

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»)



С.В. Медведевских

2017 г.

Система автоматическая для измерений сил  
и крутящих моментов сил  
АВМ2-203

Методика поверки

МП 157-233-2017

Екатеринбург  
2017

Предисловие

Разработана: ФГУП «УНИИМ»

Исполнители: Шимолин Ю.Р. (ФГУП «УНИИМ»)

Трибушевская Л.А. (ФГУП «УНИИМ»)

Утверждена: ФГУП «УНИИМ»

Введена в действие «25» декабря 2017 г.

## Содержание

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....	4
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	4
3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	4
4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	5
5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ .....	6
6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	6
7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ .....	6
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ .....	6
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	11
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола проверки диапазонов измерений сил и крутящих моментов сил .....	12
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола проверки погрешности измерений сил по оси X.....	13
Приложение В (рекомендуемое) Форма протокола проверки погрешности измерений сил по оси Y.....	14
Приложение Г (рекомендуемое) Форма протокола проверки погрешности измерений сил по оси Z .....	15
Приложение Д (рекомендуемое) Форма протокола проверки погрешности измерений крутящих моментов сил относительно оси X.....	16
Приложение Е (рекомендуемое) Форма протокола проверки погрешности измерений крутящих моментов сил относительно оси Y.....	17
Приложение Ж (рекомендуемое) Форма протокола проверки погрешности измерений крутящих моментов сил относительно оси Z.....	18
Приложение И (рекомендуемое) Форма сводного протокола поверки .....	19

Государственная система обеспечения единства измерений  
**Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203**  
 Методика поверки

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на систему автоматическую для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203 (далее - система АВМ2-203), изготовленную ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск, и устанавливает методы и средства её первичной и периодической поверки.

Система АВМ2-203 предназначена для измерений сил и крутящих моментов сил, воздействующих на модель летательного аппарата (ЛА) при проведении испытаний в аэродинамической трубе. Система АВМ2-203 применяется при исследованиях аэродинамики моделей летательных аппаратов и других объектов на дозвуковых скоростях при их испытаниях в стабилизированном воздушном потоке на скоростях потока до 90 м/с при различных углах атаки модели ЛА и различном положении относительно имитатора земной поверхности.

Интервал между поверками – один год.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:	
Приказ Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815	«Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» (Зарегистрировано в Минюсте России 04.09.2015 N 38822).
ГОСТ 12.2.007.0-75	Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12.3.019-80	Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.
ГОСТ 8.021-2015	ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массы.
ГОСТ 8.763-2011	ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 50 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм.
ГОСТ 166-89	Штангенциркули. Технические условия.
ГОСТ OIML R 111-1-2009	ГСИ. Гири классов E <sub>1</sub> , E <sub>2</sub> , F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , M <sub>1</sub> , M <sub>1-2</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>2-3</sub> и M <sub>3</sub> . Часть 1. Метрологические и технические требования.
Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок	Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 328н от 24 июля 2013 г.

*Примечание - При использовании настоящей методики целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то раздел, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.*

## 3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 Первичную поверку системы АВМ2-203 выполняют до ввода в эксплуатацию, а также после ее ремонта.

3.2 Периодическую поверку выполняют в процессе эксплуатации системы АВМ2-203 по истечении интервала между поверками.

3.3 При проведении первичной и периодической поверок системы АВМ2-203 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1 Определение диапазонов измерений сил и крутящих моментов сил	8.3.1	Да	Нет
3.2 Определение погрешности измерений сил и крутящих моментов сил	8.3.2	Да	Да

3.4 В случае отрицательного результата хотя бы по одной операции поверка прекращается, систему АВМ2-203 признают непригодной к применению.

#### 4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть использованы средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование и тип основных и вспомогательных средств поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3.1, 7.3.2, 8.2	Квадрант оптический КО-60М, диапазон измерения угла $\pm 120^\circ$ , $\Delta \pm 30''$ , (технические условия ТУЗ-3.1387-76) (ГР № 26905-04)
7.3.3	Штангенциркуль ШЦ-Ш-2000-0,1 по ГОСТ 166, диапазон измерений длины (800-2000) мм, $\Delta \pm (0,1-0,2)$ мм.
7.3, 8.2, 8.3	Имитатор модели летательного аппарата с продольной базой $L_1=1200$ мм и поперечной базой $L_2=900$ мм (входит в комплект системы АВМ2-203).
8.2, 8.3	Вспомогательные отклоняющие блоки для преобразования вертикально приложенной нагрузки в нагрузку, приложенную в горизонтальной плоскости.
8.2, 8.3	Семь грузоприемных платформ с узлами крепления непосредственно на имитатор модели летательного аппарата и гибкими силопередающими элементами через отклоняющие блоки.
8.3	Эталоны единицы массы 4-го разряда по ГОСТ 8.021 в диапазоне значений от 0,2 до 20,0 кг (гири эталонные класса точности $M_1$ по ГОСТ OIML R 111-1).
8.2, 8.3	Эталоны единицы массы 4-го разряда по ГОСТ 8.021 в диапазоне значений от 20 до 600 кг (гири эталонные класса точности $M_1$ по ГОСТ OIML R 111-1).

4.2 Применяемые эталоны должны быть аттестованы и иметь действующие свидетельства об аттестации, средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке, вспомогательное оборудование должно быть исправным.

4.3 Для проведения поверки допускается применение аналогичных эталонов и средств измерений, не приведенных в таблице 2, при условии обеспечения ими необходимой точности измерений.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1 К поверке системы АВМ2-203 допускаются лица, имеющие образование не ниже среднего технического, ознакомившиеся с эксплуатационной документацией (далее - ЭД) на систему, работающие в метрологической службе организации, аккредитованной на право поверки средств измерений механических величин.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При проведении поверки должны выполняться требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки и поверяемое СИ, а также общие требования безопасности по ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.3.019, Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

## 7 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 45 до 75;
- изменение температуры за время поверки, °С, не более 2.

7.2 Перед проведением поверки выдерживают систему АВМ2-203 и средства поверки в условиях по 7.1 не менее 4 часов.

7.3 Проводят проверку геометрических параметров системы АВМ2-203 (кинематическая схема системы приведена на рисунке 1) в следующей последовательности:

7.3.1 С помощью оптического квадранта КО-60М измеряют отклонения вертикальных тяг системы АВМ2-203 от вертикального положения. Дальнейшую поверку допускается проводить, если отклонение вертикальных тяг от их вертикального положения не превышает десяти угловых минут.

7.3.2 С помощью квадранта КО-60М измеряют отклонения горизонтальных тяг системы АВМ2-203 и гибких силопередающих элементов от горизонтального положения. Дальнейшую поверку допускается проводить, если отклонения горизонтальных тяг и гибких силопередающих элементов от их горизонтального положения не превышают десяти угловых минут.

7.3.3 С помощью штангенциркуля ШЦ-III-2000-0,1 измеряют расстояние между гибкими силопередающими элементами от точек приложения нагрузки В1 и В2 (база L<sub>1</sub>), а также расстояние от линии между точками В1 и В2 до точки приложения нагрузки В3 (база L<sub>2</sub>). Дальнейшую поверку допускается производить, если действительные значения длин баз соответственно находятся в диапазонах: L<sub>1</sub> = (1200±0,5) мм; L<sub>2</sub> = (900±0,5) мм.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие системы АВМ2-203 следующим требованиям:

- отсутствие видимых внешних повреждений составных частей системы;
- отсутствие механических повреждений изоляции соединительных кабелей;
- наличие всех надписей маркировки согласно РЭ;
- отсутствие посторонних предметов в рабочей зоне системы.

8.1.2 Если требования 8.1.1 настоящей методики не выполняются, систему АВМ2-203 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

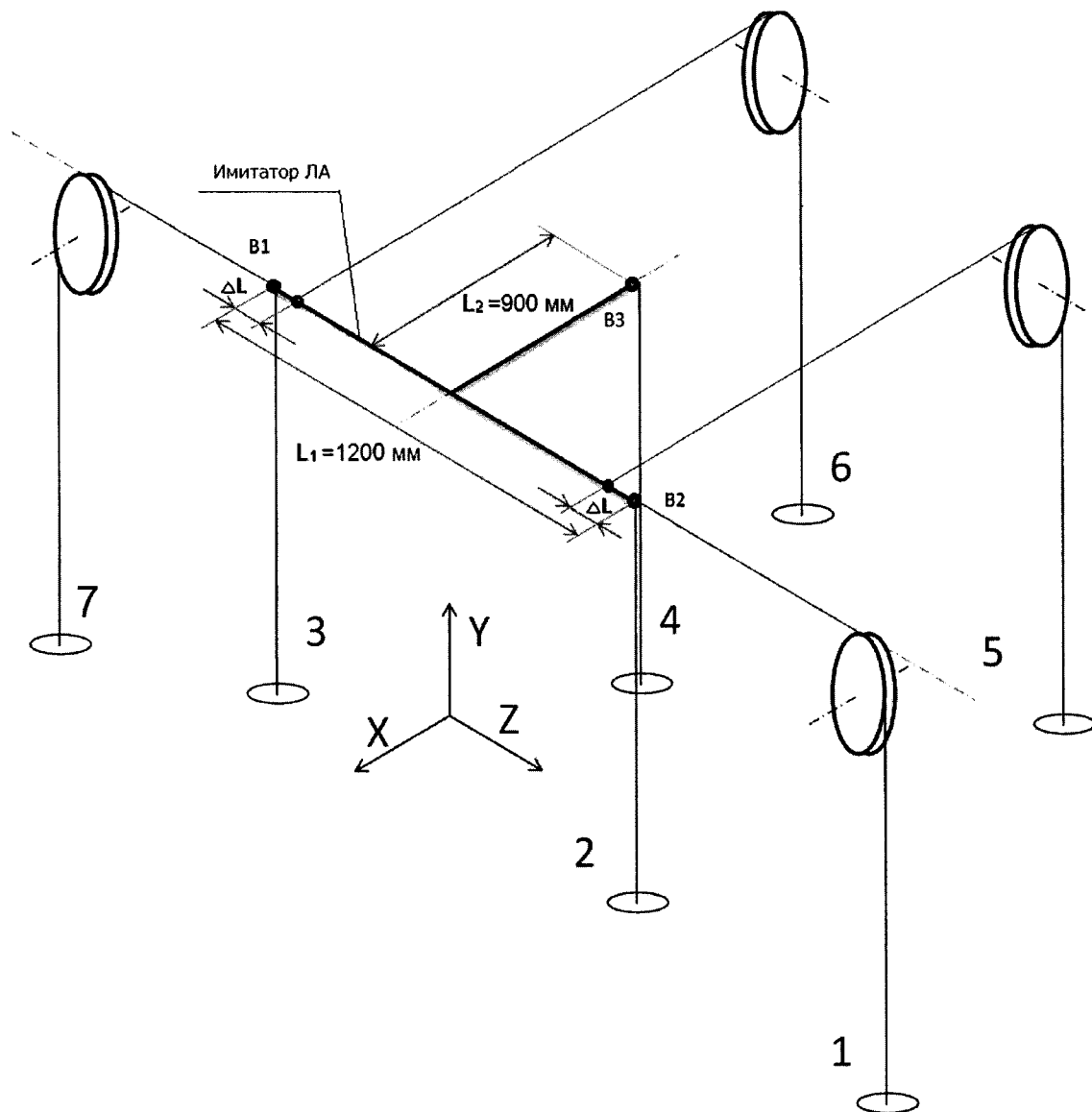


Рисунок 1 - Кинематическая схема системы АВМ2-203

## 8.2 Опробование

8.2.1 Систему АВМ2-203 устанавливают на стоянку в препараторском зале Т-203 в соответствии с РЭ системы АВМ2-203. В соответствии с указаниями РЭ закрепляют на вертикальных и горизонтальных тягах системы АВМ2-203 имитатор модели летательного аппарата (далее - ЛА), устанавливают вспомогательные отклоняющие блоки и грузоприемные платформы для задания сил и моментов сил при проверке.

8.2.2 На градуировочную площадку имитатора ЛА устанавливают квадрант оптический КО-60М.

8.2.3 С помощью оптического квадранта выставляют механизм «АЛЬФА» под нулевым углом тангажа, используя привод системы АВМ2-203.

8.2.4 Включают измерительную часть системы АВМ2-203. Подключаются с удаленного рабочего места оператора через удаленный рабочий стол к крейтконтроллеру АВМ2-203.

8.2.5 Проверяют идентификационные данные программного обеспечения (ПО) системы АВМ2-203 следующим образом:

- запускают программное обеспечение (ПО Metro138) системы АВМ2-203;
- открывают главное окно ПО Metro138 и проверяют идентификационные данные ПО системы АВМ2-203.

Идентификационные данные ПО системы АВМ2-203 должны соответствовать указанным в таблице 2.

Таблица 2 - Идентификационные данные ПО системы АВМ2-203

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	МЕТРО-М138
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v 1.21.0
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует

8.2.6 Проводят поочередное нагружение каждой из семи грузоприемных платформ (см. рисунок 1) гирей массой 20 кг, а также одновременное нагружение гирями 20 кг платформ 2 и 3 и платформ 5 и 6. При нагружении следует учитывать, что наложение гири на отдельные грузоприемные платформы или группы платформ должно приводить к изменению сигналов измерительных каналов в соответствии с таблицей 3 (знак «×» указывает на зависимость показаний данного канала от нагружения соответствующей платформы, знак «○» указывает на то, что данный канал не должен реагировать на нагружение данной платформы).

Таблица 3 - Зависимость показаний измерительных каналов от нагружения гирями

№ п.п.	№ грузоприемной платформы, на которую накладываются гири	Обозначение измерительного канала					
		X <sub>B</sub>	Y <sub>B</sub>	Z <sub>B</sub>	M <sub>XB</sub>	M <sub>YB</sub>	M <sub>ZB</sub>
1	1	○	○	×	○	○	○
2	2	○	×	○	×	○	○
3	3	○	×	○	×	○	○
4	4	○	×	○	○	○	×
5	5	×	○	○	○	×	○
6	6	×	○	○	○	×	○
7	7	○	○	×	○	○	○
8	2+3	○	×	○	○	○	○
9	5+6	×	○	○	○	○	○

8.2.7 Опробование считают законченным, если в процессе проведения действий по пункту 8.2.6 показания соответствующих измерительных каналов (X<sub>B</sub>, Y<sub>B</sub>, Z<sub>B</sub>, M<sub>XB</sub>, M<sub>YB</sub>, M<sub>ZB</sub>) изменялись от их начальных значений.

### 8.3 Определение метрологических характеристик

#### 8.3.1 Определение диапазонов измерений сил и крутящих моментов сил

8.3.1.1 Обнуляют показания измерительных каналов (ИК) системы АВМ2-203 в соответствии с РЭ. Диапазоны измерений сил и крутящих моментов сил проверяют методом прямого нагружения путем наложения эталонных гирь на грузоприемные платформы ГП1 - ГП7. Грузоприемная платформа ГП1 (далее - ГП-1) нагружается до значения не более 80 кг. Грузоприемные платформы 2 и 3 (далее - ГП-2 и ГП-3) нагружаются до значения не более 200 кг каждая. Грузоприемная платформа 4 (далее - ГП-4) нагружается до значения не более 200 кг. Грузоприемные платформы 5 и 6 (далее - ГП-5 и ГП-6) нагружаются до значения не более 70 кг каждая. Грузоприемная платформа 7 (далее - ГП-7) нагружается до значения не более 40 кг.

8.3.1.2 Диапазоны измерений сил и крутящих моментов сил по соответствующим ИК и поддиапазнам измерений проверяют нагружением грузоприемных платформ ГП-1 - ГП-7 гирями массой, указанной в таблице 4. Показания системы АВМ2-203 по измерительным каналам должны находиться в пределах, указанных в графе 9 таблицы 4. Допускаемые пределы показаний системы АВМ2-203 рассчитаны исходя из номинальной массы устанавливаемых гирь и пределов допускаемых погрешностей измерений сил и крутящих моментов сил, с учетом значения ускорения свободного падения в месте установки системы АВМ2-203 ( $g = 9,8146 \text{ м/с}^2$ ).



Таблица 4 - Определение диапазонов измерений сил и крутящих моментов сил

Наименование и обозначение измерительного канала	Суммарная масса гирь, устанавливаемых на грузоприемные платформы системы АВ-203, кг							Допускаемые пределы показаний системы АВМ2-203
	ГП-1	ГП-2	ГП-3	ГП-4	ГП-5	ГП-6	ГП-7	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нагрузка по оси X, $X_B$	-	-	-	-	70	70	-	(1374,0±2,8) Н
Нагрузка по оси Y, $Y_B$	-	200	200	200	-	-	-	(5888,8±11,8) Н
Нагрузка по оси Z, $Z_B$	80	-	-	-	-	-	-	(785,2±1,2) Н
	-	-	-	-	-	-	40	-(392,6±1,2) Н
Крутящий момент сил относительно оси X, $M_{XB}$	-	-	80	-	-	-	-	(471,1±0,9) Н·м
	-	80	-	-	-	-	-	-(471,1±0,9) Н·м
Крутящий момент сил относительно оси Y, $M_{YB}$	-	-	-	-	-	70	-	(343,5±0,6) Н·м
	-	-	-	-	70	-	-	-(343,5±0,6) Н·м
Крутящий момент сил относительно оси Z, $M_{ZB}$	-	-	-	200	-	-	-	(1776,6±2,6) Н·м

8.3.1.3 Нагружение оформляют отдельным протоколом, в котором отражают значения приложенных нагрузок к каждой грузоприемной платформе, и результаты измерений по соответствующим измерительным каналам, форма протокола приведена в рекомендуемом Приложении А.

8.3.1.4 Если требования 8.3.1.2 настоящей методики не выполняются, систему АВМ2-203 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

#### 8.3.2 Определение погрешности измерений сил и крутящих моментов сил

8.3.2.1 Для определения действительных значений погрешностей измерений сил и крутящих моментов сил системой АВМ2-203 по каждому из измерительных каналов ( $X_B$ ,  $Y_B$ ,  $Z_B$ ,  $M_{XB}$ ,  $M_{YB}$ ,  $M_{ZB}$ ) проводят серии нагружений грузоприемных платформ ГП-1 - ГП-7 в соответствии с таблицей 5 эталонными гирями с регистрацией показаний соответствующих измерительных каналов.

8.3.2.2 Схемы нагружений приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Схемы нагружений при поверке

Изм. канал	Диапазоны нагружений грузоприемных платформ, кг							Примечания
	ГП-1	ГП-2	ГП-3	ГП-4	ГП-5	ГП-6	ГП-7	
$X_B$	---	---	---	---	от 0 до 70	от 0 до 70	---	*
	---	---	---	---	от 70 до 0	от 70 до 0	---	*, **
$Y_B$	---	от 0 до 200	от 0 до 200	от 0 до 200	---	---	---	*
$Z_B$	от 0 до 80	---	---	---	---	---	---	
	---	---	---	---	---	---	от 0 до 40	
$M_{XB}$	---	от 0 до 80	---	---	---	---	---	
	---	---	от 0 до 80	---	---	---	---	
$M_{YB}$	---	---	---	---	от 0 до 70	---	---	
	---	---	---	---	---	от 0 до 70	---	
$M_{ZB}$	---	---	---	от 0 до 200	---	---	---	
	---	---	---	от 100 до 0	---	---	---	**

\* При нагружении измерительных каналов  $X_B$  и  $Y_B$  масса гирь, одновременно устанавливаемых на каждую грузоприемную платформу, должна быть одинакова.

\*\* При реализации данной схемы нагружения максимальное требуемое количество гирь устанавливается на грузоприемную платформу, показания системы обнуляются, далее пошагово снимаются гири с регистрацией показаний системы.

8.3.2.3 Нагружения проводят равномерно ступенями в соответствии с рекомендуемыми приложениями Б-Ж.

8.3.2.4 Каждое нагружение по пункту 8.3.2.2 проводят три раза.

8.3.2.5 Рассчитывают действительные значения сил и крутящих моментов сил, соответствующие приложенным нагрузкам на каждой ступени нагружения по формулам:

$$P_X = g \cdot (M_5 + M_6), \quad (1)$$

где  $P_X$  - сила, действующая на модель ЛА по оси X, Н;

$g$  - ускорение свободного падения (для г. Новосибирска, место установки системы АВМ2-203,  $g = 9,8146 \text{ м/с}^2$ ),  $\text{м/с}^2$ ;

$M_5$  - масса гирь, установленных на ГП-5, кг;

$M_6$  - масса гирь, установленных на ГП-6, кг.

$$P_Y = g \cdot (M_2 + M_3 + M_4), \quad (2)$$

где  $P_Y$  - сила, действующая на модель ЛА по оси Y, Н;

$M_2$  - масса гирь, установленных на ГП-2, кг;

$M_3$  - масса гирь, установленных на ГП-3, кг;

$M_4$  - масса гирь, установленных на ГП-4, кг.

$$P_Z = g \cdot (M_1 - M_7), \quad (3)$$

где  $P_Z$  - сила, действующая на модель ЛА по оси Z, Н;

$M_1$  - масса гирь, установленных на ГП-1, кг;

$M_7$  - масса гирь, установленных на ГП-7, кг.

$$M_X = \frac{L_1}{2} \cdot g \cdot (M_3 - M_2), \quad (4)$$

где  $M_X$  - момент силы, действующей на модель ЛА относительно оси X, Н·м;

$L_1$  - база  $L_1$  системы АВМ2-203,  $L_1 = 1,2 \text{ м}$ .

$$M_Y = \frac{(L_1 - 2 \cdot \Delta L)}{2} \cdot g \cdot (M_6 - M_5), \quad (5)$$

где  $M_Y$  - момент силы, действующей на модель ЛА относительно оси Y, Н·м;

$\Delta L$  - смещение креплений тяг грузоприемных платформ ГП-6 и ГП-5 относительно базовых точек В1 и В2 соответственно,  $\Delta L = 0,1 \text{ м}$ .

$$M_Z = L_2 \cdot g \cdot M_4, \quad (6)$$

где  $M_Z$  - момент силы, действующей на модель ЛА относительно оси Z, Н·м;

$L_2$  - база  $L_2$  системы АВМ2-203,  $L_2 = 0,9 \text{ м}$ .

8.3.2.6 Для каждой схемы нагружения по таблице 4 рассчитывают средние значения результатов измерений по каждой ступени нагружения по формуле

$$\overline{P_{ji}} = \frac{\sum_{k=1}^3 P_{jik}}{3}, \quad (7)$$

где  $j$  - условный индекс измерительного канала,  $j = 1 \dots 6$ ;

$i$  - номер ступени нагружения;

$k$  - номер измерения на данной ступени,  $k = 1 \dots 3$ ;

$P_{jik}$  - показания системы АВМ2-203 на  $i$ -той ступени по  $j$ -тому измерительному каналу ( $X_B, Y_B, Z_B, M_{XB}, M_{YB}, M_{ZB}$ ), Н или Н·м, в зависимости от измеряемого параметра;

$\overline{P_{ji}}$  - среднее значение показаний системы АВ-203 на  $i$ -той ступени по  $j$ -тому измерительному каналу ( $X_B, Y_B, Z_B, M_{XB}, M_{YB}, M_{ZB}$ ), Н или Н·м, в зависимости от измеряемого параметра.

8.3.2.7 Для каждой  $i$ -той ступени нагружения рассчитывают отклонения показаний системы от действительного значения параметра по формуле

$$\Delta_{ji} = \overline{P_{ji}} - P_{ji(\text{расч.})}, \quad (8)$$

где  $\Delta_{ji}$  - отклонения показаний системы АВМ2-203 от действительного значения параметра на  $i$ -той ступени по  $j$ -тому измерительному каналу ( $X_B, Y_B, Z_B, M_{XB}, M_{YB}, M_{ZB}$ ), Н или Н·м, в зависимости от измеряемого параметра;

$P_{ji(\text{расч.})}$  - действительное значение параметра на  $i$ -той ступени по  $j$ -тому измерительному каналу ( $X_B, Y_B, Z_B, M_{XB}, M_{YB}, M_{ZB}$ ), Н или Н·м, в зависимости от измеряемого параметра.

8.3.2.8 По всем схемам нагружения для каждой  $i$ -той ступени нагружения по каждому  $j$ -тому измерительному каналу рассчитывают значения приведенной к диапазону измерений погрешности системы АВМ2-203  $\delta_{ji(\text{прив.})}$ , %, по формуле

$$\delta_{ji(\text{прив.})} = \frac{\Delta_{ji}}{P_{j\text{max}}} \cdot 100, \quad (9)$$

где  $P_{j\text{max}}$  - диапазон измерений параметра по  $j$ -тому измерительному каналу ( $X_B, Y_B, Z_B, M_{XB}, M_{YB}, M_{ZB}$ ), Н или Н·м, в зависимости от измеряемого параметра.

8.3.2.9 Значения приведенной к диапазону измерений погрешности  $\delta_{ji(\text{прив.})}$ , %, по каждому измерительному каналу ( $X_B, Y_B, Z_B, M_{XB}, M_{YB}, M_{ZB}$ ) должны быть в пределах  $\pm 0,1$  %.

8.3.2.10 Если требования 8.3.2.9 настоящей методики не выполняются, систему АВМ2-203 признают непригодной к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Нагружения по каждому измерительному каналу оформляют отдельным протоколом, в котором отражаются значения массы гирь, установленных на грузоприемные платформы, расчетные значения параметров, соответствующие приложенным нагрузкам, результаты измерений по соответствующим измерительным каналам, действительные значения отклонений показаний от расчетных значений и значения приведенных к верхнему пределу измерений погрешностей. Формы протоколов приведены в рекомендуемых Приложениях Б-Ж.

9.2 По результатам нагружений измерительных каналов оформляют сводный протокол по форме рекомендуемого Приложения И. В сводном протоколе указывают диапазоны полученных значений, приведенных к верхнему пределу измерений погрешностей показаний системы от действительного значения параметра по каждому измерительному каналу.

9.3 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 и делают отметку в разделе 8 паспорта системы АВМ2-203.

9.4 В случае отрицательных результатов поверки систему АВМ2-203 признают непригодной к применению, выдают извещение о непригодности с указанием причин.

Заведующий лабораторией 233

Зам. заведующего лабораторией 233

Ю.Р. Шимолин

Л.А. Трибушевская

Приложение А  
(рекомендуемое)

Форма протокола проверки диапазонов измерений сил и крутящих моментов сил

Протокол № \_\_\_\_\_

Проверка диапазонов измерений сил и крутящих моментов сил

г. Новосибирск

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Место проведения поверки: ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск

Объект: Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203,  
зав. № 01.

Документ на методику поверки: МП 157-233-2017 «ГСИ. Система автоматическая для измерений  
сил и моментов сил АВМ2-203. Методика поверки»

Перечень средств поверки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура воздуха в помещении, °С \_\_\_\_\_

Относительная влажность воздуха в помещении, % \_\_\_\_\_

Поверка проводится при угле атаки АЛЬФА: 0 угловых градусов

Принятое значение ускорения свободного падения:  $g=9,8146 \text{ м/с}^2$

**Определение диапазонов измерений сил и крутящих моментов сил**

№ п/п.	Суммарная масса установленных гирь по грузоприемным платформам, кг							Показания системы АВМ2-203 по измерительным каналам, Н (Н·м)					
	ГП-1	ГП-2	ГП-3	ГП-4	ГП-5	ГП-6	ГП-7	X <sub>B</sub>	Y <sub>B</sub>	Z <sub>B</sub>	M <sub>XB</sub>	M <sub>YB</sub>	M <sub>ZB</sub>
1	-	-	-	-	70	70	-	-	-	-	-	-	-
2	-	200	200	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-
5	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Поверку проводил: \_\_\_\_\_  
(подпись) (расшифровка подписи)

Приложение Б  
(рекомендуемое)

Форма протокола проверки погрешности измерений сил по оси X

Протокол № \_\_\_\_\_

Проверка погрешности измерений сил и моментов сил

Измерительный канал X<sub>B</sub> (нагрузка на модель по оси X)

г. Новосибирск

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Место проведения поверки: ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск

Объект: Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203,  
зав. № 01.

Документ на методику поверки: МП 157-233-2017 «ГСИ. Система автоматическая для измерений  
сил и моментов сил АВМ2-203. Методика поверки»

Перечень средств поверки: \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура воздуха в помещении, °С \_\_\_\_\_

Относительная влажность воздуха в помещении, % \_\_\_\_\_

№ п/п.	Масса гирь, кг			R <sub>x(расч.)</sub> , Н	Показания АВМ2-203 R <sub>x</sub> , Н				Δ, Н	δ <sub>(прив.)</sub> , %	Допуск. знач., %	Приме- чания
	ГП-5	ГП-6	Всего		1	2	3	средн.				
1	0	0	0	0								
2	10	10	20	196,29							±0,1	
3	20	20	40	392,58								
4	30	30	60	588,88								
5	40	40	80	785,17								
6	50	50	100	981,46								
7	60	60	120	1177,75								
8	70	70	140	1374,04								
Нагрузить ГП5 и ГП6 гирями по 70 кг, обнулить показания системы												
9	70	70	0	0							±0,1	
10	60	60	-20	-196,29								
11	50	50	-40	-392,58								
12	40	40	-60	-588,88								
13	30	30	-80	-785,17								
14	20	20	-100	-981,46								
15	10	10	-120	-1177,75								
16	0	0	-140	-1374,04								

Поверку проводил: \_\_\_\_\_  
(подпись) (расшифровка подписи)

Приложение В  
(рекомендуемое)

Форма протокола проверки погрешности измерений сил по оси Y

Протокол № \_\_\_\_\_

Проверка погрешности измерений сил и крутящих моментов сил

Измерительный канал Y<sub>B</sub> (нагрузка на модель по оси Y)

г. Новосибирск

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Место проведения поверки: ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск

Объект: Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203, зав. № 01.

Документ на методику поверки: МП 157-233-2017 «ГСИ. Система автоматическая для измерений сил и моментов сил АВМ2-203. Методика поверки»

Перечень средств поверки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура воздуха в помещении, °С \_\_\_\_\_

Относительная влажность воздуха в помещении, % \_\_\_\_\_

№ п/п.	Масса гирь, кг				P <sub>Y(расч.)</sub> , Н	Показания АВМ2-203 P <sub>Y</sub> , Н				Δ, Н	δ <sub>(прив.)</sub> , %	Допуск. знач., %	Примечания
	ГП-2	ГП-3	ГП-4	Всего		1	2	3	средн.				
1	0	0	0	0	0							±0,1	
2	20	20	20	60	588,88								
3	40	40	40	120	1177,75								
4	60	60	60	180	1766,63								
5	80	80	80	240	2355,50								
6	100	100	100	300	2944,38								
7	120	120	120	360	3533,26								
8	140	140	140	420	4122,13								
9	160	160	160	480	4711,01								
10	180	180	180	540	5299,88								
11	200	200	200	600	5888,76								

Поверку проводил: \_\_\_\_\_  
(подпись) (расшифровка подписи)

Приложение Г  
(рекомендуемое)

Форма протокола проверки погрешности измерений сил по оси Z

Протокол № \_\_\_\_\_

Проверка погрешности измерений сил и крутящих моментов сил

Измерительный канал Z<sub>B</sub> (нагрузка на модель по оси Z)

г. Новосибирск

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Место проведения поверки: ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск

Объект: Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203,  
зав. № 01.

Документ на методику поверки: МП 157-233-2017 «ГСИ. Система автоматическая для измерений  
сил и моментов сил АВМ2-203. Методика поверки»

Перечень средств поверки: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура воздуха в помещении, °С \_\_\_\_\_

Относительная влажность воздуха в помещении, % \_\_\_\_\_

№ п/п.	Масса гирь, кг			P <sub>Z(расч.)</sub> Н	Показания АВМ2-203 P <sub>Z</sub> , Н				Δ, Н	δ <sub>(прив.)</sub> %	Допуск. знач., %	Приме- чания
	ГП-1	ГП-7	Всего		1	2	3	средн.				
1	0	0	0	0							±0,1	
2	10	0	10	98,15								
3	20	0	20	196,29								
4	30	0	30	249,44								
5	40	0	40	392,58								
6	50	0	50	490,73								
7	60	0	60	588,88								
8	70	0	70	687,02								
9	80	0	80	785,17								
10	0	0	0	0							±0,1	
11	0	5	5	-49,07								
12	0	10	10	-98,15								
13	0	15	15	-147,22								
14	0	20	20	-196,29								
15	0	25	25	-245,37								
16	0	30	30	-299,44								
17	0	35	35	-343,51								
18	0	40	40	-392,58								

Поверку проводил: \_\_\_\_\_  
(подпись) (расшифровка подписи)



Приложение Д  
(рекомендуемое)

Форма протокола проверки погрешности измерений крутящих моментов сил  
относительно оси Х

Протокол № \_\_\_\_\_

Проверка погрешности измерений сил и крутящих моментов сил  
Измерительный канал  $M_{ХВ}$  (крутящий момент силы относительно оси Х)

г. Новосибирск

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Место проведения поверки: ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск

Объект: Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203,  
зав. № 01.

Документ на методику поверки: МП 157-233-2017 «ГСИ. Система автоматическая для измерений  
сил и моментов сил АВМ2-203. Методика поверки»

Перечень средств поверки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура воздуха в помещении, °С \_\_\_\_\_

Относительная влажность воздуха в помещении, % \_\_\_\_\_

№ п/п.	Масса гирь, кг			$M_{Х(расч.)}$ , Н·м	Показания АВМ2-203 $M_{Х}$ , Н·м				$\Delta$ , Н·м	$\delta_{(прив.)}$ , %	Допуск. знач., %	Приме- чания
	ГП-2	ГП-3	Всего		1	2	3	средн.				
1	0	0	0	0							±0,1	
2	0	10	10	58,89								
3	0	20	20	117,78								
4	0	30	30	176,66								
5	0	40	40	235,55								
6	0	50	50	294,44								
7	0	60	60	353,33								
8	0	70	70	412,21								
9	0	80	80	471,10								
Разгрузить ГП-3, обнулить показания системы												
10	0	0	0	0							±0,1	
11	10	0	10	-58,89								
12	20	0	20	-117,78								
13	30	0	30	-176,66								
14	40	0	40	-235,55								
15	50	0	50	-294,44								
16	60	0	60	-353,33								
17	70	0	70	-412,21								
18	80	0	80	-471,10								

Поверку проводил: \_\_\_\_\_  
(подпись) (расшифровка подписи)



**Приложение Е**  
**(рекомендуемое)**  
**Форма протокола проверки погрешности измерений крутящих моментов сил**  
**относительно оси Y**

Протокол № \_\_\_\_\_

Проверка погрешности измерений сил и крутящих моментов сил  
Измерительный канал  $M_{YB}$  (крутящий момент силы относительно оси Y)

г. Новосибирск

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Место проведения поверки: ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск

Объект: Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203,  
зав. № 01.

Документ на методику поверки: МП 157-233-2017 «ГСИ. Система автоматическая для измерений сил и моментов сил АВМ2-203. Методика поверки»

Перечень средств поверки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура воздуха в помещении, °С \_\_\_\_\_

Относительная влажность воздуха в помещении, % \_\_\_\_\_

№ п/п.	Масса гирь, кг			$M_{Y(расч.)}$ Н·м	Показания АВМ2-203 $M_Y$ , Н·м				$\Delta$ , Н·м	$\delta_{(прив.)}$ , %	Допуск. знач., %	Приме- чания
	ГП-5	ГП-6	Всего		1	2	3	средн.				
1	0	0	0	0							±0,1	
2	0	10	10	49,07								
3	0	20	20	98,17								
4	0	30	30	147,22								
5	0	40	40	196,29								
6	0	50	50	245,37								
7	0	60	60	294,44								
8	0	70	70	343,51								
Разгрузить ГП-6, обнулить показания системы												
9	0	0	0	0							±0,1	
10	10	0	10	-49,07								
11	20	0	20	-98,17								
12	30	0	30	-147,22								
13	40	0	40	-196,29								
14	50	0	50	-245,37								
15	60	0	60	-294,44								
16	70	0	70	-343,51								

Поверку проводил: \_\_\_\_\_  
(подпись) (расшифровка подписи)

Приложение Ж  
(рекомендуемое)  
Форма протокола проверки погрешности измерений крутящих моментов сил  
относительно оси Z

Протокол № \_\_\_\_\_

Проверка погрешности измерений сил и крутящих моментов сил  
Измерительный канал M<sub>ZB</sub> (крутящий момент силы относительно оси Z)

г. Новосибирск

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Место проведения поверки: ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск

Объект: Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203,  
зав. № 01.

Документ на методику поверки: МП 157-233-2017 «ГСИ. Система автоматическая для измерений  
сил и моментов сил АВМ2-203. Методика поверки»

Перечень средств поверки: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура воздуха в помещении, °С \_\_\_\_\_

Относительная влажность воздуха в помещении, % \_\_\_\_\_

№ п/п.	Масса гирь, кг			M <sub>Z(расч.)</sub> Н·м	Показания АВМ2-203 M <sub>Z</sub> , Н·м				Δ, Н·м	δ(прив.), %	Допуск. знач., %	Приме- чания
	ГП-4	---	Всего		1	2	3	средн.				
1	0	---	0	0								
2	20	---	20	176,66							±0,1	
3	40	---	40	353,33								
4	60	---	60	529,99								
5	80	---	80	706,65								
6	100	---	100	883,31								
7	120	---	120	1059,98								
8	140	---	140	1236,64								
9	160	---	160	1413,30								
10	180	---	180	1589,97								
11	200	---	200	1766,63								
Нагрузить ГП4 гирями до 100 кг, обнулить показания системы												
12	100	---	0	0							±0,1	
13	80	---	-20	-176,66								
14	60	---	-40	-353,33								
15	40	---	-60	-529,99								
16	20	---	-80	-706,65								
17	0	---	-100	-883,31								

Поверку проводил: \_\_\_\_\_  
(подпись) (расшифровка подписи)

Приложение И  
(рекомендуемое)  
Форма сводного протокола поверки системы АВМ2-203

Протокол № \_\_\_\_\_  
Сводный протокол поверки  
системы автоматической для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203

г. Новосибирск «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Место проведения поверки: ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», г. Новосибирск

Объект: Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203,  
зав. № 01.

Документ на методику поверки: МП 157-233-2017 «ГСИ. Система автоматическая для измерений сил и моментов сил АВМ2-203. Методика поверки»

Перечень средств поверки: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура воздуха в помещении, °С \_\_\_\_\_

Относительная влажность воздуха в помещении, % \_\_\_\_\_

Заключение по результатам поверки:

1 Значения погрешностей измерений сил и крутящих моментов сил по измерительным каналам:

Наименование канала	Диапазон измерений	Значения приведенных погрешностей измерений, %
Нагрузка по оси X	от минус 1400 до 1400 Н	от ___ до ___
Нагрузка по оси Y	от 0 до 6000 Н	от ___ до ___
Нагрузка по оси Z	от минус 400 до 800 Н	от ___ до ___
Крутящий момент сил относительно оси X	от минус 480 до 480 Н·м	от ___ до ___
Крутящий момент сил относительно оси Y	от минус 360 до 360 Н·м	от ___ до ___
Крутящий момент сил относительно оси Z	от минус 900 до 1800 Н·м	от ___ до ___

2 Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203, зав. № 01, соответствует (не соответствует) требованиям методики поверки.

3 Система автоматическая для измерений сил и крутящих моментов сил АВМ2-203, зав. № 01, признана годной (негодной) к применению.

Выдано свидетельство о поверке № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Поверку проводил: \_\_\_\_\_  
(подпись) (расшифровка подписи)

Организация, выполнившая поверку: \_\_\_\_\_