

ООО «АФС52»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЦИ СИ,
главный метролог
ФГУП «РЯЦ-ВНИИЭФ»



В.Н. Щеглов

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

А.Г. Панкратов

Комплекс фазометрический ФМК-301 М

Руководство по эксплуатации

Методика поверки

ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1

Технический директор

М.Н. Черемхин

Научный руководитель

В.А. Канаков

Нижний Новгород 2018

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

СОДЕРЖАНИЕ

1 Операции поверки	4
2 Средства поверки	5
3 Требования к квалификации поверителя	6
4 Требования безопасности	7
5 Условия поверки.....	8
6 Подготовка к поверке.....	9
7 Проведение поверки.....	10
8 Оформление результатов поверки.....	20

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
	Разраб.	Канаков		
	Пров.	Чуркин		
	Н. контр.			
	Утв.			

Фазометрический комплекс

Руководство по эксплуатации

<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
2	21	

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы фазометрические ФМК-301 М (далее по тексту ФМК) предназначенные для измерений перемещения отражающей поверхности (в радиопрозрачной среде) и устанавливает методы и средства первичной, внеочередной и периодических поверок системы.

Первичная поверка осуществляется при выпуске из производства и после ремонта.

Периодическая – с периодичностью 1 раз в год.

Внеочередная – после длительного хранения (более одного межповерочного интервала) в объёме первичной.

УИВ. № ПОСЛ.	И 100П. и ОАТА	ДЗШМ. ИИИВ. №	УИВ. № ОУОЛ.	И 100П. и ОАТА
--------------	----------------	---------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1	Лист
						3

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки ФМК должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при первичной поверке, после ремонта	Проведение операции при периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Определение пределов допускаемой погрешности измерений перемещения отражающей поверхности.	7.3	Да	Да

1100п. и дата

К/№, № ОУОЛ.

Д/зм. инв. №

1100п. и дата

К/№, № ПООЛ.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | от 15 до 35; |
| – относительная влажность, % | от 50 до 80; |
| – атмосферное давление, кПа | от 84 до 106,7; |
| – напряжение питающей сети, В | от 207 до 253; |
| – частота питающей сети, Гц | от 49 до 51. |

ИНВ. № ИООЛ.	ИООП. и ОАТА	ВЗЫМ. ИНВ. №	ИНВ. № ОУОЛ.	ИООП. и ОАТА

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1	Лист
						8

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед поверкой необходимо изучить правила работы с приборами, подготовить их к работе в соответствии с их эксплуатационными документами и паспортами, установить ПО ТУ 2291-051-90350755-2018 ПО на ПЭВМ.

6.2 Перед проведением поверки ФМК должен быть выдержан в нормальных климатических условиях, соответствующих разделу 5 данной методики поверки, не менее 2 ч. В случае если ФМК находился при температуре ниже 0 °С, время выдержки должно быть не менее 24 ч.

ИНВ. № ПОЛ.	ИНВ. № ОАТА	ДЗМ. ИНВ. №	ИНВ. № ОУОЛ.	ИНВ. № ОАТА	ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра ФМК должно быть проверено:

- а) отсутствие механических повреждений корпуса блока ППУ ФМК и жгута питания;
- б) состояние крепления коммутационных элементов;
- в) состояние волноведущей системы с облучателем;
- г) состояние покрытий и отсутствие коррозии;
- д) наличие и четкость маркировок и надписей;
- е) отсутствие отсоединившихся и слабо закрепленных элементов схемы (определяется на слух при наклонах корпуса блока ППУ ФМК).

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании проверяют работоспособность ФМК, выполняя следующую последовательность действий:

- а) устанавливают блок ППУ ФМК на горизонтальной устойчивой поверхности;
- б) соединяют блок ППУ с блоком питания ФМК соответствующим кабелем;
- в) подключают блок питания к сети электропитания 230 В, 50 Гц;
- г) устанавливают осциллограф цифровой двухканальный рядом с блоком ППУ, подключают к сети электропитания, соединяют входные разъемы осциллографа с выходными разъемами блока ППУ «Сигнальный» и «Опорный», на разьеме блока ППУ «Синхронизация» оставляют согласованную нагрузку;
- д) соединяют фланцы волноведущей системы с фланцами на передней панели блока ППУ ФМК в произвольном порядке, при этом минимальный

1100п. и дата

ИНВ. № ОУОЛ.

ДЗМ. ИНВ. №

1100п. и дата

ИНВ. № ПООЛ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1

Лист

10

радиус кривизны всех диэлектрических волноводов волноведущей системы не должен быть меньше, чем 200 мм;

е) блок ППУ ФМК подключают через размещенный на его задней панели разъем «Локальная сеть» к управляющему компьютеру с помощью кабеля для подключения к локальной сети;

ж) все приборы, требующие электропитания, подключают к сети электропитания 230 В 50 Гц и включают, время самопрогрева оборудования – 60 минут;

з) устанавливают режим работы осциллографа с помощью кнопки «Авто», синхронизация внутренняя по каналу, к которому подключен выход блока ППУ «Опорный»;

и) для управления комплексом в режиме проверки запускают на компьютере программу `move_mode.exe`, перед запуском программы для приема измерительной информации в реальном времени отключают брандмауэр;

После запуска программы `move_mode.exe` в ее окне открыта вкладка «Состояние ФМК», в центре вверху вкладки «Состояние ФМК» расположено поле ввода имени текущего прибора, совпадающего с его заводским номером, параметры которого отображаются на экране, на графиках «Квадратуры» и «Годограф» отображается измерительная информация текущего прибора в реальном времени (в случае, если соединение с текущим прибором установить не удалось, изображение на графиках отсутствует);

к) к облучателю волноведущей системы подносят тестовую отражающую поверхность, располагают ее перпендикулярно оси симметрии облучателя, перемещают отражающую поверхность вдоль оси симметрии облучателя на несколько миллиметров в направлениях от облучателя и к облучателю;

ИОП. и дата

И№. № ОУДЛ.

ВЗМ. И№. №

ИОП. и дата

И№. № ПОСЛ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1

Лист

11

л) наблюдают изменения регистрируемых осциллографом осциллограмм и графиков «Квадратуры» и «Годограф», отображаемых на экране компьютера.

При нормальной работе ФМК на осциллографе должны наблюдаться две синусоиды с частотой 100 МГц. Сигнал, соответствующий выходу блока ППУ «Опорный», не должен изменяться при перемещениях тестовой отражающей поверхности. Сигнал, соответствующий выходу блока ППУ «Сигнальный», должен изменять свою амплитуду и фазу относительно опорного сигнала при перемещениях тестовой отражающей поверхности. При этом на графиках «Квадратуры» и «Годограф» отображаются переменные сигналы сложной формы.

7.2.2 При возникновении отказа и невозможности его оперативного устранения ФМК к дальнейшей поверке не допускают и направляют в ремонт.

7.3 Определение пределов допускаемой погрешности измерения перемещения отражающей поверхности.

7.3.1 Для измерения перемещений в интервале расстояний между тестовой отражающей поверхностью и облучателем от 10 до 300 мм собирают схему поверки в составе в составе:

- прибор универсальный для измерений длины Precimar ULM 600 (далее по тексту – длиномер);
- блок ППУ ФМК;
- волноведущая система ВВС-2-НО(ПК)-ЗГ-К16 (далее по тексту – ВВС-1);
- держатель облучателя;
- тестовая отражающая поверхность в виде плоской металлической пластины толщиной 4 мм круглой формы с диаметром 260 мм с элементом крепления;

Испол. и дата

Изм. № докум.

Взам. инв. №

Испол. и дата

Изм. № посл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1

Лист

12

– персональный компьютер или ноутбук с установленным специализированным программным обеспечением ТУ 2291-051-90350755-2018 ПО и кабелем для подключения к локальной сети;

– осциллограф цифровой двухканальный АСК-2203 с двумя коаксиальными соединительными кабелями;

7.3.1.1 Оборудование размещается следующим образом:

а) на предметный стол длиномера устанавливают держатель облучателя волноведущей системы таким образом, чтобы ось симметрии закрепляемого в нем облучателя была параллельна оси перемещения измерительного элемента передней бабки длиномера;

б) на измерительный элемент передней бабки длиномера со снятыми сменными измерительными насадками закрепляют тестовую отражающую поверхность таким образом, чтобы ось симметрии облучателя была перпендикулярна отражающей плоскости и проходила через ее центр;

в) в держателе облучателя размещают конический облучатель волноведущей системы ВВС-1;

г) блоки ППУ и питания ФМК размещают на расстоянии 3-5 метров от длиномера со стороны его задней бабки, к волноводным фланцам блока ППУ ФМК подключают волноводные фланцы волноведущей системы в произвольном порядке, при этом радиус кривизны гибких волноводов волноведущей системы не должен быть меньше, чем 200 мм;

д) к выходным коаксиальным разъемам «Опорный» и «Сигнальный», расположенным на задней панели блока ППУ ФМК с помощью двух коаксиальных соединительных кабелей подключают осциллограф АСК-2203;

е) блок ППУ ФМК подключают через размещенный на его задней панели разъем «Локальная сеть» к компьютеру с помощью кабеля для подключения к локальной сети;

1100п. и дата

Инв. № 090Л.

Разм. инв. №

1100п. и дата

Инв. № 000Л.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1

Лист

13

ж) передняя бабка с измерительным элементом длиномера устанавливается таким образом, чтобы расстояние от тестовой отражающей поверхности до ближайшей точки облучателя составляло 300 мм.

7.3.1.2 Все приборы, требующие электропитания, подключают к сети электропитания 230 В 50 Гц и включают. Время самопрогрева оборудования 60 минут.

7.3.1.3 Запускают на компьютере программу move_mode.exe из состава специализированного программного обеспечения ТУ 2291-051-90350755-2018 ПО, перед запуском программы для приема измерительной информации в реальном времени необходимо отключить брандмауэр.

7.3.1.4 Проводят юстировку облучателя ВВС-1 в следующей последовательности действий:

– вынимают облучатель ВВС-1 из держателя облучателя и ориентируют его таким образом, чтобы он не был направлен на окружающие предметы, расположенные ближе двух метров, с помощью манипулятора «мышь» нажимают виртуальную клавишу «вычислить средние смещения» на экране управляющего компьютера, затем возвращают облучатель в держатель, после чего переводят виртуальный переключатель «вычесть» в активное состояние;

Примечание: при наличии радиопоглощающего экрана, при выполнении этого действия облучатель можно не вынимать из держателя, а просто закрыть его радиопоглощающим экраном, совершить указанные в этом пункте манипуляции «мышью» и затем убрать экран. Вместо поглощающего экрана также может быть использован плоский металлический экран, который следует размещать в непосредственной близости от апертуры облучателя под углом 45 °к линии визирования таким образом, чтобы направлять зондирующее излучение вверх.

– управляя положением предметного стола длиномера, ориентируют облучатель ВВС-1, закрепленный в держателе, таким образом чтобы он был направлен в центр тестовой отражающей поверхности, а его ось симметрии была ориентирована перпендикулярно отражающей плоскости и параллельно оси перемещения измерительного элемента передней бабки длиномера, для этого контролируют уровень отраженного сигнала на экране осциллографа и добиваются его максимальной амплитуды.

Итого и дата

Изм. № 0001.

Изм. № 0001.

Итого и дата

Изм. № 0001.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1

Лист

14

С этого момента ФМК готов к проведению измерения перемещения тестовой отражающей поверхности.

7.3.1.5 Обнуляют показания табло длиномера в соответствии с руководством по эксплуатации длиномера. Открывают вкладку «Перемещение» программы move_mode.exe, фиксируют начальную координату тестовой отражающей поверхности в поле «x1», путем нажатия кнопки «Сохранить x1».

7.3.1.6 Перемещают измерительный элемент в передней бабке длиномера, используя органы управления перемещением измерительного элемента длиномера, на заданную в Таблице 7.3.1 величину в сторону уменьшения расстояния между облучателем и тестовой отражающей поверхностью, и отсчитывают величину перемещения по табло длиномера.

7.3.1.7 Фиксируют конечную координату тестовой отражающей поверхности в поле «x2», путем нажатия кнопки «Сохранить x2», после чего в поле «dx» появляется величина перемещения. Фиксируют показания перемещения длиномера и ФМК, заносят результаты измерения в протокол испытаний.

7.3.1.8 Повторяют пункты 7.3.1.4 перечисление 1), 7.3.1.5 – 7.3.1.7 еще пять раз, чередуя направления перемещения измерительного элемента в сторону увеличения и уменьшения расстояния между облучателем и тестовой отражающей поверхностью.

7.3.1.9 Проводят вторую и третью серии измерений по 7.3.1.4 перечисление 1), 7.3.1.5 – 7.3.1.8, установив переднюю бабку длиномера так, чтобы максимальное расстояние между тестовой отражающей поверхностью и облучателем составляло соответственно 100 мм и 10 мм. Для расстояния между тестовой отражающей поверхностью и облучателем 10 мм перемещение измерительного элемента длиномера первоначально проводится в сторону увеличения расстояния.

7.3.1.10 Вынимают облучатель ВВС-1 из держателя облучателя, отсоединяют ВВС-1 от волноводных фланцев блока ППУ ФМК, снимают

Инв. № 1100п. и дата / Инв. № 090Л. / Изм. инв. № / Инв. № 1100п. и дата / Инв. № 100Л.

оснастку с предметного стола длиномера, устанавливают предметный стол длиномера в крайнее нижнее положение, снимают заднюю бабку длиномера.

7.3.2 Для измерения перемещений в интервале расстояний между тестовой отражающей поверхностью и облучателем от 300 до 600 мм собирают схему калибровки в составе:

- прибор универсальный для измерения длины ULM 600;
- блок ПТУ ФМК;
- волноведущая система ВВС-2-НО(ПК)-ЗГ-К35, (далее по тексту – ВВС-2);
- держатель облучателя;
- тестовая отражающая поверхность в виде плоской металлической пластины толщиной 4 мм круглой формы с диаметром 260 мм с элементом крепления;
- персональный компьютер или ноутбук с установленным специализированным программным обеспечением ТУ 2291-051-90350755-2018 ПО и кабелем для подключения к локальной сети;
- осциллограф цифровой двухканальный АСК-2203 с двумя коаксиальными соединительными кабелями;

7.3.2.1 Оборудование размещают следующим образом:

а) на измерительный элемент передней бабки длиномера со снятыми сменными измерительными насадками закрепляют тестовую отражающую поверхность таким образом, чтобы оптическая ось облучателя была перпендикулярна отражающей плоскости и проходила через ее центр;

б) на жесткую горизонтальную станину длиномера вместо задней бабки устанавливают держатель облучателя на подставке таким образом, чтобы ось симметрии закрепляемого в нем облучателя была параллельна оси перемещения измерительного элемента передней бабки длиномера, минимальное расстояние между облучателем и тестовой отражающей поверхностью было не более 300 мм, а максимальное расстояние – не менее 600 мм;

ИНВ. № ИООЛ. 1100п. и дата
ИНВ. № ОУОЛ.
ВЗШ. ИНВ. №
1100п. и дата
ИНВ. № ИООЛ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1

в) в держателе облучателя размещают конический облучатель волноведущей системы ВВС-2;

г) блоки ППУ и питания ФМК размещают на расстоянии 3-5 метров от длиномера со стороны его задней бабки, к волноводным фланцам блока ППУ ФМК подключают волноводные фланцы волноведущей системы в произвольном порядке, при этом радиус кривизны гибких волноводов волноведущей системы не должен быть меньше, чем 200 мм;

д) к выходным коаксиальным разъемам «Опорный» и «Сигнальный», расположенным на задней панели блока ППУ ФМК с помощью двух коаксиальных соединительных кабелей подключают осциллограф АСК-2203;

е) блок ППУ ФМК подключают через размещенный на его задней панели разъем «Локальная сеть» к компьютеру с помощью кабеля для подключения к локальной сети;

ж) передняя бабка с измерительным элементом длиномера устанавливается таким образом, чтобы расстояние от тестовой отражающей поверхности до ближайшей точки облучателя составляло 600 мм.

7.3.2.2 Проводят юстировку облучателя ВВС-2 в следующей последовательности действий:

– вынимают облучатель ВВС-2 из держателя облучателя и ориентируют его таким образом, чтобы он не был направлен на окружающие предметы, расположенные ближе двух метров, с помощью манипулятора «мышь» нажимают виртуальную клавишу «вычислить средние смещения» на экране управляющего компьютера, затем возвращают облучатель в держатель, после чего переводят виртуальный переключатель «вычесть» в активное состояние;

Примечание: при наличии радиопоглощающего экрана, при выполнении этого действия облучатель можно не вынимать из держателя, а просто закрыть его радиопоглощающим экраном, совершить указанные в этом пункте манипуляции «мышью» и затем убрать экран. Вместо поглощающего экрана также может быть использован плоский металлический экран, который следует размещать в непосредственной близости от апертуры облучателя под углом 45 °к линии визирования таким образом, чтобы направлять зондирующее излучение вверх.

– управляя положением держателя облучателя на подставке, ориентируют облучатель ВВС-2, закрепленный в держателе, таким образом чтобы он был

1100п. и оата

ИНВ. № ОУОД.

ВЗМ. ИНВ. №

1100п. и оата

ИНВ. № ПООД.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 2291-051-90350755-2018 РЭ1

Лист

17

направлен в центр тестовой отражающей поверхности, а его ось симметрии была ориентирована перпендикулярно отражающей плоскости и параллельно оси перемещения измерительного элемента передней бабки длиномера, для этого контролируют уровень отраженного сигнала на экране осциллографа и добиваются его максимальной амплитуды.

С этого момента ФМК готов к проведению измерения перемещения тестовой отражающей поверхности.

7.3.2.3 Обнуляют показания табло длиномера в соответствии с руководством по эксплуатации длиномера. Открывают вкладку «Перемещение» программы move_mode.exe, фиксируют начальную координату тестовой отражающей поверхности в поле «x1», путем нажатия кнопки «Сохранить x1»

7.3.2.4 Перемещают измерительный элемент в передней бабке длиномера, используя органы управления перемещением измерительного элемента длиномера, на заданную в Таблице 7.3.1 величину в сторону уменьшения расстояния между облучателем и тестовой отражающей поверхностью, и отсчитывают величину перемещения по табло длиномера. **Не допускается** многократное перемещение измерительного элемента, следует фиксировать величину перемещения, полученную после его однократного непрерывного перемещения.

7.3.2.5 Фиксируют конечную координату тестовой отражающей поверхности в поле «x2», путем нажатия кнопки «Сохранить x2», после чего в поле «dx» появляется величина перемещения. Фиксируют показания перемещения длиномера и ФМК, заносят результаты измерения в протокол испытаний.

7.3.2.6 Повторяют пункты 7.3.2.2 перечисление 1), 7.3.2.3 – 7.3.2.5 еще пять раз, чередуя направления перемещения измерительного элемента в сторону увеличения и уменьшения расстояния между облучателем и тестовой отражающей поверхностью.

Изм. № 0001
Изм. № 0002
Изм. № 0003
Изм. № 0004
Изм. № 0005

7.3.2.7 Проводят вторую серию измерений по пунктам 7.3.2.2 перечисление 1), 7.3.2.3 – 7.3.2.6, установив переднюю бабку длиномера так, чтобы минимальное расстояние между тестовой отражающей поверхностью и облучателем составляло 300 мм, а перемещения тестовой отражающей поверхности совершались сначала в сторону увеличения расстояния, затем – в сторону уменьшения.

7.3.2.8 Вынимают облучатель ВВС-2 из держателя облучателя, отсоединяют ВВС-2 от волноводных портов блока ППУ ФМК, снимают оснастку с жесткой горизонтальной станины длиномера, устанавливают заднюю бабку длиномера на прежнее место, выключают питание всех приборов.

7.3.3 Для каждой серии измерений фиксируют значения перемещений:

Таблица 7.3.1 – Измеренные значения перемещений (y/x),

y – результаты измерений ФМК, x – результаты измерений длиномера.

R [мм] \ ΔR	[мкм]	[мм]		Примечание
	10	1	100	
10	y/x	y/x	y/x	ВВС-1
100	y/x	y/x	y/x	
300	y/x	y/x	y/x	
300	y/x	y/x	y/x	ВВС-2
600	y/x	y/x	y/x	

7.3.3.1 Вычисляются отклонения результатов измерения перемещений с помощью ФМК от контрольных значений, полученных с помощью длиномера ($z = y - x$). По шести сериям однотипных измерений, определяются максимальные значения отклонений (Z_{max}) в сериях.

1100п. и дата
 Инв. № оуол.
 Дзшм. инв. №
 1100п. и дата
 Инв. № ооол.

8 Оформление результатов поверки

8.1 По результатам поверки ФМК оформляется протокол измерений с указанием фактически реализованных значений максимальных ошибок измерения перемещений во всем диапазоне перемещений и расстояний между облучателем волноведущих систем ФМК и тестовой отражающей поверхностью в виде таблицы 8.1.

Таблица 8.1 - Значения максимального отклонения (Z_{\max}) результатов измерения перемещения (ΔR) на расстояниях (R)

R [мм] \ ΔR	[мкм]	[мм]		Примечание
	10	1	100	
10	Z_{\max}	Z_{\max}	Z_{\max}	ВВС-1
100	Z_{\max}	Z_{\max}	Z_{\max}	
300	Z_{\max}	Z_{\max}	Z_{\max}	
300	Z_{\max}	Z_{\max}	Z_{\max}	ВВС-2
600	Z_{\max}	Z_{\max}	Z_{\max}	

8.2 Пределы допускаемой погрешности измерения перемещения отражающей поверхности для соответствующих интервалов перемещений и расстояний определяются как значения максимальных отклонений в этих интервалах.

8.3 Результаты поверки считаются удовлетворительными, если фактически измеренное максимальное отклонение не превышает $\pm 0,015$ мм.

8.4 При удовлетворительных результатах поверки ФМК оформляют свидетельство о поверке, а ФМК допускают к применению с нормированными метрологическими характеристиками.

8.5 При неудовлетворительных результатах поверки ФМК к применению не допускают, оформляют извещение о непригодности и заполняют протокол поверки. После устранения причин несоответствия ФМК подлежит предъявлению на поверку повторно.

1100п. и дата

инв. № суол.

дзш. инв. №

1100п. и дата

инв. № поол.

