаблении 0 дБ и согласованной нагрузке, подключенной ко входу анализатора, в диапазоне частот, дБм, не более</p> <p>опция «МУА» неактивна:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свыше 10 кГц до 10 МГц</li> <li>- свыше 10 МГц до 1 ГГц</li> <li>- свыше 1 до 3,2 ГГц</li> <li>- свыше 3,2 до 14 ГГц</li> <li>- свыше 14 до 18 ГГц</li> <li>- свыше 18 до 20 ГГц</li> <li>- свыше 20 до 32 ГГц</li> <li>- свыше 32 до 40 ГГц</li> <li>- свыше 40 до 50 ГГц</li> </ul> <p>опция «МУА» активна, без внешнего предусилителя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свыше 20 МГц до 3,2 ГГц</li> <li>- свыше 3,2 до 14 ГГц</li> <li>- свыше 14 до 25 ГГц</li> <li>- свыше 25 до 35 ГГц</li> <li>- свыше 35 до 44 ГГц</li> <li>- свыше 44 до 50 ГГц</li> </ul>	<p>–143</p> <p>–148</p> <p>–145</p> <p>–140</p> <p>–137</p> <p>–135</p> <p>–138</p> <p>–133</p> <p>–128</p> <p>–164</p> <p>–162</p> <p>–160</p> <p>–158</p> <p>–154</p> <p>–150</p>
<p>18. Уровень фазовых шумов на отстройках относительно несущей с частотой 1 ГГц, дБн/Гц, не более</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 кГц</li> <li>- 10 кГц</li> <li>- 100 кГц</li> <li>- 1 МГц</li> </ul>	<p>–110</p> <p>–115</p> <p>–120</p> <p>–135</p>
<p>19. КСВН СВЧ входа при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ (опции «АДП» и «АПА» неактивны), в диапазоне частот, не более:</p> <p>опция «МУА» не активна</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- от 0,01 до 18 ГГц для опции «11Р» и до 20 ГГц для опции «13Н»</li> <li>- свыше 20 до 50 ГГц для опции «05Н»</li> </ul> <p>опция «МУА» активна, без внешнего предусилителя</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- от 0,02 до 18 ГГц для опции «11Р» и до 20 ГГц для опции «13Н»</li> <li>- свыше 20 до 50 ГГц для опции «05Н»</li> </ul> <p>опция «МУА» активна, с внешним предусилителем из комплекта поставки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свыше 14 до 50 ГГц для опции «05Н»</li> </ul>	<p>2,0</p> <p>3,0</p> <p>2,1</p> <p>3,1</p> <p>3,2</p>
<p>20. Номинальные значения полос пропускания ФПЧ по уровню минус 3 дБ, Гц</p>	<p>от 1 до 10<sup>3</sup> с шагом 1/2/3/5/7; от 10<sup>3</sup> до 10<sup>7</sup> с шагом 1/3; 140; 6366</p>

<p>21. Номинальные значения полос пропускания видео-фильтров по уровню минус 3 дБ, Гц</p>	<p>от 1 до <math>10^3</math> с шагом 1/2/3/5/7; от <math>10^3</math> до <math>10^7</math> с шагом 1/3</p>
<p>Опция «ИКШ» (с активной опцией «МУА»)</p>	
<p>22. Частотный диапазон измерения коэффициента шума, МГц:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- СК4М-18А с опцией «11Р»</li> <li>- СК4М-18А с опцией «13Н»</li> <li>- СК4М-50 с опцией «05Н»</li> </ul>	<p>от 10 до 18000 от 10 до 20000 от 10 до 50000</p>
<p>23. Собственный коэффициент шума <math>F_2</math>, в диапазоне частот, дБ:</p> <p>без внешнего предусилителя</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>от 0,02 до 0,05 ГГц</li> <li>свыше 0,05 до 0,1 ГГц</li> <li>свыше 0,1 до 2 ГГц</li> <li>свыше 2 до 3,4 ГГц</li> <li>свыше 3,4 до 8 ГГц</li> <li>свыше 8 до 14 ГГц</li> <li>свыше 14 до 18 ГГц (до 20 ГГц – для опции «13Н»)</li> </ul> <p>с предусилителем из комплекта поставки (только для опции «05Н»)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>свыше 14 до 20 ГГц</li> <li>свыше 20 до 36 ГГц</li> <li>свыше 36 до 42 ГГц</li> <li>свыше 42 до 46 ГГц</li> <li>свыше 46 до 50 ГГц</li> </ul>	<p>15,93 11,60 10,36 11,37 10,35 12,07 14,00  11,54 11,41 12,83 13,74 15,10</p>
<p>24. Диапазон измерения коэффициента передачи (КП)<sup>4</sup>, дБ (от – не более, до – не менее), для избыточной относительной шумовой температуры (ИОШТ) генератора шума (ГШ) <math>ENR</math> [дБ] и <math>ENR'</math> [дБ] = <math>10 \cdot \lg(1 + ENR[\text{отн. ед.}])</math>, в диапазоне частот, МГц:</p> <p>без внешнего предусилителя</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>от 0,02 до 0,05</li> <li>свыше 0,05 до 14</li> <li>свыше 14 до 18 (до 20000 – для опций «13Н», «05Н»)</li> <li>свыше 20000 до 35000 (для опции «05Н»)</li> </ul> <p>с предусилителем из комплекта поставки (только для опции «05Н»)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>от 14000 до 20000</li> <li>свыше 20000 до 40000 (для опции «05Н»)</li> <li>свыше 40000 до 50000 (для опции «05Н»)</li> </ul>	<p>от <math>(3 - ENR)</math> до <math>(73 - ENR')</math> от <math>(-1 - ENR)</math> до <math>(70 - ENR')</math> от <math>(2 - ENR)</math> до <math>(71 - ENR')</math> от <math>(6 - ENR)</math> до <math>(71 - ENR')</math>  от <math>(-1 - ENR)</math> до <math>(60 - ENR')</math> от <math>(-1 - ENR)</math> до <math>(61 - ENR')</math> от <math>(1 - ENR)</math> до <math>(59 - ENR')</math></p>

<p>25. Диапазон измерения суммы коэффициента шума (КШ) и КП <math>S_0[\text{дБ}] = (\text{КШ} [\text{дБ}] + \text{КП} [\text{дБ}])</math>, дБ (от – не более, до – не менее), в диапазоне частот, МГц<sup>4)</sup>, при КШ &gt; 0 дБ:</p> <p>без внешнего предусилителя</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>от 0,02 до 0,05</li> <li>свыше 0,05 до 14</li> <li>свыше 14 до 18 (до 20000 – для опций «13Н», «05Н»)</li> <li>свыше 20000 до 35000 (для опции «05Н»)</li> </ul> <p>с предусилителем из комплекта поставки (только для опции «05Н»)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>от 14000 до 20000</li> <li>свыше 20000 до 40000 (для опции «05Н»)</li> <li>свыше 40000 до 50000 (для опции «05Н»)</li> </ul>	<p>от 0 до 73<sup>5)</sup></p> <p>от 0 до 70<sup>5)</sup></p> <p>от 0 до 71<sup>5)</sup></p> <p>от 0 до 71<sup>5)</sup></p> <p>от 0 до 60<sup>5)</sup></p> <p>от 0 до 61<sup>5)</sup></p> <p>от 0 до 59<sup>5)</sup></p>
<p>26. Пределы допускаемой абсолютной инструментальной погрешности измерений коэффициента шума, дБ</p>	<p>±0,03</p>
<p>27. Пределы допускаемой абсолютной инструментальной погрешности измерений коэффициента передачи, дБ</p>	<p>±0,03</p>
<p>28. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений КШ (для исследуемых устройств с КСВН не более 1,5 при использовании ГШ ГШМ2-20А или ГШМ2-20В, или при использовании других ГШ с погрешностью ИОШТ не более 0,4 дБ и с КСВН не более 1,45; для КСВН СВЧ-входа анализатора не более 2,1 без использования внешнего предусилителя и не более 3,2 с внешним предусилителем)<sup>6)</sup></p>	<p>см. таблицу 4.8</p>
<p>Опция «ГРП» (с активной опцией «МУА»)</p>	

<p>29. Пределы допускаемой абсолютной погрешности градуировки генераторов шума (без учета погрешностей из-за рассогласования радиоизмерительного тракта и неопределенности температуры окружающего воздуха, а также ИОШТ используемого в качестве эталона генератора шума), в диапазоне частот, дБ<sup>7)</sup></p> <p>для опции «11Р», «13Н»</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>от 0,01 до 0,02 невкл. ГГц ±0,460</li> <li>от 0,02 до 6 ГГц ±0,076</li> <li>свыше 6 до 12 ГГц ±0,060</li> <li>свыше 12 до 18 ГГц ±0,091</li> <li>свыше 18 до 20 ГГц (только для опции «13Н») ±0,097</li> </ul> <p>для опции «05Н» без внешнего предусилителя из комплекта поставки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>от 0,01 до 0,03 ГГц ±0,158</li> <li>свыше 0,03 до 14 ГГц ±0,079</li> <li>свыше 14 до 18 ГГц ±0,123</li> <li>свыше 18 до 20 ГГц ±0,132</li> </ul> <p>для опции «05Н» с внешним предусилителем из комплекта поставки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>от 0,2 до 0,35 ГГц ±0,290</li> <li>свыше 0,35 до 5 ГГц ±0,137</li> <li>свыше 5 до 15 ГГц ±0,075</li> <li>свыше 15 до 20 ГГц ±0,082</li> <li>свыше 20 до 26 ГГц ±0,066</li> <li>свыше 26 до 30 ГГц ±0,099</li> <li>свыше 30 до 32 ГГц ±0,126</li> <li>свыше 32 до 39 ГГц ±0,097</li> <li>свыше 39 до 43 ГГц ±0,104</li> <li>свыше 43 до 50 ГГц ±0,175</li> </ul>	
<p>30. КСВН аттенюаторов, входящих в комплект поставки при заказе опции, не более</p> <p>Д2М-32-10-13Р-13</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- от 0,01 до 20 ГГц</li> <li>- свыше 20 до 32 ГГц</li> </ul> <p>Д2М-50-3-05Р-05</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- от 0,01 до 20 ГГц</li> <li>- свыше 20 до 50 ГГц</li> </ul>	<p>1,10</p> <p>1,25</p> <p>1,25</p> <p>1,30</p>
<p>Опция «ИФШ» (применяется только при неактивной опции «МУА»)</p>	
<p>31. Частотный диапазон измерения фазового шума, МГц:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- СК4М-18А с опцией «11Р»</li> <li>- СК4М-18А с опцией «13Н»</li> <li>- СК4М-50 с опцией «05Н»</li> </ul>	<p>от 10 до 18000</p> <p>от 10 до 20000</p> <p>от 10 до 50000</p>
<p>32. Диапазон отстроек ΔF от частоты несущей при измерении фазового шума</p>	<p>от 10 Гц до 10 МГц</p>

<p>33. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения фазового шума при уровне измеряемого фазового шума на 6 дБ больше уровня собственных шумов<sup>8)</sup>, в диапазонах отстроек <math>\Delta F</math>, дБ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- от 0,00001 МГц до 1 МГц</li> <li>- свыше 1 МГц</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><math>\pm 1,5</math> <math>\pm 2,0</math></p>
<p>Опция «АДП»</p>	
<p>34. Частота модулирующего сигнала <math>F_m</math>, кГц</p>	<p style="text-align: center;">от 0,02 до 200</p>
<p>35. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты модулирующего сигнала <math>F_m</math>, Гц, для коэффициента амплитудной модуляции <math>M</math> в %:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в режиме АМ</li> <li>- в режиме ЧМ и ФМ</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><math>\pm(4 \cdot 10^{-5} \cdot F_m \cdot 100 \% / M)</math> <math>\pm((2 \cdot 10^{-4} \cdot F_m) + 0,2)</math></p>
<p>36. Диапазон измерений коэффициентов амплитудной модуляции <math>M</math>, %</p>	<p style="text-align: center;">от 0,1 до 100</p>
<p>37. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициентов амплитудной модуляции <math>M</math>, %</p>	<p style="text-align: center;"><math>\pm(0,006 \cdot M + 0,2)</math></p>
<p>38. Уровень паразитной внутренней АМ, %</p>	<p style="text-align: center;">0,02</p>
<p>39. Коэффициент перехода частотной модуляции в амплитудную при <math>F_m = 1</math> кГц, <math>\Delta f = 50</math> кГц, %, не более</p>	<p style="text-align: center;">0,05</p>
<p>40. Диапазон измерений девиации частоты <math>\Delta f</math>, Гц</p>	<p style="text-align: center;">от 10 до <math>5 \cdot 10^6</math></p>
<p>41. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений девиации частоты <math>\Delta f</math>, Гц</p>	<p style="text-align: center;"><math>\pm 0,006 \cdot (F_m + \Delta f)</math></p>
<p>42. Уровень паразитной внутренней ЧМ, Гц</p>	<p style="text-align: center;">2,0</p>
<p>43. Диапазон девиации фазы <math>\varphi</math>, рад</p>	<p style="text-align: center;">от 1 до 100</p>
<p>44. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений девиации фазы <math>\Delta \varphi</math>, рад</p>	<p style="text-align: center;"><math>\pm 0,04 \cdot (\Delta \varphi + 2 \cdot 10^{-6} \cdot F_m)</math></p>
<p>45. Диапазон отстроек от несущей частоты, Гц</p>	<p style="text-align: center;">от 1 до <math>10^7</math></p>

1) Под неактивной опцией здесь и далее понимается либо отсутствие опции, либо ее выключенное состояние.

2) Здесь и далее «дБм» – дБ относительно 1 мВт.

3) Для активной опции «МУА» эта характеристика эквивалентна инструментальной погрешности измерений коэффициента передачи для опции «ИКШ».

4) Диапазоны определяются на гармоническом сигнале при ФПЧ = 100 кГц (при измерении в с более широким ФПЧ верхний предел будет соответственно меньше); при нулевом ослаблении аттенюатора ПЧ.

5) Указанная верхняя граница  $S_{0\max}^H$  суммы  $S_0 = (F_{иу} [\text{дБ}] + G_{иу} [\text{дБ}])$  приводится для  $G_{иу} [\text{дБ}] \leq G_{иу\max} [\text{дБ}] - 10$ , где  $F_{иу}$  – КШ исследуемого устройства (ИУ),  $G_{иу}$  – КП ИУ, а  $G_{иу\max}$  – верхняя нормируемая граница КП ИУ для данного диапазона. Если  $G_{иу} [\text{дБ}] > G_{иу\max} [\text{дБ}] - 10$ , то верхняя граница  $S_{0\max}^{H*}$  суммы  $S_0$  рассчитывается по формуле  $S_{0\max}^{H*} [\text{дБ}] = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot S_{0\max}^H [\text{дБ}]} - G_{иу} [\text{отн. ед.}] \cdot ENR [\text{отн. ед.}])$ . Нижнюю же границу суммы  $S_0$  при КШ  $F_{иу} = 0$  дБ следует считать равной  $S_{0\min}^{H*} = G_{иу}$ .

6) При использовании исследуемых устройств и ГШ с меньшими значениями КСВН и погрешностями ИОШТ, а также при отлчие КСВН СВЧ-входа анализатора от 2, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений КШ необходимо пересчитать по формулам, указанным в таблице 4.8.

7) Для градуировки методом «Метод дополнительной калибровки» с пределами нестабильности установленными в соответствии с указанным в данном пункте значениям; остальные параметры измерения – по умолчанию.

8) Под собственным шумом понимается преобладающий шум: либо фазовый, либо тепловой, либо паразитные спектральные составляющие и т.п.

Т а б л и ц а 4.7 – Технические характеристики анализатора

Наименование характеристики	Значение характеристики
Уровень максимальной входной мощности (при включенном входном аттенюаторе не менее 10 дБ), Вт, не более	1
Напряжение питания генератора шума, В	28±0,2
Время установления рабочего режима, мин, не более	40
Продолжительность непрерывной работы, ч, не менее	16
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	390×390×205
Масса, кг, не более	20
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц, В	от 207 до 253
Потребляемая мощность, В·А, не более	300
Тип соединителя входа «СВЧ» - опция «11Р» - опция «13Н» - опция «05Н»	N, розетка NMD 3,5, вилка NMD 2,4, вилка

Наименование характеристики	Значение характеристики
Рабочие условия эксплуатации: диапазон рабочих температур, °С относительная влажность при температуре 25 °С, %, не более атмосферное давление, мм рт. ст.	от 15 до 40 90 от 630 до 800

Т а б л и ц а 4.8 – Доверительные границы допускаемой абсолютной погрешности измерений КШ  $\delta F_{ИУ}$  при вероятности 0,95 (для исследуемого устройства (ИУ) с КП  $G_{ИУ,дБ}$  и КШ  $F_{ИУ}$ )

Частота	$F_{ИУ}^{1)}$ , дБ	$\delta F_{ИУ}^{2)}$ , дБ, для $G_{ИУ,дБ}$ , дБ					
		7	10	15	20	25	св. 30
от 0,02 до 0,05 ГГц	1	-0,44; 0,40	-0,48; 0,43	-0,50; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,48; 0,43	-0,49; 0,44	-0,50; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,50; 0,45	-0,50; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46
	15	-0,50; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45
	св. 20	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45
от 0,05 до 0,10 ГГц	1	-1,98; 1,36	-0,99; 0,81	-0,58; 0,52	-0,53; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,86; 0,72	-0,61; 0,54	-0,52; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,56; 0,50	-0,52; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
свыше 0,10 до 2 ГГц	1	-0,78; 0,66	-0,58; 0,51	-0,52; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,55; 0,49	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 10	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
свыше 2 до 3,4 ГГц	1	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	5	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46
	св. 10	-0,65; 0,57	-0,54; 0,48	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,52; 0,46
свыше 3,4 до 8 ГГц	1	-0,52; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	5	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 10	-0,75; 0,64	-0,57; 0,51	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
свыше 8 до 14 ГГц	1	-0,55; 0,49	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	5	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46



Частота	$F_{иу}^{1)}$ , дБ	$\delta F_{иу}^{2)}$ , дБ, для $G_{иу,дБ}$ , дБ					
		7	10	15	20	25	св. 30
	10	-0,65; 0,57	-0,54; 0,48	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,52; 0,46
	св. 15	-0,52; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
свыше 14 до 18 ГГц для опции «11Р» и до 20 ГГц для опции «13Н»	1	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	5	-0,84; 0,71	-0,60; 0,53	-0,52; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	10	-0,57; 0,50	-0,52; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
свыше 14 до 20 ГГц (для опции «05Н» с внешним предусилите- лем из ком- плекта по- ставки)	1	-0,80; 0,68	-0,58; 0,51	-0,52; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,56; 0,49	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 15	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
свыше 20 до 36 ГГц (для опции «05Н» с внешним предусилите- лем из ком- плекта по- ставки)	1	-0,78; 0,66	-0,58; 0,51	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,55; 0,49	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46
свыше 36 до 42 ГГц (для опции «05Н» с внешним предусилите- лем из ком- плекта по- ставки)	1	-1,01; 0,82	-0,65; 0,56	-0,53; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,61; 0,54	-0,53; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
свыше 42 до 46 ГГц (для опции «05Н» с внешним предусилите- лем из ком- плекта по- ставки)	1	-1,22; 0,96	-0,72; 0,62	-0,54; 0,48	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,66; 0,58	-0,55; 0,49	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,53; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
свыше 46 до	1	-1,69; 1,22	-0,87; 0,73	-0,56; 0,50	-0,52; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46

Частота	$F_{ИУ}^{1)}$ , дБ	$\delta F_{ИУ}^{2)}$ , дБ, для $G_{ИУ,дБ}$ , дБ					
		7	10	15	20	25	св. 30
50 ГГц (для опции «05Н» с внешним предусилителем из комплекта поставки)	5	-0,79; 0,67	-0,58; 0,52	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,55; 0,49	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46

<sup>1)</sup>В диапазоне КШ исследуемого устройства  $F_{ИУ}$  от 0,01 до 20 дБ предполагается использование ГШМ2-20А, а в диапазоне от 20 до 30 дБ – ГШМ2-20В или другие генераторы шума с аналогичными характеристиками или лучше.

<sup>2)</sup>Вычисление границ погрешности проводится в следующей последовательности (предполагается, что СКО  $F_{ИУ}$  не более 0,05 дБ): 1) измерить собственный КШ анализатора (АС)  $F_2$  [отн. ед.]; 2) рассчитать КШ всей измерительной системы, отн. ед., по формуле  $F_{12} = F_{ИУ} + \frac{(F_2[\text{отн. ед.}] - 1)}{G_{ИУ}}$ , где  $F_{ИУ} = 10^{0,1 \cdot F_{ИУ}[\text{дБ}]}$ , отн. ед.;  $G_{ИУ} = 10^{0,1 \cdot G_{ИУ,дБ}}$ , отн. ед.; 3) вычислить пределы погрешности рассогласования  $|\Delta_{ГШ-ИУ}|$ ,  $|\Delta_{ГШ-АС}|$  и  $|\Delta_{ИУ-АС}|$  по формуле  $|\Delta_{и1-и2}|$  [отн. ед.] =  $\rho_{и1}$  [отн. ед.] ·  $\rho_{и2}$  [отн. ед.], где «и1» и «и2» – соответствующие индексы,  $\rho$  – соответствующие коэффициенты отражения; 4) рассчитать границы погрешности измерения КШ измерительной системы, отн. ед., по формуле

$$\Delta F_{12} = 1,1 \cdot \sqrt{|\Delta_{ГШ-ИУ}|^2 + (F_{12} \cdot (10^{0,1 \cdot \delta F_{сист}} - 1))^2 + (1 - S) \cdot (ENR_{изм} \cdot (10^{0,1 \cdot \delta ENR_{изм}} - 1))^2},$$

где  $S = 1$  – для измерений без преобразования частот (в таблице приведены значения для этого случая), а  $S = 0$  – с преобразованием,  $\delta ENR_{изм}$  – предел погрешности ИОШТ  $ENR_{изм}$ , отн. ед., эталонного ГШ, использованного на этапе измерения, дБ,  $\delta F_{сист}$  – предел абсолютной инструментальной погрешности измерения КШ, дБ; 5) определить границы погрешности измерения собственного КШ АС, отн. ед., по формуле

$$\Delta F_2 = 1,1 \cdot \sqrt{|\Delta_{ГШ-АС}|^2 + (F_2 \cdot (10^{0,1 \cdot \delta F_{сист}} - 1))^2 + (1 - S) \cdot (ENR_{кал} \cdot (10^{0,1 \cdot \delta ENR_{кал}} - 1))^2},$$

где  $\delta ENR_{кал}$  – предел погрешности ИОШТ  $ENR_{кал}$ , отн. ед., эталонного ГШ, использованного на этапе калибровки, дБ; 6) вычислить границы погрешности измерения КП ИУ, отн. ед., по формуле

$$\Delta G_{ИУ} = 1,1 \cdot \sqrt{|\Delta_{ГШ-ИУ}|^2 + |\Delta_{ГШ-АС}|^2 + |\Delta_{ИУ-АС}|^2 + (G_{ИУ} \cdot (10^{0,1 \cdot \delta G_{сист}} - 1))^2 + (1 - S) \cdot (ENR_{изм} \times (10^{0,1 \cdot \delta ENR_{изм}} - 1))^2}$$

где  $\delta G_{сист}$  – предел абсолютной инструментальной погрешности измерения КП, дБ; 7) рассчитать итоговые значения доверительных границ погрешности измерения КШ при вероятности 0,95 по формуле

$$\delta F_{ИУ}[\text{дБ}] = 10 \cdot \lg \left\{ 1 \pm \frac{1}{F_{ИУ}[\text{отн. ед.}]} \cdot \sqrt{(\Delta F_{12}[\text{отн. ед.}])^2 + \left(\frac{\Delta F_2[\text{отн. ед.}]}{G_{ИУ}[\text{отн. ед.}]}\right)^2 + \left(\frac{F_2[\text{отн. ед.}] - 1}{G_{ИУ}^2[\text{отн. ед.}]} \cdot \Delta G_{ИУ}[\text{отн. ед.}]\right)^2} + S \cdot 1,1^2 \cdot \left(F_{12}[\text{отн. ед.}] - \frac{F_2[\text{отн. ед.}]}{G_{ИУ}[\text{отн. ед.}]}\right)^2 \cdot (10^{0,1 \cdot \delta ENR_{изм}[\text{дБ}]})^2 \right\}.$$

#### 4.4.2 Параметры радиоэлектронной защиты и электромагнитной совместимости

По параметрам помехоэмиссии анализатор соответствует классу Б по ГОСТ Р 51318.22.

Анализатор устойчив к электростатическим разрядам со степенью жёсткости испытаний 1 согласно ГОСТ Р 51317.4.2.

Анализатор устойчив к наносекундным импульсным помехам со степенью жёсткости испытаний 1 по ГОСТ Р 51317.4.4.

Анализатор соответствует критерию качества функционирования В согласно ГОСТ Р 51318.24.

По уровню излучаемых промышленных радиопомех анализатор соответствует классу Б по ГОСТ Р 51318.22.

Анализатор устойчив к микросекундным импульсным помехам большой энергии по цепям электропитания переменного тока со степенью жёсткости 2 согласно ГОСТ Р 51317.4.5.

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

#### 4.5 Структура и принцип работы анализатора

СК4М относится к классу анализаторов спектра последовательного (сканирующего) типа, построены по архитектуре «виртуальных приборов» и работают в составе с ПК посредством специализированного ПО *Graphit СК4М* ЖНКЮ.02011-00, с помощью которого осуществляется управление параметрами измерения и отображение результатов измерений. Для связи с ПК используется интерфейс *Ethernet*.

Упрощённая структурная схема анализатора приведена на рисунке 4.1. На рисунке указаны важнейшие органы управления и соединители, необходимые для работы с анализатором.

**Радиоприёмный тракт (РПТ)** построен по супергетеродинной схеме с многократным преобразованием частоты, предназначен для преобразования измеряемого спектра сигнала на ПЧ, равную 70 МГц, а также для его фильтрации и регулировки уровня. Таким образом, РПТ обеспечивает избирательность по побочным каналам приёма и широкий динамический диапазон измеряемых сигналов. Имеет в своём составе входной ступенчатый ВЧ-аттенюатор, набор управляемых усилителей-аттенюаторов и аналоговых полосовых фильтров ПЧ, а также широкополосный перестраиваемый преселектор. Программные алгоритмы позволяют автоматически перераспределять коэффициент передачи в тракте для получения лучшей динамики и минимальных нелинейных искаже-

ний.

**Блок синтезаторов (БС)** представляет собой систему перестраиваемых и фиксированных гетеродинов с низким уровнем фазового шума, применяемых для преобразования частоты в РПТ. Обеспечивает сканирование анализатора по частоте. Многопетлевая система ФАПЧ в схеме перестраиваемого гетеродина позволяет по желанию пользователя оптимизировать уровень фазового шума анализатора на ближней и дальней отстройках.

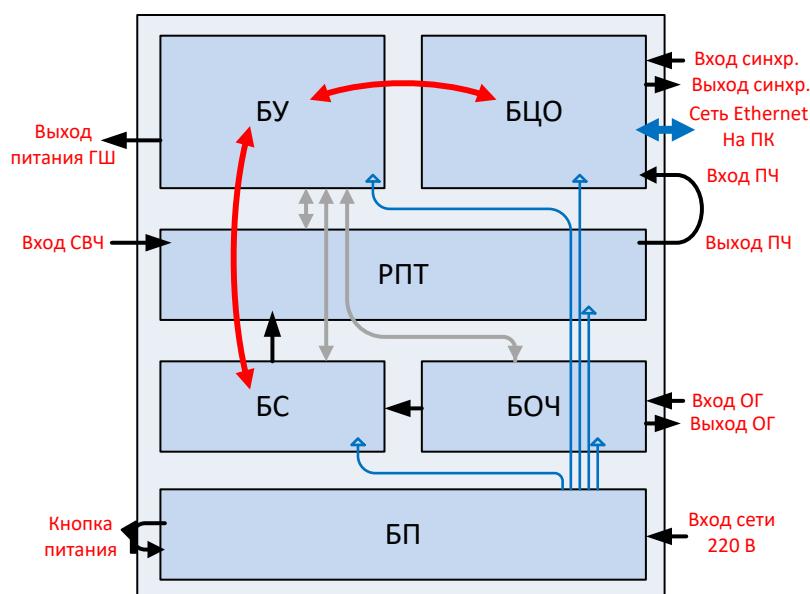


Рисунок 4.1 – Структурная схема анализатора

Источником опорного сигнала для синтезаторов служит **блок опорной частоты (БОЧ)**, содержащий высокостабильный кварцевый генератор. Имеются возможности синхронизации сигнала БОЧ от внешних источников (частотами 1, 5, 10 и 100 МГц), а также использования этого сигнала (с частотой 10 МГц) в качестве опорного в других внешних устройствах.

**Блок цифровой обработки (БЦО)** содержит высокоскоростной АЦП для оцифровки сигнала ПЧ, встроенный микропроцессор и другие устройства запоминания и обработки данных. Оцифрованный измеряемый сигнал подвергается фильтрации для обеспечения частотной избирательности – с этой целью реализован набор цифровых фильтров, в том числе с применением алгоритмов быстрого преобразования Фурье. Далее сигнал обрабатывается детектором огибающей и видеочастотным фильтром для уменьшения дисперсии шума. Алгоритм обработки видеосигнала для отображения результата измерения на экране задаётся различными типами детекторов отображения.

**Блок управления (БУ)** предназначен для передачи сигналов управления различными функциональными узлами в РПТ, БС и БОЧ, а также для приёма и обработки сигналов текущего состояния этих блоков (перегрузка, захват ФАПЧ и т. п.). Кроме того, в БУ формируется сигнал управления генератором шума (+28 В), позволяющий применять анализатор для оценки коэффициента шума и коэффициента передачи различных радиотехнических устройств.

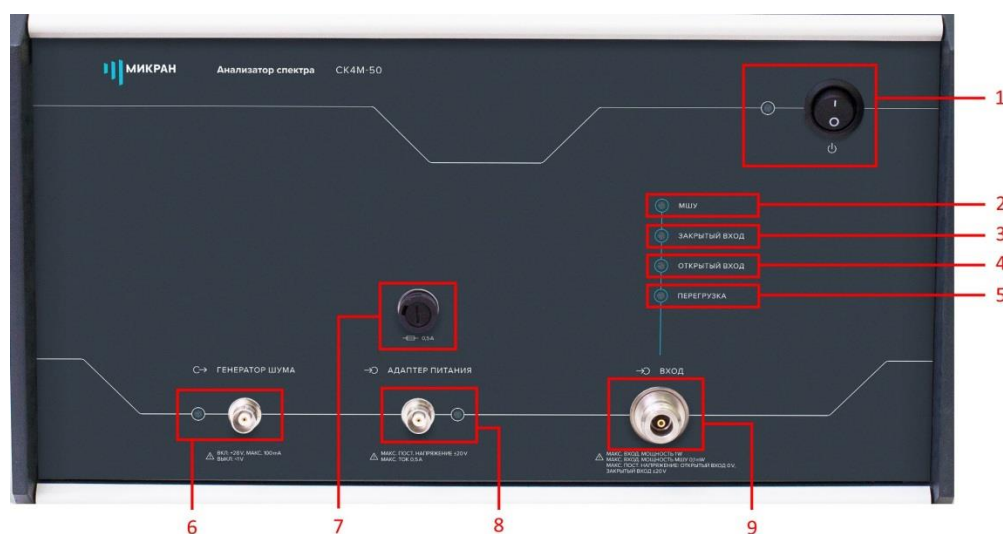
**Блок питания (БП)** обеспечивает электропитание всех составных частей анализатора.

Работа блоков БЦО, БС и БУ объединена посредством обмена между ними специальными командами и данными. В БЦО осуществлён интерфейс с ПК через сеть *Ethernet*. Таким образом, обеспечивается передача в ПК предварительно обработанного измеряемого сигнала и других необходимых данных, а также осуществляется взаимодействие с анализатором с помощью элементов управления ПО *Graphit СК4М*. Подробное описание ПО представлено в части II «Описание применения» данного РЭ.

В составе БЦО реализован приёмопередатчик прямоугольных импульсов цифровой синхронизации, с помощью которых можно объединять работу анализатора с другими приборами, например, осуществив их синхронную перестройку по частоте (только для опции «ИКШ»).

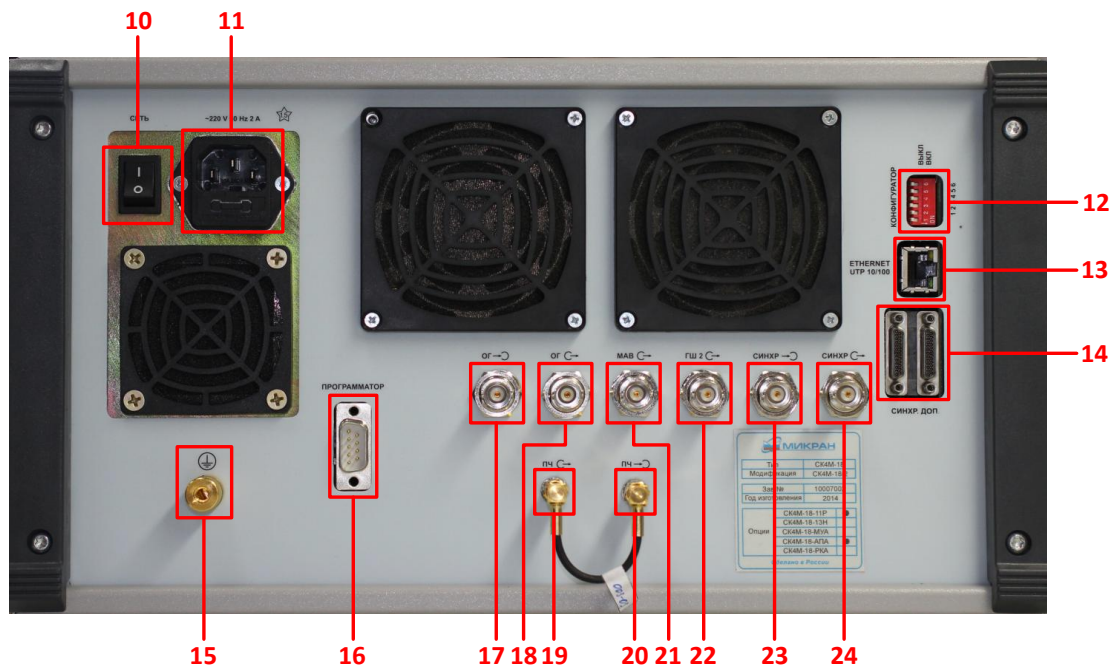
#### 4.6 Расположение соединителей и органов управления анализатора

Вид передней и задней панелей анализатора представлен на рисунках 4.2 и 4.3.



1 – Выключатель питания и индикатор включения питания анализатора; 2 – «МШУ» – индикатор работы малошумящего усилителя («МУА»); 3 – «Закрытый вход» – индикатор работы СВЧ входа в закрытом режиме («МУА» и/или «АПА» включены); 4 – «Открытый вход» – индикатор работы СВЧ входа в открытом режиме («МУА» и/или «АПА» выключены); 5 – «Перегрузка» – индикатор перегрузки приёмного тракта анализатора; 6 – Соединитель питания ГШ и индикатор работы питания ГШ; 7 – Гнездо установки предохранителя адаптера питания («АПА»); 8 – Соединитель адаптера питания и индикатор включения адаптера питания («АПА»); 9 – Соединитель входа СВЧ»

Рисунок 4.2 – Расположение органов управления на передней панели анализатора



10 – Выключатель блока питания анализатора; 11 – Разъем сетевого шнура 220 В, совмещённый с предохранителем; 12 – Панель переключателей «Конфигуратор»; 13 – «Ethernet UTP 10/100» – разъем для подключения анализатора к ПК; 14 – Не используется; 15 – Зажим (клемма) защитного заземления; 16 – Сервисный разъем программатора; 17 – Входной соединитель опорного генератора; 18 – Выходной соединитель опорного генератора; 19 – Соединитель «Выход ПЧ»; 20 – Соединитель «Вход ПЧ»; 21 – Не используется; 22 – Выходной соединитель питания ГШ2; 23 – Входной соединитель сигнала цифровой синхронизации; 24 – Выходной соединитель сигнала цифровой синхронизации.

Рисунок 4.3 – Расположение органов управления на задней панели анализатора

## 4.7 Инструменты и принадлежности

### 4.7.1 Обзор

Средства, необходимые при эксплуатации и обслуживании, но не поставляемые в комплекте с анализатором, приведены в таблице 4.9.

Т а б л и ц а 4.9 – Инструменты и принадлежности

Наименование	Характеристики
ПК (настольный или портативный)	Минимальные системные требования к ПК приведены в п. 1 части II данного РЭ.
Комплект измерителей присоединительных размеров КИПР-13Р-13 для опции «13Н»	Для контроля присоединительных размеров соединителей тип 3,5 мм



Комплект измерителей присоединительных размеров КИПР-11Р-11 для опции «11Р»	Для контроля присоединительных размеров соединителей тип <i>N</i>
Комплект измерителей присоединительных размеров КИПР-05Р-05 для опции «05Н»	Для контроля присоединительных размеров соединителей тип I (2,4 мм)
Ключ тарированный КТ-4 для опции «11Р»	Калиброванное усилие $(1,35 \pm 0,2)$ Н·м, размер зева 19 мм
Ключ тарированный КТ-1 для опции «13Н»	Калиброванное усилие $(0,56 \pm 0,1)$ Н·м, размер зева 8 мм (для соединителей тип <i>SMA</i> )
Ключ тарированный КТ-2 для опции «13Н»	Калиброванное усилие $(0,9 \pm 0,1)$ Н·м, размер зева 8 мм
Ключ тарированный КТ-3 для опции «13Н» и «05Н»	Калиброванное усилие $(0,9 \pm 0,1)$ Н·м, размер зева 20 мм
Ключ поддерживающий КП-2 для опции «11Р»	Размер зева 14 мм
Ключ поддерживающий КП-1 для опции «13Н»	Размер зева 8 мм
Ключ поддерживающий КП-3 для опции «13Н» и «05Н»	Размер зева 19 мм
Генератор шума ГШМ2-18 для опции «11Р», ГШМ2-20 для опции «13Н», ГШМ3-50 для опции «05Н»	Твердотельные ГШ, включаемые постоянным напряжением плюс 28 В
Вата медицинская гигроскопическая гигиеническая	Согласно ГОСТ 5556-81
Спирт этиловый ректификованный технический	Согласно ГОСТ 18300-87
Браслет антистатический	Согласно ГОСТ 12.4.124
Коврик антистатический	Согласно ГОСТ 12.4.124

## 4.7.2 Общие сведения о генераторах шума (для опции ИКШ)

### 4.7.2.1 Принципы работы и разновидности ГШ

**Твердотельные ГШ**, используемые с СК4М, обычно состоят из лавинно-пролётного диода (ЛПД) и генераторной секции, служащей для согласования входного сопротивления *p-n*-перехода с сопротивлением нагрузки. Если на ЛПД подать напряжение смещения, то выходной сигнал будет соответствовать тепловому шуму высокой температуры, что обусловлено соответствующими генерациями диода. Это своего рода имитация горячей резистивной нагрузки.

Источником шумового излучения в ЛПД являются дробовые флуктуации тока насыщения диода и флуктуации коэффициента умножения лавины. Если напряжение смещения отсутствует, то выходной сигнал будет соответствовать шуму согласованной нагрузки температуры окружающей среды (холодная резистивная нагрузка). Мощность, отдаваемая диодом в нагрузку, определяется выражением:

$$P_{ш} = \frac{P_{ш.о} \cdot R \cdot A}{R + R_s}, \quad (4.1)$$

где  $P_{ш.о}$  – минимальная мощность шумов, отдаваемая диодом в согласованную с его внутренним сопротивлением нагрузку;  
 $A$  – КП по мощности от  $p$ - $n$  перехода в нагрузку;  
 $R_s$  – сопротивление растекания диода.

Такие ГШ могут работать как в режиме непрерывных колебаний, так и в режиме импульсной модуляции при длительности импульсов от нескольких долей микросекунд.

**Низкотемпературные ГШ** обычно состоят из сосудов Дьюара, наполненных жидким азотом, с помещённой в них согласованной нагрузкой. Сигнал, снимаемый с этой холодной нагрузки, соответствует тепловому шуму с шумовой температурой около 77 К. В качестве горячей нагрузки используется согласованная резистивная нагрузка комнатной температуры, либо аттенюатор номиналом не менее 30 дБ. В этом случае названия «холодная» и «горячая» в прямом смысле отражают физическую сущность процесса генерации. Относительно маленькая разница в шумовых температурах холодной и горячей нагрузок, а также потенциальная разница в КСВН, появляющаяся в результате прикручивания к разным физическим нагрузкам, обычно ограничивают этот метод до применения в калибровочных лабораториях и в приложениях миллиметрового диапазона.

**Газоразрядные трубки**, внедрённые в волноводную структуру, способны производить шум за счёт кинетической энергии плазмы. Традиционно они использовались в качестве источников шума миллиметрового диапазона. Постепенно они были вытеснены твердотельными шумовыми диодами на частотах ниже 50 ГГц. Шумовые диоды являются более простыми в использовании и, как правило, более стабильными источниками шума.

Возможно применение и других типов ГШ.

#### 4.7.2.2 Выбор генераторов шума

Наиболее важными параметрами генераторов шума являются: величина ИОШТ (или  $ENR$ ), КСВН выхода, величина напряжения питания, время установления уровня выходной мощности, степень стабильности характеристик, выходное сопротивление, способ генерации шумового сигнала и др.



**Величина ИОШТ.** Выходной сигнал источника шума характеризуется диапазоном рабочих частот и ИОШТ (*ENR*). Типичные номинальные значения ИОШТ (*ENR*): 15 дБ и 6 дБ. От номинального значения ИОШТ зависит, какие ГШ можно будет градуировать относительно данного генератора или относительно каких ГШ можно будет градуировать выбранный ГШ. При этом рекомендуется руководствоваться принципом однотипности.

**Однотипность.** Для градуировки ГШ в качестве эталона и исследуемого ГШ следует выбирать однотипные ГШ, что может значительно уменьшать погрешность градуировки за счёт нелинейности измерительного тракта приёмника и другие погрешности.

**КСВН.** Качественные генераторы шума имеют низкий КСВН выхода. Если имеется существенное различие между значениями выходного сопротивления или КСВН во включённом и выключенном состояниях ГШ, возможно возникновение дополнительной погрешности измерений, связанной с зависимостью уровня собственного шума приёмника от входного импеданса.

**Зависимость от напряжения питания.** Напряжением питания характеризуются, как правило, твердотельные ГШ. Анализаторы типа СК4М позволяют автоматически управлять включением и выключением подобных ГШ за счёт подачи / отключения на них постоянного напряжения плюс 28 с соответствующего разъёма передней панели анализатора, либо напряжения уровней ТТЛ с соответствующего разъёма задней панели анализатора. Немаловажной характеристикой является зависимость ИОШТ от нестабильности напряжения питания, а также время установления выходной мощности при подаче / отключении напряжения питания (инерционность).

**Характеристика ГШ.** В комплект поставки ГШ должен входить сертификат калибровки или свидетельство о поверке, в котором указывается зависимость ИОШТ или шумовой температуры от частоты; такую зависимость называют характеристикой ГШ. При этом должен указываться диапазон температур, при которых получены эти данные, их точность и даты последней и следующей поверок / калибровок.

**Шумовая температура** является, зачастую, нормируемой величиной для низкотемпературных ГШ. Для твердотельных ГШ шумовая температура непосредственно связана с ИОШТ. **Типичные значения параметров** различных ГШ можно найти, например, в ГОСТ 8.475.

## 4.8 Маркировка и пломбирование

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

На передней панели анализатора нанесены следующие обозначения:




- название предприятия-изготовителя;
- тип анализатора;

- знак утверждения типа;
- обозначения органов управления, индикаторов и разъёмов.

На задней панели анализатора нанесены следующие обозначения:

- тип и модификация анализатора;
- заводской номер;
- обозначения органов управления и разъёмов.

На транспортную упаковку нанесены следующие обозначения:

- название предприятия-изготовителя;
- адреса получателя и отправителя;
- наименование и серийный номер анализатора;
- манипуляционные знаки  «Хрупкое – осторожно!»,  «Беречь от влаги»,  «Верх» (маркировка согласно ГОСТ 14192-96).

Анализатор имеет защитные пломбы, предотвращающие несанкционированное вскрытие.

#### 4.9 Эксплуатационные ограничения

Запрещается подавать на вход СВЧ мощность и постоянное напряжение, значения которых превышают указанные в таблице 4.6.

Запрещается подключать к входу СВЧ анализатора устройства, соединители которых не соответствуют типу соединителя анализатора, либо имеют повреждения, загрязнения или несоответствия присоединительных размеров.

Измерения необходимо производить при отсутствии резких перепадов напряжения питания сети, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии, а также механических вибраций и мощных импульсных помех.

При провалах напряжения сети электропитания длительностью от 1 периода во время работы анализатора возможна потеря связи с ПК, при этом требуется вмешательство оператора с целью перезапуска ПО и/или анализатора и переподключения к ПК.

#### 4.10 Подготовка анализатора к работе

**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. Соединить «Вход ПЧ» и «Выход ПЧ» на задней панели (на рисунке 4.3 разъёмы 19 и 20 соответственно) кабелем ЖНКЮ.685661.003-03 из комплекта поставки анализатора, если они не соединены.

**Установка.** Установите анализатор на ровную горизонтальную поверхность рабочего стола так, чтобы все ножки измерительного блока упирались в неё, разверните анализатор в удобное для работы положение, обеспечив 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 часов.

**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.

**Соединители.** Проведите визуальный осмотр соединителей и при необходимости проведите чистку входа СВЧ и проверку присоединительных размеров.

**Установка ПО (если не устанавливалось ранее).** Произведите установку ПО на управляющий ПК, если оно не установлено, согласно указаниям, приведённым в п. 1.1 части II данного 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.** Осуществите настройку сетевых параметров согласно п. 1.2.2 части II РЭ (при прямом подключении), либо п. 1.2.3 части II РЭ (при подключении по локальной сети). При необходимости произведите изменение сетевых параметров, согласно указаниям пункта п. 1.2.4 части II РЭ.

**Электропитание.** Соедините анализатор кабелем питания с сетью электропитания. Включите блок питания анализатора выключателем на задней панели. Включите анализатор выключателем на передней панели.

**Запуск ПО и логическое подключение.** Запустите ПО в соответствующем режиме измерения и подключитесь к анализатору согласно п. 1.3 части II РЭ.

**Активация программных опций (при их наличии).** Произведите активацию программных опций согласно п. 1.4 части II РЭ, если они не активированы.

**Прогрев.** Перед началом проведения измерений на СК4М необходимо осуществлять его прогрев. Для достижения наибольшей точности измерений и показателей, приведённых в технических характеристиках анализатора, прогрев

анализатора необходимо проводить при запущенном процессе измерения. Это способствует более эффективному прогреву ЖИГ-преселектора (который работает в диапазоне частот выше 3200 МГц или 3400 МГц) и, соответственно, стабилизации КП тракта ВЧ.

**❗ *Время прогрева, т.е. время установления рабочего режима при запущенном процессе измерений, составляет 40 минут.***

Следует отметить, что возможен вариант получасового прогрева без запущенного процесса измерений и с последующим запуском измерений в течение 20 минут для прибора СК4М-50 и в течение 10 минут для СК4М-18А, либо часового прогрева без запущенного процесса измерения с последующим 10-минутным прогревом на измерениях для приборов СК4М-50 и СК4М-18А. Также рекомендуется запускать процесс измерений на 10 минут всякий раз после смены диапазона сканирования по частоте, полосы фильтра ПЧ (в режиме АС) или степени усреднения (в режиме ИКШ).

## 5 Техническое обслуживание и ремонт изделия

### 5.1 Самостоятельное обслуживание

Ремонт и сервисное обслуживание анализатора проводится только предприятием-изготовителем или его уполномоченными представителями.

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

Допускается самостоятельная замена плавкого предохранителя по следующим указаниям:

а) выключить питание анализатора, отключить блок питания, отключить сетевой шнур;

б) открыть крышку фильтра питания, закрывающую гнездо установки предохранителя;

в) установить сменный предохранитель, находящийся в гнезде. В случае отсутствия сменного предохранителя установить предохранитель типоразмера 5x20 с рабочим током 2 А;

г) закрыть крышку фильтра питания, подключить сетевой шнур, включить блок питания анализатора;

д) включить питание анализатора, убедиться в наличии питания. Повторный выход из строя предохранителя после включения означает неисправность анализатора. Для устранения неисправности необходимо обратиться на предприятие-изготовитель.

Допускается заменять неисправный предохранитель адаптера питания на передней панели анализатора (рисунок 4.2; при наличии опции «АПА»). Для замены следует использовать предохранитель типоразмера 5x20 с рабочим током 0,5 А.

При соблюдении условий эксплуатации особое техническое обслуживание анализатора не требуется. Перед проведением измерений рекомендуется производить чистку соединителей.

### 5.2 Гарантийное и послегарантийное обслуживание

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

В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель обязуется проводить гарантийный ремонт или замену анализатора в случае несоответствия его характеристик или наличия механических повреждений анализатора и ком-

плекта принадлежностей.

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 в транспортную тару и отправить их на предприятие-изготовитель для ремонта или замены. Комплект поставки анализатора и комплекта принадлежностей для ремонта или замены должен соответствовать таблице 4.5. Допускается высылать только анализатор по согласованию с предприятием-изготовителем. При этом обязательно высылается формуляр.

Гарантии на анализатор не распространяются в следующих случаях:

- имеются механические повреждения анализатора или 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 анализатора или комплекта принадлежностей;
- истёк гарантийный срок.

Предприятие-изготовитель осуществляет платный ремонт и сервисное обслуживание анализатора по окончании гарантийного срока в течение срока службы. Негарантийный ремонт проводится только после оформления договора на проведение ремонта.

## **6 Хранение, транспортирование, упаковка**

### **6.1 Хранение**

Анализатор до введения в эксплуатацию следует хранить на складах в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха 5 – 40°C и относительной влажности воздуха не более 80%.

Анализатор без упаковки допускается хранить при температуре окружающего воздуха 10 – 35°C и относительной влажности воздуха не более 80%.

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

### **6.2 Транспортирование**

Погрузка и выгрузка упакованного анализатора должна проводиться со всеми предосторожностями, исключающими удары и повреждения транспортной упаковки. Устанавливать упакованный анализатор следует согласно знакам, нанесённым на транспортную упаковку.

Погрузка и выгрузка не требует применения погрузочно-разгрузочных средств.

Транспортировка анализатора осуществляется в закрытых транспортных средствах любого вида в следующих условиях транспортирования:

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

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

При транспортировании воздушным транспортом анализатор 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.

### **6.3 Упаковка**

Упаковка обеспечивает защиту анализатора от климатических и механи-



ческих воздействий при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении.

Упаковывание производится по ГОСТ 9181-74.

Для упаковывания анализатора, комплекта принадлежностей, эксплуатационной и сопроводительной документации используется потребительская и транспортная упаковка.

Вид потребительской упаковки – чехлы из полиэтиленовой плёнки марки М или Т толщиной 0,1-0,3 мм по ГОСТ 10354-82.

Вид транспортной упаковки – кейс.

После распаковывания анализатора упаковка подлежит хранению у потребителя до окончания гарантийного срока анализатора.

Все работы по упаковыванию должны выполняться под руководством лица, ответственного за упаковку. Упаковывание анализатора должно производиться в закрытом помещении с температурой от 15 до 35°C и относительной влажностью воздуха до 80% при 25°C.

Перед упаковыванием анализатор и комплект принадлежностей должны быть осмотрены и очищены от пыли и грязи.

Упаковывание анализатора проводится в следующей последовательности:

а) поместить анализатор и комплект принадлежностей в потребительские упаковки;

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




в) поместить документацию, указанную в таблице 4.5, в потребительскую упаковку, удалить избыток воздуха и заварить швы;

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

д) заполнить сопроводительную документацию и уложить её в кейс;

е) закрыть крышку кейса;

ж) нанести на кейс следующую маркировку:

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

з) опломбировать кейс печатью.