

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ  
ФБУ «Томский ЦСМ»

М.М. Чухланцева



« 15 » 01 2013 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ СКАЛЯРНЫЕ  
P2M-40

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ЖНКЮ. 468166.028ДЗ

## Содержание

1 Общие указания .....	3
2 Операции поверки .....	4
3 Средства поверки .....	4
4 Требования безопасности .....	6
5 Условия проведения поверки .....	7
6 Подготовка к поверке.....	7
7 Проведение поверки.....	7
8 Оформление результатов поверки .....	23

## 1 Общие указания

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы цепей скалярные Р2М–40 и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок анализаторов цепей скалярных Р2М–40 (далее Р2М–40).

1.2 Методика поверки разработана с учетом требований и рекомендаций, приведенных в МИ 1766-87.

1.3 Интервал между поверками – 1 год.

1.4 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с указаниями, изложенными в документе ЖНКЮ.468166.028РЭ «Анализаторы цепей скалярные Р2М–40. Руководство по эксплуатации» (далее – руководство по эксплуатации).

1.5 Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи и относительной погрешности измерений мощности выполняется только при наличии в комплекте поверяемого Р2М–40 головки детекторной.

1.6 Определение относительной погрешности измерений КСВН выполняется только при наличии в комплекте поверяемого Р2М–40 датчика КСВ с нагрузкой комбинированной и кабелем СВЧ.

1.7 Перечень возможных головок детекторных и датчиков КСВ из комплекта приведен в таблице 1. Переходы коаксиальные из состава Р2М–40 указаны в формуляре ЖНКЮ.468166.028ФО (далее – формуляр).

Таблица 1

Наименование, тип	Обозначение	Примечание
Головка детекторная Д42-18-01	ЖНКЮ.467732.009-01	тип III
Головка детекторная Д42-18-11	ЖНКЮ.467732.009-03	тип N
Головка детекторная Д42-20-03	ЖНКЮ.467732.010-01	тип IX вар. 3
Головка детекторная Д42-20-13	ЖНКЮ.467732.010-03	тип 3,5 мм
Головка детекторная Д42-50-05	ЖНКЮ.467732.012-01	тип 2,4 мм
Датчик КСВ ДК4-18-01Р-01Р	ЖНКЮ.467739.008	тип III
Датчик КСВ ДК4-18-11Р-11Р	ЖНКЮ.467739.008-01	тип N
Датчик КСВ ДК4-20-03Р-03Р	ЖНКЮ.467739.007	тип IX вар. 3
Датчик КСВ ДК4-20-13Р-13Р	ЖНКЮ.467739.007-01	тип 3,5 мм
Датчик КСВ ДК4-50-05Р-05Р	ЖНКЮ.467739.009	тип 2,4 мм

1.8 Если Р2М–40 применяется потребителем только для измерений КСВН (модуля коэффициента отражения), или ослабления (модуля коэффициента передачи), то допускается проводить поверку только в том режиме, в котором он применяется.

1.9 После проведения поверки необходимо выполнить визуальный контроль чистоты и целостности соединителя выхода СВЧ блока генераторно-измерительного и соединителей всех устройств из его комплекта. В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей.

## 2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки следует выполнить операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	+	+
Опробование	7.2	+	+
Определение метрологических характеристик:			
Определение относительной погрешности установки частоты	7.3	+	+
Определение относительной погрешности установки уровня выходной мощности и относительной погрешности измерений мощности	7.4	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи	7.5	+	+
Определение относительной погрешности измерений КСВН	7.6	+	+
Проверка программного обеспечения	7.7	+	+

2.2 В случае выявления несоответствия требованиям в ходе выполнения любой операции, указанной в таблице 2, поверяемый Р2М–40 бракуют, поверку прекращают, и на него оформляют извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94.

## 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки Р2М–40 следует применять средства поверки, указанные в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Номер пункта методики	Наименование и тип средства поверки	Основные метрологические характеристики	
		Диапазон измерений, номинальное значение	Погрешность, класс точности, цена деления
7.3	Анализатор спектра E4448A	Диапазон частот от 3 Гц до 50 ГГц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты $\pm(0,18 \cdot 10^{-6} \cdot f + 0,1 \text{ Гц})$
7.4	Ваттметр поглощаемой мощности E4418B (N1913A) с первичными измерительными преобразователями 8487D и 8487A (тип соединителей – 2,4 вилка).	Диапазон рабочих частот от 50 до 40000 МГц. Диапазон измерений мощности 8487D: от минус 60 до минус 20 дБм, 8487A :от минус 30 до 20 дБм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 8 \%$ .

Номер пункта методики	Наименование и тип средства поверки	Основные метрологические характеристики	
		Диапазон измерений, номинальное значение	Погрешность, класс точности, цена деления
7.5	Набор мер коэффициентов передачи и отражения Н/М-50-2,4 мм	Диапазон рабочих частот от 10 до 40000 МГц. Номинальные значения ослаблений аттенуаторов 10, 20 и 30 дБ.	Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений мер $\pm 0,3$ дБ.
7.6	Набор мер КСВН и полного сопротивления 1-го разряда ЭК9-140.	Диапазон рабочих частот от 10 до 4000 МГц. Номинальные значения КСВН мер 1,2 и 2,0.	Пределы допускаемой относительной погрешности определения действительных значений мер $\pm 2,5$ %.
	Набор мер полного и волнового сопротивления 1-го разряда ЭК9-145	Диапазон рабочих частот от 4000 до 18000 МГц. Номинальные значения КСВН мер 1,2 и 2,0.	Пределы допускаемой относительной погрешности определения действительных значений мер $\pm 2$ %.
	Набор мер коэффициентов передачи и отражения Н/М-18-3,5 мм	Диапазон рабочих частот от 10 до 18000 МГц. Номинальные значения КСВН мер 1,2 и 2,0.	Пределы допускаемой относительной погрешности определения действительных значений мер $\pm 4,0$ %.
	Набор мер коэффициентов передачи и отражения Н/М-50-2,4 мм	Диапазон рабочих частот от 10 до 40000 МГц. Номинальные значения КСВН мер 1,2 и 2,0.	Пределы допускаемой относительной погрешности определения действительных значений мер $\pm 4,5$ %.
<p>Примечания</p> <p>1) Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.</p> <p>2) При проведении поверки допускается применение средств измерений, не указанных в настоящей таблице, но обеспечивающих определение метрологических и технических характеристик с требуемой точностью.</p>			

Таблица 4

Номер пункта методики	Наименование вспомогательного средства поверки и (или) основные технические характеристики
7.3	Кабель: – соединители тип 2,4, вилка; – верхняя граница диапазона рабочих частот 40000 МГц.
7.3, 7.4, 7.5	Переход коаксиальный ПК2-18-11Р-05: – соединители тип N, розетка – тип 2,4, вилка; – диапазон рабочих частот от 10 до 18000 МГц; – КСВН не более 1,15; – вносимые потери не более 0,3 дБ.
7.3, 7.4, 7.5	Переход коаксиальный ПК2-18-01Р-05: – соединители тип III, розетка – тип 2,4, вилка; – диапазон рабочих частот от 10 до 18000 МГц; – КСВН не более 1,15; – вносимые потери не более 0,3 дБ.

Номер пункта методики	Наименование вспомогательного средства поверки и (или) основные технические характеристики
7.3, 7.4, 7.5	Переход коаксиальный ПК2-18-11-05Р: – соединители тип N, вилка – тип 2,4, розетка; – диапазон рабочих частот от 10 до 18000 МГц; – КСВН не более 1,15; – вносимые потери не более 0,3 дБ.
7.3, 7.4, 7.5	Переход коаксиальный ПК2-18-01-05Р: – соединители тип III, вилка – тип 2,4, розетка; – диапазон рабочих частот от 10 до 18000 МГц; – КСВН не более 1,15; – вносимые потери не более 0,3 дБ.
7.3, 7.4, 7.5	Переход коаксиальный ПК2-26-03Р-05: – соединители тип IX вариант 3, розетка – тип 2,4, вилка; – диапазон рабочих частот от 10 до 20000 МГц; – КСВН не более 1,15; – вносимые потери не более 0,3 дБ.
7.3, 7.4, 7.5	Переход коаксиальный ПК2-26-13Р-05: – соединители тип 3,5, розетка – тип 2,4, вилка; – диапазон рабочих частот от 10 до 20000 МГц; – КСВН не более 1,15; – вносимые потери не более 0,3 дБ.
7.3, 7.4, 7.5	Переход коаксиальный ПК2-26-03-05Р: – соединители тип IX вариант 3, вилка – тип 2,4, розетка; – диапазон рабочих частот от 10 до 20000 МГц; – КСВН не более 1,15; – вносимые потери не более 0,3 дБ.
7.3, 7.4, 7.5	Переход коаксиальный ПК2-26-13-05Р: – соединители тип 3,5, вилка – тип 2,4, розетка; – диапазон рабочих частот от 10 до 20000 МГц; – КСВН не более 1,15; – вносимые потери не более 0,3 дБ.
7.2 – 7.6	Персональный компьютер (ПК). Минимальные требования: процессор <i>Intel® Pentium II®</i> 600 МГц (или аналог), наличие адаптера локальной сети – <i>Ethernet</i> , оперативная память 512 Мб, операционная система <i>Windows® XP (SP 2)</i> , <i>Windows® Vista</i> , <i>Windows® 7</i> , разрешение экрана 1024×768. Для подключения анализатора к ПК использовать кабель <i>Ethernet</i> типа Патч-корд из комплекта анализатора, либо аналог.
Примечание – Типы соединителей в соответствии с ГОСТ РВ 51914-2002.	

#### 4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки Р2М–40 необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и правила охраны труда.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, освоившие работу с Р2М–40 и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику.

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

4.4 При проведении всех видов работ с P2M–40 необходимо использовать антистатический браслет.

4.5 Запрещается производить изменение схемы измерений (калибровки) при наличии СВЧ мощности на выходе СВЧ блока генераторно-измерительного P2M-40.

4.6 Для исключения сбоев в работе измерения необходимо производить при отсутствии резких перепадов напряжения питания сети, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии, и мощных импульсных помех.

## **5 Условия проведения поверки**

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| – температура окружающего воздуха, °С    | от 15 до 25;                         |
| – относительная влажность воздуха, %     | не более 80;                         |
| – атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | от 84,0 до 106,7<br>(от 630 до 800). |

5.2 Допускается проведение поверки в условиях, отличающихся от указанных (кроме температуры окружающего воздуха), если они не выходят за пределы рабочих условий, установленных в документации на поверяемый P2M–40 и средства поверки.

## **6 Подготовка к поверке**

6.1 Порядок установки P2M–40 на рабочее место, включения, установки программного обеспечения, подключения к ПК, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации.

6.2 Выдержать P2M–40 в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если он находился в отличных от них условиях.

6.3 Подготовить P2M–40 и средства поверки к проведению измерений в соответствии с указаниями, приведенными в их руководствах по эксплуатации.

6.4 Выдержать P2M–40 и средства поверки во включенном состоянии в течение времени установления рабочего режима, указанного в их руководствах по эксплуатации. Время установления рабочего режима P2M–40 составляет 30 мин.

## **7 Проведение поверки**

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Сверить комплектность поверяемого P2M–40 с данными, приведенными в формуляре.

7.1.2 Провести визуальный контроль чистоты соединителя выхода СВЧ блока генераторно-измерительного и соединителей всех устройств из его комплекта (головок детекторных, датчиков КСВ, кабелей СВЧ, нагрузок комбинированных, переходов коаксиальных). В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей.

7.1.3 Провести визуальный контроль целостности кабелей СВЧ, питания и Ethernet.

7.1.4 Проверить отсутствие механических повреждений, шумов внутри корпуса, обусловленных наличием незакрепленных деталей, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки и пломб.

**П р и м е ч а н и е** – Под механическими повреждениями следует понимать глубокие царапины, деформацию рабочих поверхностей проводников соединителей, вмятины на корпусах устройств, а также другие повреждения, непосредственно влияющие на технические характеристики.

7.1.5 Результаты выполнения операции считать положительными, если:

- комплектность соответствует указанной в формуляре;
- кабели СВЧ, питания и Ethernet не имеют повреждений;
- отсутствуют механические повреждения соединителей и корпуса поверяемого P2M–40 и всех устройств из его комплекта;
- отсутствуют шумы внутри корпуса блока генераторно-измерительного, обусловленные наличием незакрепленных деталей;
- отсутствуют следы коррозии металлических деталей и следы воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- лакокрасочные покрытия не повреждены;
- маркировка разборчива;
- пломбы не нарушены.

## 7.2 Опробование

7.2.1 Подключить P2M–40 к ПК непосредственно или через оборудование локальной вычислительной сети в соответствии с сетевыми настройками.

Для прямого подключения P2M–40 к ПК необходимо перевести все переключатели «Конфигуратора», расположенного на задней панели P2M–40, в выключенное положение и установить параметры *IP-протокола* ПК по умолчанию (получить адрес автоматически).

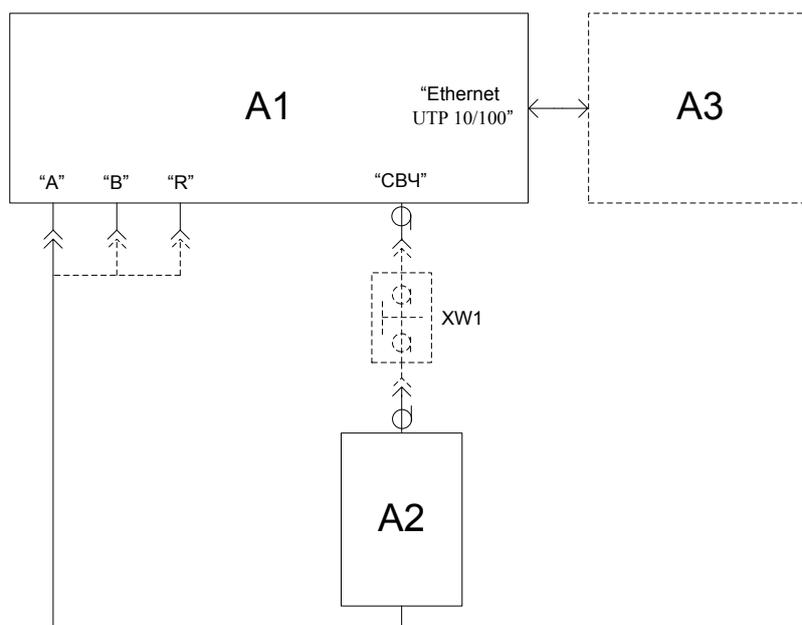
Установка и настройка программного обеспечения, перечень возможных неисправностей, решение проблем при настройке сетевых параметров приведены в руководстве по эксплуатации.

7.2.2 Установить программное обеспечение (ПО) с компакт-диска из состава поверяемого P2M–40.

7.2.3 Запустить ПО (Пуск \ Все программы \ Микран \ Graphit P2M 2.3 \ Graphit P2M); произвести подключение к P2M–40 в соответствии с его *IP*-адресом (адрес по умолчанию: 169.254.0.254). Подключение возможно после того, как начнет светиться индикатор «Захват».

**П р и м е ч а н и е** - Если в течение измерений появится сообщение об ошибке, то необходимо закрыть ПО, выключить поверяемый P2M–40, проверить надежность подключения кабеля Ethernet. Через одну минуту произвести повторное включение.

7.2.4 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1, подключив выход головки детекторной к входу «А» блока генераторно-измерительного. Проверка выполняется для одной произвольно выбранной головки детекторной из комплекта поверяемого P2M–40. Переход коаксиальный из комплекта P2M–40 использовать в случае отличия соединителей выхода СВЧ блока генераторно-измерительного и входа головки детекторной.



A1 – поверяемый P2M–40; A2 – головка детекторная; A3 – ПК;

XW1 – переход коаксиальный из комплекта

Рисунок 1 – Схема подключения при опробовании

7.2.5 Выбрать характеристику головки детекторной общую для всех входов, загрузив ее с компакт-диска из состава поверяемого P2M–40 (рисунок 2).

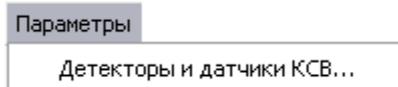


Рисунок 2 – Вид окна ПО выбора характеристики головки детекторной или датчика КСВ

7.2.6 Нажать кнопку «Восстановить начальные параметры» для установки параметров по умолчанию. Начать процесс измерений.

7.2.7 Проверить, что после запуска измерений и нажатой кнопке «СВЧ», расположенной на передней панели P2M–40, начинают светиться индикаторы «Уровень» и «Мощность». Также проверить, что все индикаторы, расположенные на передней панели, светятся непрерывно без мигания.

Индикатор «Захват» отображает работоспособность системы фазовой автоподстройки частоты P2M–40, индикатор «Уровень» – автоматической регулировки мощности, индикатор «Мощность» – наличие колебаний на выходе СВЧ блока генераторно-измерительного.

Если индикаторы «Захват» и (или) «Уровень» мигают или не светятся при перестройке P2M–40 по частоте, то указанные системы работают некорректно. В таком случае поверку прекращают, P2M–40 бракуют.

Если при указанных установках не светится индикатор «Мощность», прибор также бракуют.

7.2.8 Удалить трассу с привязкой к входу «B» (рисунок 3). Произвести автомасштаб измеренных данных.

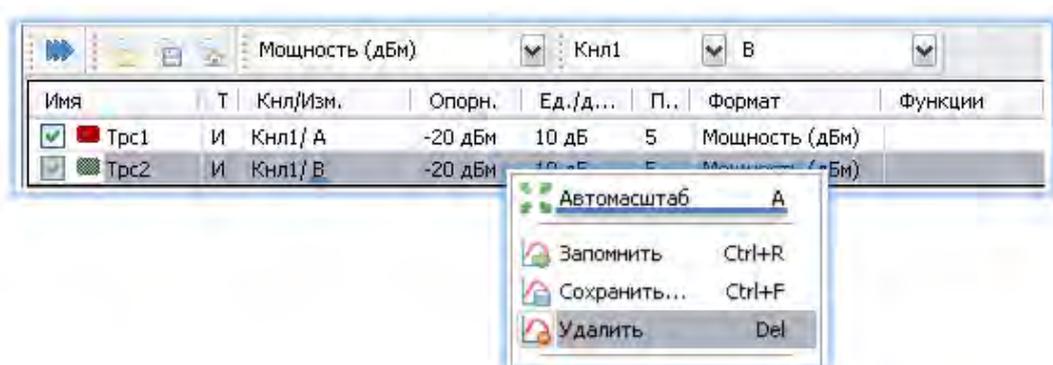


Рисунок 3 – Вид окна ПО с функцией удаления трассы

7.2.9 Проверить, что выходная мощность, измеренная головкой детекторной, в диапазоне рабочих частот не имеет резонансов и (или) выбросов, превышающих 1,5 дБ.

7.2.10 При наличии резонансов или выбросов на измеренной частотной характеристике проверить качество соединения головки детекторной с выходом СВЧ блока генераторно-измерительного, провести визуальный контроль чистоты их соединителей. В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей. Выключить Р2М–40 на 1-2 мин, перезапустить программу управления. При повтором обнаружении резонансов или выбросов Р2М–40 бракуют.

7.2.11 Отжать кнопку «СВЧ» на Р2М-40 для отключения генерации колебаний. Проверить, что при отключенной кнопке «СВЧ» индикаторы «Уровень» и «Мощность» не светятся и отсутствует мощность на выходе СВЧ блока генераторно-измерительного по результатам измерений с помощью головки детекторной (рисунок 4). Для отображения результата следует произвести автомасштаб. Нажать кнопку «СВЧ».

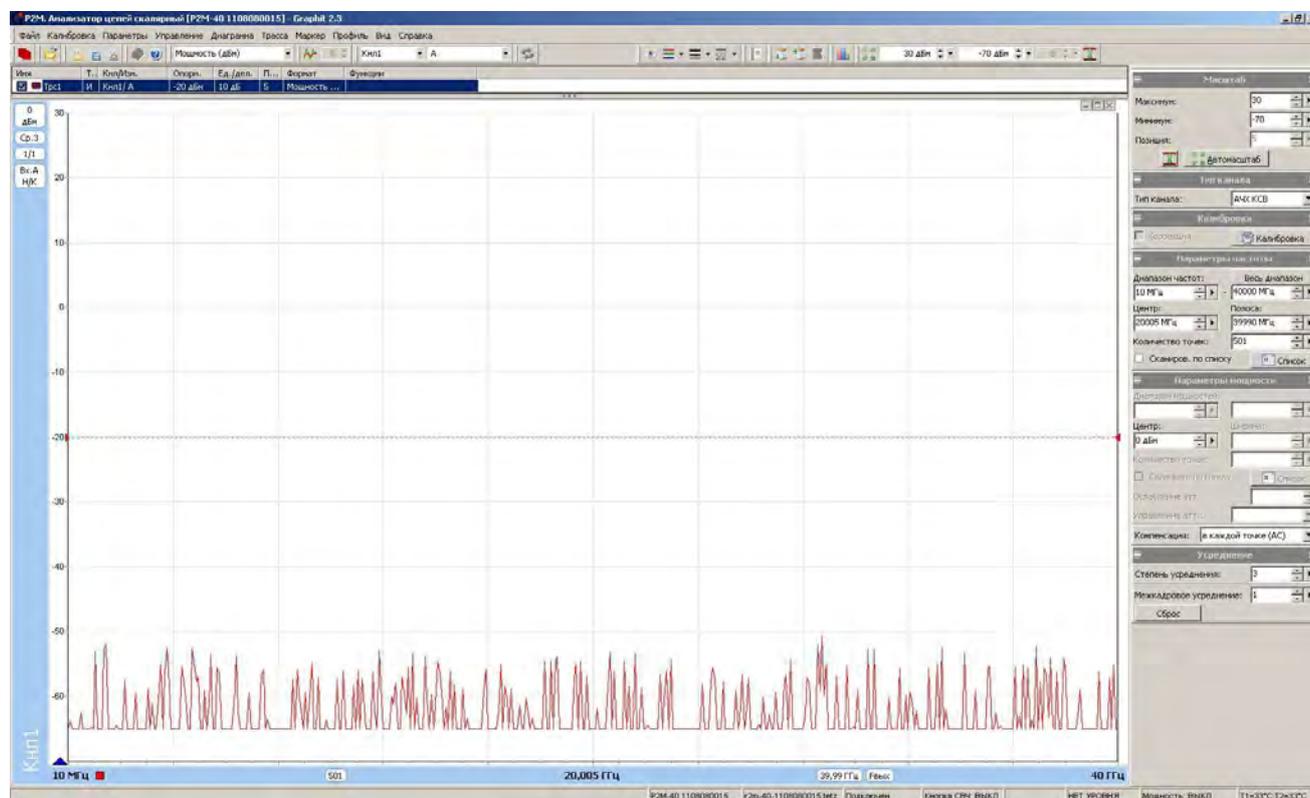


Рисунок 4 – Вид окна ПО с результатом измерений мощности при выключенной кнопке «СВЧ»

7.2.12 Поочередно устанавливая уровень выходной мощности 7, 0, и минус 20 дБм, измерить и сохранить результаты с помощью операции «Запоминание трассы» в следующей последовательности: установить уровень мощности, произвести автомасштаб, сохранить резуль-

тат. Сохраненные результаты должны отображаться в качестве трасс памяти. Все измерения проводить при режиме компенсации «В каждой точке (АС)» (рисунок 5).

Примечание – Измерения при уровне выходной мощности минус 20 дБм проводить при значении усреднения 8.

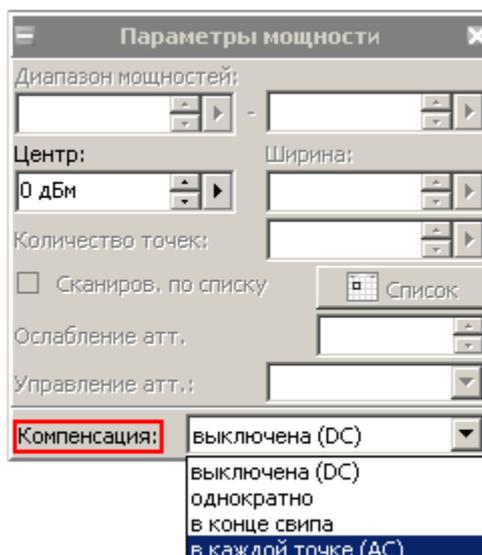


Рисунок 5 – Вид окна ПО с выбором режима компенсации

7.2.13 Остановить процесс измерений в ПО, подключить выход головки детекторной к входу «В» блока генераторно-измерительного, выбрать для измерительной трассы – вход «В» (рисунок 6), начать процесс измерений. Повторить 7.2.12.

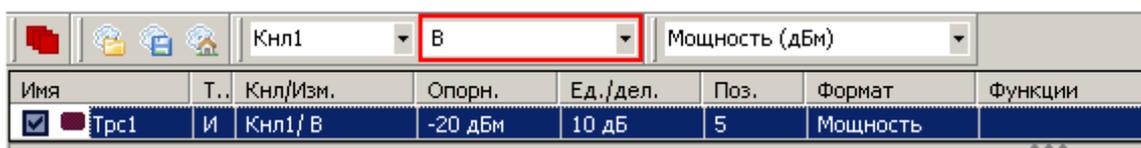


Рисунок 6 – Вид окна ПО с выбором входа

7.2.14 Остановить процесс измерений, подключить выход головки детекторной к входу «R» блока генераторно-измерительного, выбрать для измерительной трассы – вход «R», начать процесс измерений. Повторить 7.2.12.

7.2.15 Проверить, что разница между данными, полученными при подключении головки детекторной к разным входам блока генераторно-измерительного, для определенного уровня мощности находится в пределах 0,1 дБ.

Для сравнения результатов измерений необходимо выделить трассы памяти в списке трасс, относящиеся к одному уровню мощности, и нажать кнопку «Автомасштаб». Далее с помощью маркеров определить максимальную разницу между ними. Рекомендуется скрывать отображение не используемых трасс (рисунок 7).

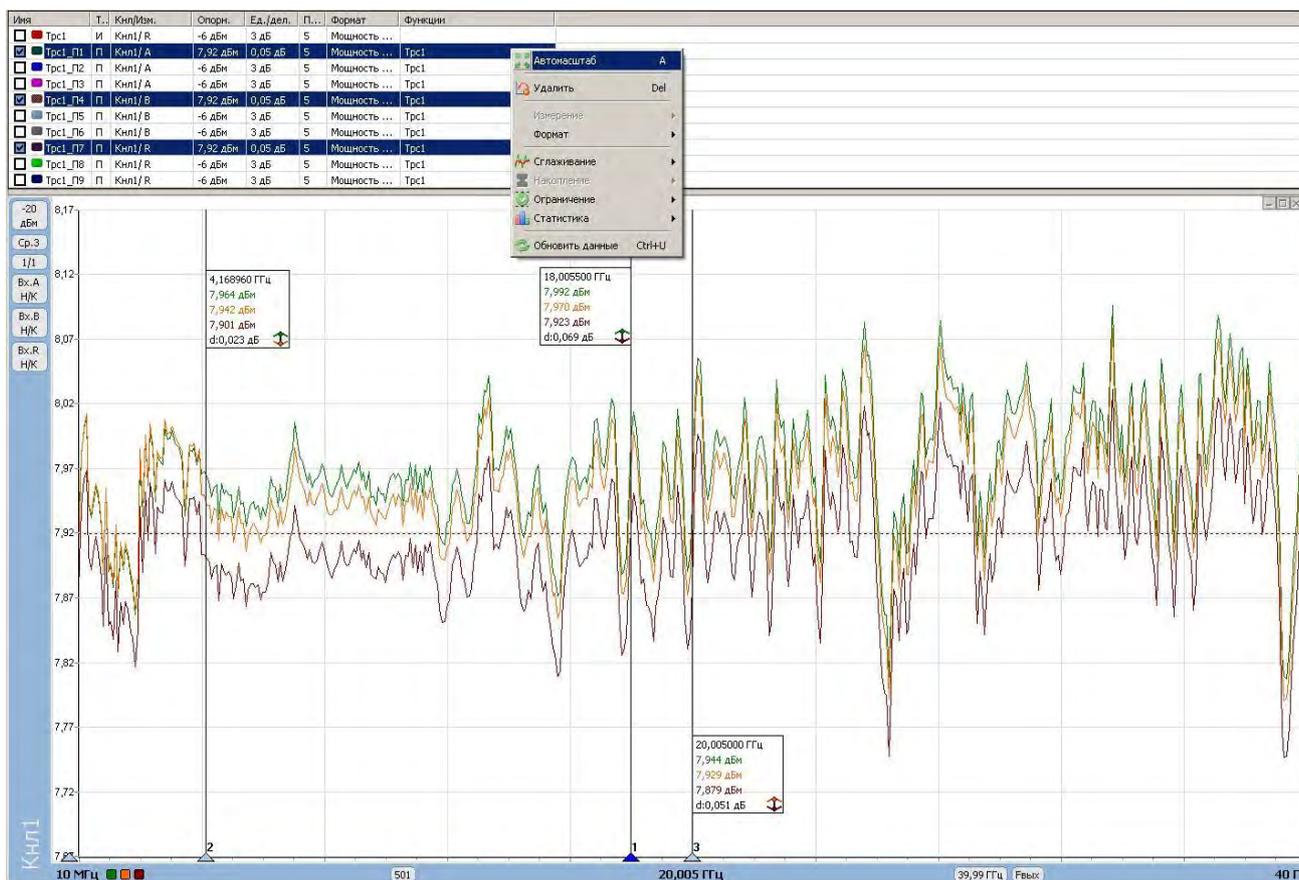


Рисунок 7 – Вид окна ПО с результатом измерений мощности при подключении головки детекторной к разным входам прибора

7.2.16 Удалить все трассы памяти. Установить уровень выходной мощности 7 дБм, количество точек 10001. Произвести автосмасштаб. Снова проверить, что на частотной характеристике отсутствуют резонансы и выбросы, и не появляются сообщения об ошибках.

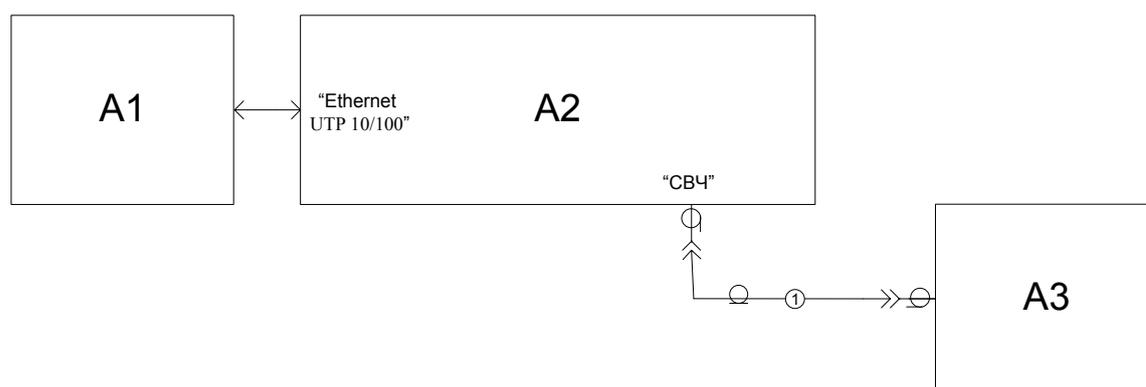
7.2.17 Остановить процесс измерений.

7.2.18 Результаты проверки считать положительными, если:

- ПО устанавливается и запускается;
- P2M-40 реагирует на управление;
- индикаторы, расположенные на передней панели прибора, работают корректно;
- при измерении мощности с помощью головки детекторной отсутствуют резонансы и выбросы;
- разница между результатами измерений, полученными при подключении головки детекторной к разным входам блока генераторно-измерительного, для определенного уровня мощности находится в пределах 0,1 дБ.

7.3 Определение относительной погрешности установки частоты

7.3.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 8.



A1 – ПК; A2 – поверяемый P2M–40; A3 – анализатор спектра;  
1 – кабель с соединителями 2,4, вилка – 2,4 розетка

Рисунок 8 – Схема для определения относительной погрешности установки частоты

7.3.2 Соединить выход СВЧ блока генераторно-измерительного с входом анализатора спектра.

7.3.3 В ПО нажать кнопку «Восстановить начальные параметры». Установить значение фиксированной частоты 10 МГц (количество точек 1) и уровень выходной мощности минус 10 дБм, режим компенсации «Выключена (DC)» (рисунок 5). Кнопка «СВЧ» на передней панели P2M-40 должна быть нажата. Начать процесс измерений.

7.3.4 Измерить частоту выходного сигнала P2M–40 с помощью анализатора спектра. Зафиксировать полученный результат.

7.3.5 Поочередно устанавливая на P2M–40 значения частот 2000, 4000, 8000, 12000, 15000, 18000, 20000, 25000, 30000, 35000 и 40000 МГц, измерить частоты выходных сигналов с помощью анализатора спектра. Зафиксировать полученные результаты.

7.3.6 Остановить процесс измерений.

7.3.7 Рассчитать относительную погрешность установки частоты  $\delta f$  для каждой из ранее устанавливаемых частот по формуле:

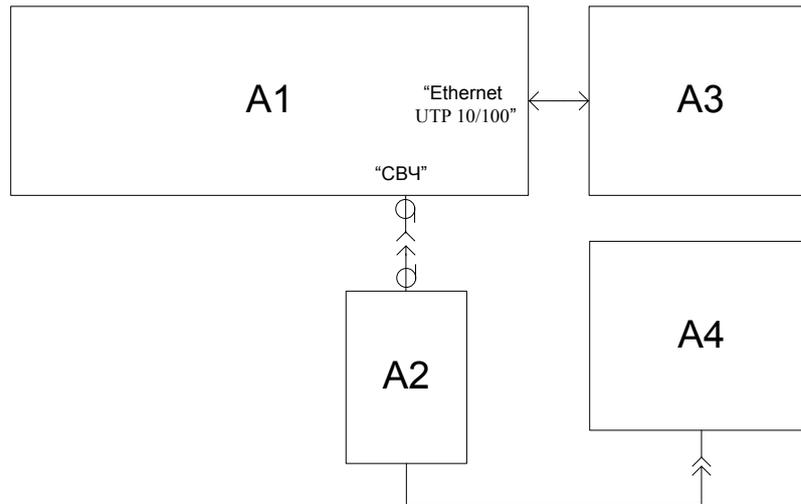
$$\delta f = (f_{\text{ИЗМ}} - f_{\text{УСТ}}) / f_{\text{УСТ}}, \quad (1)$$

где  $f_{\text{ИЗМ}}$  – частота, измеренная анализатором спектра, Гц;  
 $f_{\text{УСТ}}$  – значение частоты, установленное на P2M–40, Гц.

7.3.8 Результаты проверки считать положительными, если относительная погрешность установки частоты  $\delta f$  находится в пределах  $\pm 1,0 \cdot 10^{-6}$ .

7.4 Определение относительной погрешности установки уровня выходной мощности и относительной погрешности измерений мощности

7.4.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 9, используя измерительный преобразователь ваттметра 8487А.



A1 – поверяемый P2M–40; A2 – преобразователь измерительный ваттметра (8487D при измерениях уровня мощности от минус 55 до минус 20 дБм; 8487A при измерениях уровня мощности от 7 до минус 20 дБм); A3 – ПК; A4 – блок измерительный ваттметра.

Рисунок 9 – Схема для определения погрешности установки уровня выходной мощности

7.4.2 В ПО нажать кнопку «Восстановить начальные параметры».

7.4.3 Кнопка «СВЧ» на передней панели P2M-40 должна быть нажата. Начать процесс измерений. Установить режим компенсации «Выключена (DC)» (рисунок 5).

7.4.4 Установить значение фиксированной частоты 50 МГц (количество точек 1) и уровень выходной мощности 7 дБм.

7.4.5 Измерить уровень выходной мощности P2M–40 с помощью ваттметра. Зафиксировать показания ваттметра  $P_B$ , дБм. Если ваттметр измеряет мощность в единицах измерения Вт, то произвести расчет, по формуле:

$$P_B = 10 \log_{10}(10^3 \cdot P_{B.Bm}), \quad (2)$$

где  $P_{B.Bm}$  – выходная мощность, измеренная ваттметром, Вт.

7.4.6 Повторить 7.4.4 и 7.4.5 для частот 2000, 4000, 8000, 12000, 15000, 18000, 20000, 25000, 30000, 35000 и 40000 МГц.

7.4.7 Поочередно повторить 7.4.4 – 7.4.6 для уровней мощности 0, минус 10 и минус 20 дБм; для приборов с опцией «АТА/70» (модификация P2M–40/2) также для уровней минус 30, минус 40 и минус 55 дБм.

Примечание – Измерения уровней мощности минус 30, минус 40 и минус 55 дБм проводить при помощи измерительного преобразователя 8487D.

7.4.8 Рассчитать относительную погрешность установки уровня выходной мощности  $\Delta P_{уст}$  в дБ для уровней мощности 7, 0, минус 10, минус 20, минус 30, минус 40, и минус 55 дБм на частотах 50, 2000, 4000, 8000, 12000, 15000, 18000, 20000, 25000, 30000, 35000 и 40000 МГц по формуле:

$$\Delta P_{уст} = P_B - P_{уст}, \quad (3)$$

где  $P_{уст}$  – установленное на P2M–40 значение выходной мощности, дБм.

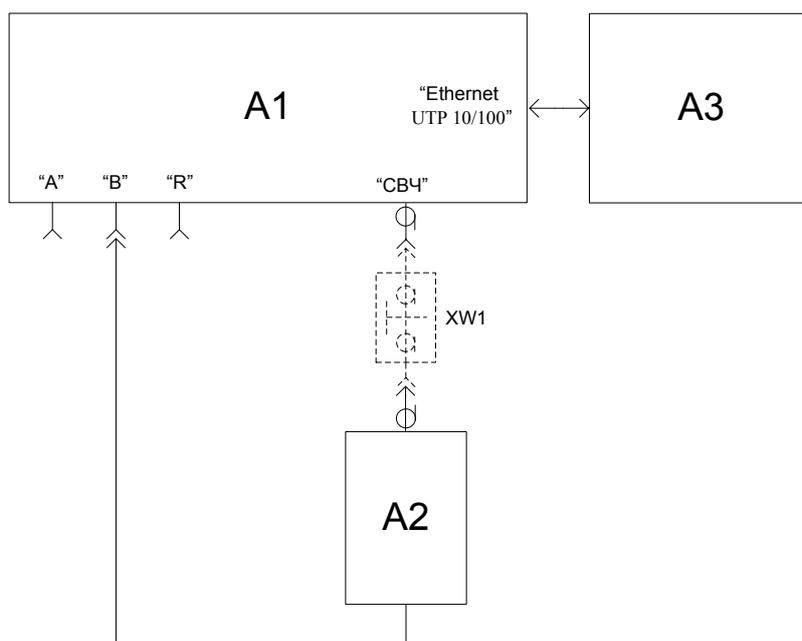
Примечание – Расчет погрешности  $\Delta P_{уст}$  для уровней мощности минус 30, минус 40 и минус 55 дБм выполнять только для P2M–40/2 с опцией «АТА/70».

7.4.9 Остановить процесс измерений.

7.4.10 Отсоединить преобразователь измерительный ваттметра от выхода СВЧ блока генераторно-измерительного.

7.4.11 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 10. Переход коаксиальный из комплекта P2M–40 использовать в случае отличия соединителей выхода СВЧ блока генера-

торно-измерительного и входа головки детекторной. Варианты применения перехода коаксиального в зависимости от типа используемой головки детекторной приведены в таблице 5.



A1 – поверяемый Р2М–40; A2 – головка детекторная; A3 – ПК;  
XW1 – переход коаксиальный (см. таблица 7)

Рисунок 10 – Схема для определения погрешности измерений мощности

Таблица 5

Тип используемой головки детекторной A2	Тип используемого перехода коаксиального XW1
Д42-18-01	ПК2-18-01Р-05
Д42-18-11	ПК2-18-11Р-05
Д42-20-03	ПК2-20-03Р-05
Д42-20-13	ПК2-20-13Р-05
Д42-50-05	-

7.4.12 В ПО нажать кнопку «Восстановить начальные параметры», удалить трассу с привязкой к входу «А» (рисунок 3). Кнопка «СВЧ» на передней панели Р2М–40 должна быть нажата. Начать процесс измерений.

7.4.13 Выбрать характеристику головки детекторной для входа «В» (или общую для всех входов), загрузив ее с компакт-диска из состава поверяемого Р2М–40.

7.4.14 Произвести автомасштаб измеренных данных. Измерения следует проводить при компенсации «В каждой точке (АС)».

7.4.15 Проверить, что выходная мощность, измеренная головкой детекторной, в диапазоне рабочих частот не имеет резонансов и (или) выбросов, превышающих 1,5 дБ.

7.4.16 При наличии резонансов или выбросов на измеренной частотной характеристике проверить качество соединения головки детекторной с выходом СВЧ блока генераторно-измерительного, провести визуальный контроль чистоты их соединителей. В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей. Выключить прибор на 1-2 мин, перезапустить программу управления.

7.4.17 Измерить выходную мощность  $P_{ДЕТ}$ , дБм, на частотах и уровнях, указанных в 7.4.4, 7.4.6 и 7.4.7, с помощью головки детекторной, входящей в комплект поверяемого Р2М–40.

Примечание – Уровни мощности минус 30, минус 40, минус 50 и минус 55 дБм измерять только для Р2М–40 с опцией «АТА/70».

7.4.18 Рассчитать относительную погрешность измерений мощности головкой детекторной  $\Delta P_{ИЗМ}$ , дБ, для уровней 7, 0, минус 10, минус 20, минус 30, минус 40 и минус 55 дБм на частотах 50, 2000, 4000, 8000, 12000, 15000, 18000, 20000, 25000, 30000, 35000 и 40000 МГц по формуле:

$$\Delta P_{ИЗМ} = P_{ДЕТ} - P_{В}, \quad (4)$$

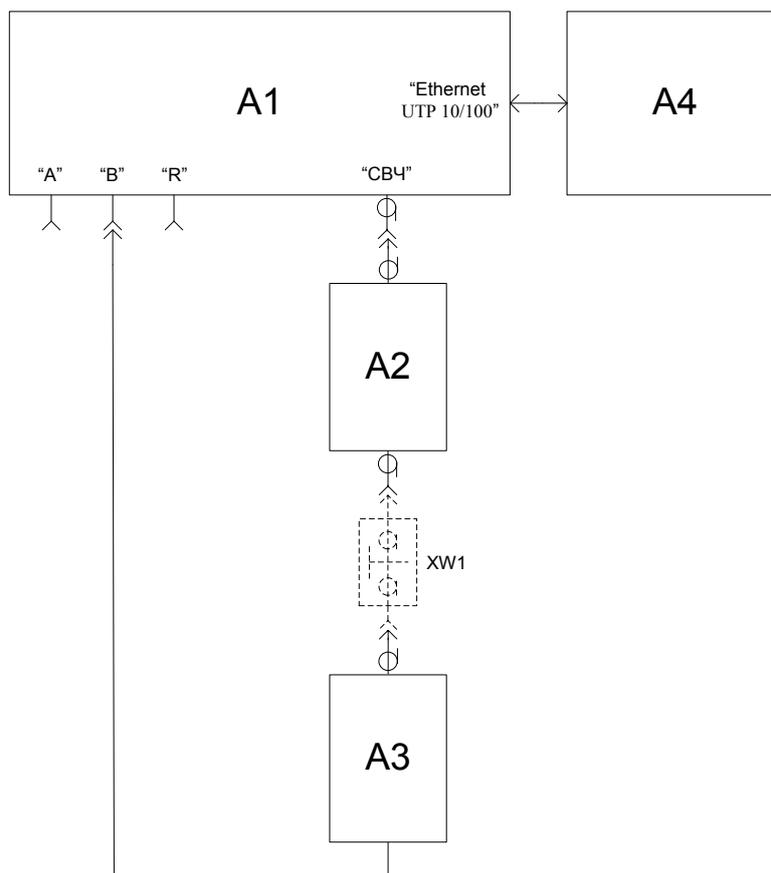
где  $P_{ДЕТ}$  – мощность, измеренная головкой детекторной из комплекта поверяемого Р2М–40, дБм.

Примечание – Измерения и расчет погрешности на частотах свыше 18000 МГц проводятся только для анализаторов в комплекте с головками детекторными Д42-50-05. Расчет погрешности  $\Delta P_{ИЗМ}$  для уровней мощности минус 30, минус 40 и минус 55 дБм выполнять только для Р2М–40 с опцией «АТА/70».

7.4.19 Остановить процесс измерений.

7.4.20 Проверка по пунктам 7.4.21 - 7.4.28 выполняется для Р2М–40 без опции «АТА/70».

7.4.21 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 11. Варианты применения перехода коаксиального XW1 в зависимости от типа используемой головки детекторной приведены в таблице 6.



A1 – поверяемый Р2М–40; A2 – последовательно соединенные аттенюаторы 20 и 30 дБ из набора Н/М-50-2,4 мм; A3 – головка детекторная; A4 – ПК;  
XW1 – переход коаксиальный (см. таблица 6);

Рисунок 11 – Схема для проверки нижней границы диапазона измерений уровня мощности

Таблица 6

Тип используемой головки детекторной АЗ	Тип используемого перехода коаксиального ХW1
Д42-18-01	ПК2-18-01P-05
Д42-18-11	ПК2-18-11P-05
Д42-20-03	ПК2-20-03P-05
Д42-20-13	ПК2-20-13P-05
Д42-50-05	-

7.4.22 Начать процесс измерений. Установить значение фиксированной частоты 50 МГц (количество точек 1), максимальную степень усреднения и межкадрового усреднения (рисунок 12) и уровень выходной мощности таким, чтобы результат измерений был минус  $55,0 \pm 0,5$  дБм. Зафиксировать результат измерений  $P_{ДЕТ}$ .

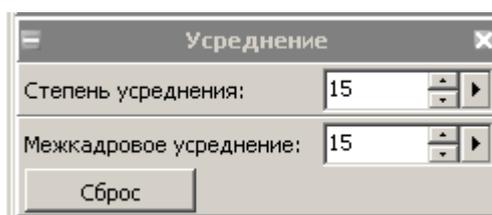


Рисунок 12 – Вид окна ПО с панелью управления «Усреднение»

7.4.23 Произвести измерения выходной мощности  $P_{ДЕТ}$ , дБм, на остальных частотах, указанных в 7.4.4 и 7.4.6, с помощью головки детекторной, входящей в комплект поверяемого Р2М–40. При измерении не менять установленный в 7.4.22 уровень выходной мощности. Зафиксировать результаты измерений  $P_{ДЕТ}$ .

7.4.24 Остановить процесс измерений.

7.4.25 Подключить преобразователь измерительный 8487D ваттметра вместо головки детекторной.

7.4.26 Начать процесс измерений. Установить режим компенсации «Выключена (DC)» (рисунок 5).

7.4.27 Поочередно устанавливая частоты, указанные в 7.4.4 и 7.4.6 измерить уровень выходной мощности с помощью ваттметра. При измерении не менять установленный в 7.4.22 уровень выходной мощности. Зафиксировать показания ваттметра  $P_B$ , дБм.

7.4.28 Остановить процесс измерений. Рассчитать относительную погрешность измерений мощности детектором  $\Delta P_{ИЗМ}$ , дБ, для уровня минус 55 дБм в соответствии с 7.4.18.

7.4.29 Повторить 7.4.11 – 7.4.28 для всех головок детекторных из комплекта Р2М–40.

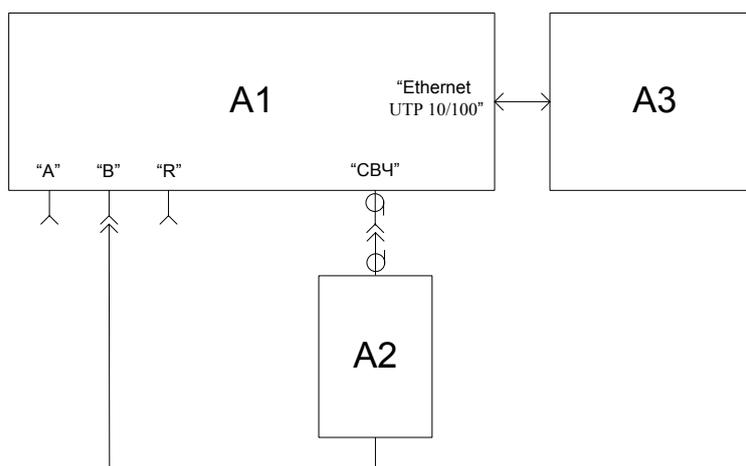
7.4.30 Результаты проверки считать положительными, если отсутствуют резонансы и выбросы на частотной характеристике, а относительная погрешность установки уровня выходной мощности  $\Delta P_{УСТ}$  и относительная погрешность измерений мощности  $\Delta P_{ИЗМ}$  в диапазоне мощностей от минус 55 дБм до 7 дБм, находятся в пределах  $\pm 1,5$  дБ.

7.5 Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи

7.5.1 Проверка абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи выполняется поочередно для каждой головки детекторной, входящей в комплект поверяемого Р2М–40.

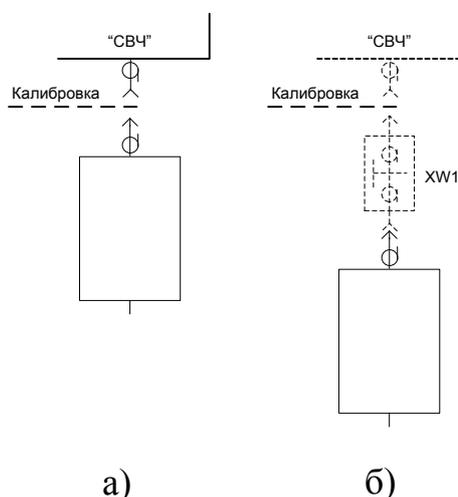
7.5.2 Подготовить к работе набор мер комплексного коэффициента передачи (набор аттенюаторов) согласно руководству по эксплуатации на него.

7.5.3 Собрать схему калибровки в соответствии с рисунком 13. Варианты подключения головки детекторной к выходу СВЧ блока генераторно-измерительного в зависимости от типов коаксиальных соединителей приведены на рисунке 14 и в таблице 7.



A1 – поверяемый Р2М-40; A2 – головка детекторная; A3 – ПК

Рисунок 13 – Схема калибровки



XW1 – переход коаксиальный (см. таблицу 7);

Рисунок 14 – Варианты подключения головки детекторной при калибровке

Таблица 7

Тип используемой головки детекторной А3	Вариант подключения головки детекторной по рисунку 14	Тип используемого перехода коаксиального XW1	Рабочий частотный диапазон при калибровке и измерениях коэффициента передачи
Д42-18-01	б	ПК2-18-01Р-05	от 10 МГц до 18000 МГц
Д42-18-11	б	ПК2-18-11Р-05	от 10 МГц до 18000 МГц
Д42-20-03	б	ПК2-26-03Р-05	от 10 МГц до 18000 МГц
Д42-20-13	б	ПК2-26-13Р-05	от 10 МГц до 18000 МГц
Д42-50-05	а	-	от 10 МГц до 40000 МГц

7.5.4 Выбрать характеристику головки детекторной для входа «В» (или общую для всех входов), загрузив ее с компакт-диска из состава поверяемого Р2М-40.

7.5.5 В ПО нажать кнопку «Восстановить начальные параметры», удалить трассу с привязкой к входу «А» (рисунок 3), установить уровень выходной мощности 7 дБм. Кнопка «СВЧ» на передней панели Р2М-40 должна быть нажата. Начать процесс измерений.

7.5.6 Произвести автомасштаб измеренных данных. Измерения следует проводить при компенсации «В каждой точке (АС)».

7.5.7 Провести калибровку для измерения модуля коэффициента передачи помощью

мастера калибровки в частотном диапазоне согласно таблице 7 в зависимости от типа используемой головки детекторной.



Рисунок 15 – Панель управления «Калибровка»

7.5.8 После выполнения калибровки проверить, что минимальное и максимальное значения модуля коэффициента передачи находятся в пределах  $\pm 0,04$  дБ, в противном случае повторить калибровку.

7.5.9 Подключить аттенюатор с ослаблением 10 дБ. Место подключения аттенюатора указано пунктирной линией на рисунке 14.

7.5.10 Измерить модуль коэффициента передачи аттенюатора в регламентируемых для него частотных точках (обязательными частотными точками, на которых осуществляется проверка, являются граничные точки диапазона работы головки детекторной согласно таблице 7).

7.5.11 Подключить аттенюатор с ослаблением 50 дБ (последовательное соединение аттенюаторов 20 и 30 дБ) вместо аттенюатора 10 дБ.

7.5.12 Измерить модуль коэффициента передачи аттенюатора в регламентируемых для него частотных точках (обязательными частотными точками, на которых осуществляется проверка, являются граничные точки диапазона работы головки детекторной согласно таблице 7). При измерении установить степень усреднения 12.

7.5.13 Остановить процесс измерений.

7.5.14 Рассчитать абсолютную погрешность измерений модуля коэффициента передачи  $\Delta A$ , дБ, по формуле:

$$\Delta A = |A_{ИЗМ}| - |A_0|, \quad (5)$$

где  $A_{ИЗМ}$  – измеренное значение модуля коэффициента передачи аттенюатора, дБ;

$A_0$  – действительное значение модуля коэффициента передачи аттенюатора, указанное в свидетельстве о поверке, дБ.

7.5.15 Повторить 7.5.3 - 7.5.14 для всех головок детекторных из комплекта Р2М–40.

7.5.16 Результаты поверки считать положительными, если полученные погрешности измерений модулей коэффициентов передачи не превышают значений, рассчитанных по формуле 6 для головок детекторных Д42-18-01, Д42-18-11, Д42-20-03, Д42-20-13, и по формуле 7 для головок детекторных Д42-50-05:

$$\Delta A = \pm(0,02 \cdot |A_0| + 0,2) \quad (6)$$

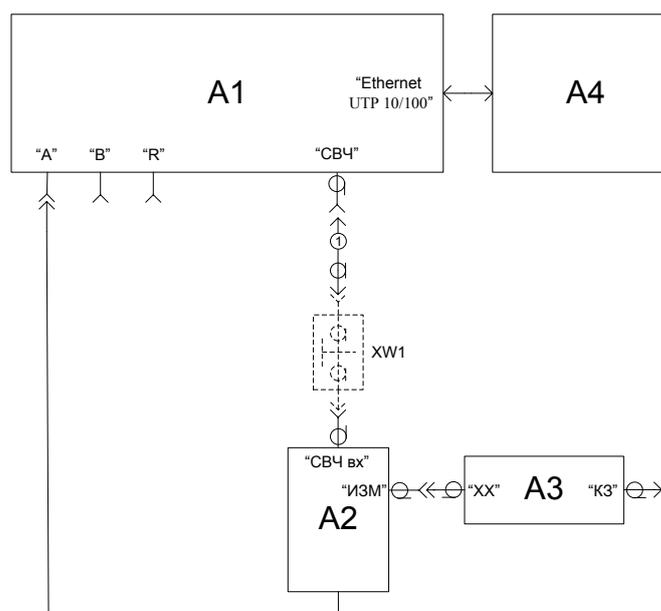
$$\Delta A = \pm(0,02 \cdot |A_0| + 0,3) \quad (7)$$

## 7.6 Определение относительной погрешности измерений КСВН

7.6.1 Проверка относительной погрешности измерений КСВН выполняется поочередно для каждого датчика КСВ, входящего в комплект поверяемого Р2М–40.

7.6.2 Подготовить к работе наборы мер КСВН и полного сопротивления (набор нагрузок) согласно руководству по эксплуатации на него.

7.6.3 Собрать схему калибровки в соответствии с рисунком 16. Варианты подключения датчика КСВ к выходу СВЧ блока генераторно-измерительного через кабель СВЧ в зависимости от типов коаксиальных соединителей приведены на рисунке 16 и в таблице 8.



A1 – P2M–40; A2 – датчик КСВ; A3 – нагрузка комбинированная; A4 – ПК;  
1 – кабель СВЧ из комплекта; XW1 – переход коаксиальный (см. таблицу 8)

Рисунок 16 – Схема калибровки в режиме измерений модуля коэффициента отражения

Таблица 8

Тип используемого датчика КСВ A2	Тип используемого перехода коаксиального XW1	Тип нагрузки комбинированной A3	Частотный диапазон калибровки и измерений	Тип используемого набора мер
ДК4-18-01P-01P	ПК2-18-01-05P	НКX1-18-01	от 10 до 4000 МГц; от 10 до 18000 МГц	ЭК9-140, ЭК9-145
ДК4-18-11P-11P	ПК2-18-11-05P	НКX1-18-11		
ДК4-20-03P-03P	ПК2-20-03-05P	НКX2-20-03	от 10 до 18000 МГц	Н/М-18-3,5 мм
ДК4-20-13P-13P	ПК2-20-13-05P	НКX2-20-13		
ДК4-50-05P-05P	-	НКX3-50-05	от 10 до 40000 МГц	Н/М-50-2,4 мм

7.6.4 В ПО нажать кнопку «Восстановить начальные параметры», удалить трассу с привязкой к входу «В» (рисунок 3). Кнопка «СВЧ» на передней панели прибора должна быть нажата. Начать процесс измерений.

7.6.5 Выбрать характеристику датчика КСВ для входа «А» (или общую для всех входов), загрузив ее с компакт-диска из состава поверяемого P2M–40.

7.6.6 Произвести автомасштаб измеренных данных. Измерения следует проводить при компенсации «В каждой точке (AC)».

7.6.7 Провести калибровку с помощью мастера в режиме модуля коэффициента отражения. При калибровке использовать комбинированную нагрузку из комплекта P2M–40, согласно таблице 8, в зависимости от типа датчика КСВ.

7.6.8 После выполнения калибровки проверить, что минимальное и максимальное значения модуля коэффициента отражения находятся в пределах  $\pm 1,5$  дБ, в ином случае повторить калибровку.

7.6.9 Выбрать формат отображения результата измерений – «КСВН».

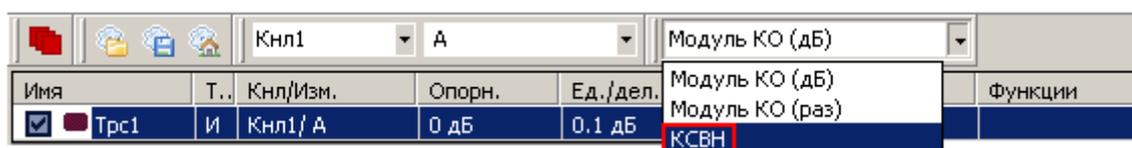


Рисунок 17 – Вид окна ПО при выборе формата отображения

7.6.10 Подключить к измерительному порту датчика КСВ нагрузку из набора мер с КСВН  $K_{cmU} = 1,2$  (допускается применение нагрузки с  $K_{cmU} = 1,4$ ). Используемый набор мер выбирается в зависимости от типа датчика КСВ (см. таблицу 8). Подключение нагрузки проводить в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации на набор мер КСВН и полного сопротивления.

Примечание – Для датчиков КСВ ДК4-18-01Р-01Р и ДК4-18-11Р-11Р проверку проводят с двумя наборами мер ЭК9-140 и ЭК9-145, разделенных по частотным диапазонам 10 – 4000 МГц и 4000 – 18000 МГц.

7.6.11 Измерить КСВН нагрузки в регламентируемых для нее частотных точках (обязательными частотными точками, на которых осуществляется проверка, являются граничные точки диапазона работы датчика КСВ согласно таблице 8). При измерении установить степень усреднения не менее 5.

7.6.12 Отсоединить нагрузку от измерительного порта датчика КСВ, повернуть вокруг продольной оси на угол приблизительно равный  $120^\circ$  и опять подключить к нему. Повторить 7.6.11. Снова отсоединить нагрузку от измерительного порта датчика КСВ, повернуть вокруг продольной оси на угол приблизительно равный  $120^\circ$  и опять подключить. Повторить 7.6.11.

7.6.13 Зафиксировать в качестве результата измерений показание с максимальным отклонением от среднего значения  $K_{CP,MAX}$  в каждой регламентированной частотной точке.

7.6.14 Повторить действия по 7.6.10 – 7.6.12, подключив к измерительному порту датчика КСВ нагрузку с  $K_{cmU} = 2,0$ .

7.6.15 Остановить процесс измерений.

7.6.16 Рассчитать погрешность измерений КСВН  $\delta K$ , %, на частотах, указанных в 7.6.11, по формуле:

$$\delta K = (K_{CP,MAX} - K_0) \cdot 100 / K_0, \quad (8)$$

где  $K_{CP,MAX}$  – измеренное значение КСВН нагрузки с максимальным отклонением от среднего значения;

$K_0$  – действительное значение КСВН нагрузки на частоте измерений.

7.6.17 Повторить 7.6.3 - 7.6.16 для всех датчиков КСВ из комплекта Р2М-40.

7.6.18 В случае, когда в комплекте есть несколько кабелей СВЧ, необходимо повторить 7.6.3 - 7.6.17 с каждым из них.

7.6.19 Результаты проверки считать положительными, если полученные погрешности измерений КСВН  $\delta K$ , %, не превышают значений  $\delta K_0$ , рассчитанных по формуле (9) для датчиков КСВ ДК4-20-03Р-03Р, ДК4-20-13Р-13Р, ДК4-18-11Р-11Р и ДК4-18-01Р-01Р в частотном диапазоне от 10 до 18000 МГц и по формуле (10) для датчиков КСВ ДК4-50-05Р-05Р в частотном диапазоне от 10 до 40000 МГц:

$$\delta K_0 = \pm(3 \cdot K_0 + 1); \quad (9)$$

$$\delta K_0 = \pm(5 \cdot K_0 + 3). \quad (10)$$

## 7.7 Проверка программного обеспечения

7.7.1 Проверка проводится для подтверждения соответствия программного обеспечения тому ПО, которое было зафиксировано при испытаниях в целях утверждения типа средства измерений. С целью обеспечения защиты ПО от несанкционированного доступа дополнительно фиксируются идентификационные данные файлов, содержащих характеристики головок детекторных и датчиков КСВ.

7.7.2 Запустить ПО (Пуск \ Все программы \ Микран \ Graphit P2M 2.3 \ Graphit P2M); произвести подключение к P2M-40 в соответствии с его IP-адресом (адрес по умолчанию: 169.254.0.254).

7.7.3 Выбрать в меню «Справка» пункт «О программе Graphit...». Проверить, что номер версии ПО, отображаемый в появившемся окне, совпадает с приведенным на рисунке 18. Закрыть окно «О программе Graphit...». Номер версии в заголовке окна ПО также должен соответствовать указанному на рисунке 18. По окончании проверки занести номер версии ПО в свидетельство о проверке.



Рисунок 18 – Проверка номера версии ПО

7.7.4 Определить контрольные суммы файлов «launcher.exe», характеристик головок детекторных и датчиков КСВ. Для расчета контрольной суммы применять программу (утилиту), использующую алгоритм md5, например «WinMD5 free». Указанная программа находится в свободном доступе сети *Internet* (сайт [www.winmd5.com](http://www.winmd5.com)).

7.7.5 Запустить программу «WinMD5 free». Нажать кнопку «Browse» и в появившемся диалоговом окне «Открыть» указать путь, где находится файл «launcher.exe» (x:\Program Files\Micran\Graphit P2M 2.3\launcher.exe; x – название раздела локального диска, куда ранее было установлено ПО).

7.7.6 После выбора файла программа автоматически произведет расчет контрольной суммы. Результат будет отражен в поле «Current file MD5 checksum value:». Проверить, что контрольная сумма совпадает с приведенной на рисунке 19. Зафиксировать результат расчета, полученное значение контрольной суммы занести в свидетельство о проверке.

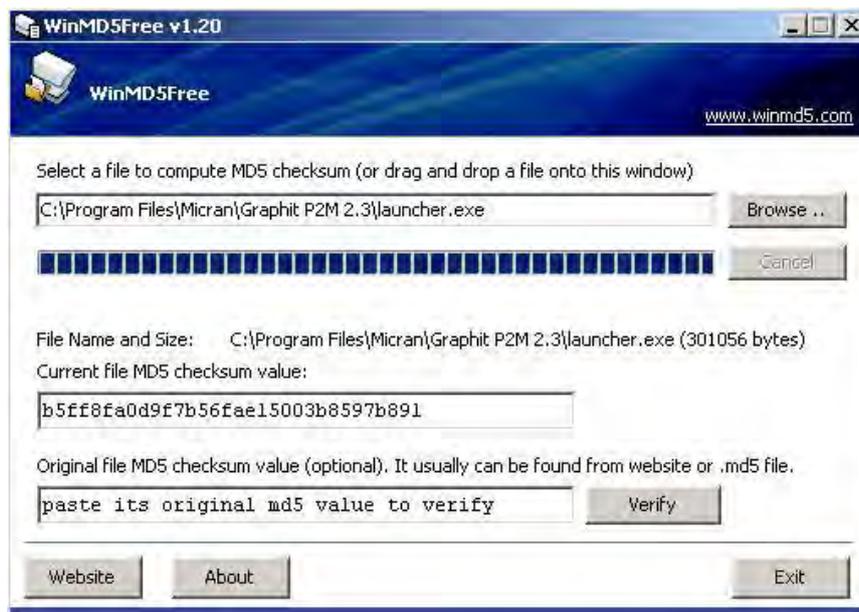


Рисунок 19 – Вид окна программы «WinMD5 free» при расчете контрольной суммы

7.7.7 Аналогичным образом произвести расчет контрольных сумм файлов характеристик всех головок детекторных и датчиков КСВ из комплекта P2M-40. Файлы с расширением *det* расположены на компакт-дисках. Зафиксировать результаты расчета, полученные значения

контрольных сумм занести в свидетельство о поверке.

7.7.8 Результаты проверки считать положительными, если наименование, номер версии ПО совпадает с приведенным на рисунке 18, контрольная сумма файла «launcher.exe» – с указанным на рисунке 19.

## **8 Оформление результатов поверки**

8.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94. Дополнительно в свидетельство о поверке заносят наименования и заводские номера головок детекторных, датчиков КСВ и нагрузок комбинированных, кабелей СВЧ с указанием типа соединителей. Также указывают идентификационные данные и номер версии ПО, контрольную сумму файлов с расширением det характеристик головок детекторных и датчиков КСВ. Сведения о поверке отражают в формуляре.

8.2 При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности по ПР 50.2.006-94, результаты предыдущей поверки аннулируют (аннулируют свидетельство о поверке), в формуляре делается соответствующая отметка.