

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»



Н.И. Ханов

26 ноября 2014г.

Гравиметр CG-5 Autograv
Методика поверки
МП253-14-213

Руководитель отдела ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А. А. Янковский

Санкт-Петербург
2014г.

Оглавление

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ, ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ	4
5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	5
5.1 Внешний осмотр	5
5.2 Проверка комплектности	5
5.3 Опробование	5
5.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения	5
5.5 Проверка смещения нуль-пункта	6
5.6 Определение абсолютной погрешности измерений разности значений ускорения свободного падения в рабочем диапазоне	7
5.6.1 Определение систематической составляющей погрешности гравиметра, вызванной нелинейностью амплитудной характеристики	7
5.6.2 Определение случайной составляющей погрешности гравиметра	9
5.6.3 Определение суммарной погрешности гравиметра	9
5.7 Проверка диапазона измерений разности значений ускорения свободного падения	10
6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на гравиметры CG-5 Autograv (далее по тексту – гравиметр) и предназначена для определения их нормированных метрологических характеристик.

Интервал между поверками – 2 года

1.2 Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой поверки, эксплуатационной документацией на гравиметр, техническим описанием средств измерений и оборудования, используемых при проведении поверки.

1.3 В тексте настоящей методики поверки использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 8.715-2010 ГСИ. «Государственная поверочная схема для средств измерений ускорения свободного падения»;
- ГОСТ 24284-80 «Гравиразведка и магниторазведка. Термины и определения»;
- ГОСТ Р 8.736-2011 ГСОЕИ. «Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

1.4 В тексте настоящей методики поверки имеются следующие сокращения:

- РЭ – руководство по эксплуатации;
- МП – методика поверки;
- ПО – программное обеспечение;
- СКО – среднее квадратическое отклонение (результата измерений);
- СП – систематическая погрешность.

Интервал между поверками – 2 года

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
Проверка внешнего вида	5.1	Да	Да
Проверка комплектности	5.2	Да	Да
Опробование	5.3	Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	5.4	Да	Да
Проверка смещения нуль-пункта	5.5	Да	Да

Наименование операции	Номер пункта	Обязательность проведения операции при поверке	
Определение абсолютной погрешности измерений разности значений ускорения свободного падения в рабочем диапазоне	5.6	Да	Да
Проверка диапазона измерений разности значений ускорения свободного падения	5.7	Да	Да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование средства измерений и оборудования	Основные метрологические и технические характеристики	Номер пункта МП
1 Установка для передачи единицы ускорения относительным гравиметрам инерциальным методом из состава ГЭТ 190-2011	Диапазон измерений от $1 \cdot 10^{-7} \dots 3 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$ ($1 \cdot 10^{-2} \dots 300 \text{ мГал}$); Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2 \text{ мкГал}$	5,6
2 Гравиметрический пункт из состава ГЭТ 190-2011, станция В и F, $\delta=3 \text{ мкГал}$.	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\delta=3 \text{ мкГал}$	5.3, 5.4, 5.6, 5.7

Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих требуемую точность измерений, со свидетельствами о поверке с неистекшим сроком действия.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ, ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены рабочие условия эксплуатации гравиметра:

- температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$ от минус 40 до +45
- диапазон значений географической широты места использования от 75° S до 75° N

4.2 К работе с гравиметром допускаются лица, изучившие документы, перечисленные в введении настоящей методики поверки, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе на установках с напряжением до 1000В, прошедшие стажировку по работе с гравиметром и

имеющие разрешение на работу с ним.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие видимых внешних повреждений гравиметра, влияющих на его эксплуатационные характеристики, и внешний вид;
- наличие четкой маркировки.

5.2 Проверка комплектности

При проверке комплектности должно быть установлено ее соответствие перечню, который приведен в эксплуатационной документации на гравиметр.

5.3 Опробование

Перед началом поверки рекомендуется провести корректировку параметров прибора в соответствии с методикой, описанной в РЭ (стр.5-14).

При проведении опробования должна быть установлена работоспособность гравиметра.

Работоспособность гравиметра определяется путём измерения разности значения ускорения свободного падения по двум пунктам, разнесённым не более чем на два метра, для которых определены значения ускорения свободного падения или их разность.

5.3.1 Установить гравиметр в рабочем положении на неподвижное основание пункта 1 в положение H_1 .

5.3.2 Выполнить операции подготовки к работе гравиметра в соответствии с ЭД.

5.3.3 Провести измерение и определить разность значения ускорения свободного падения по двум пунктам. Измерение провести не менее пяти раз.

5.3.5 По результатам измерений определить среднее значение разности ускорения свободного падения и полученный результат сравнить с расчётым. Полученное отклонение не должно превышать 20мГал.

5.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения

5.4.1 Подготовить гравиметр к работе, в соответствии с руководством по эксплуатации.

5.4.2 Включить гравиметр. После загрузки появится основное окно программы. Нажать клавишу INFO/7/STU. В первой строчке экрана будет указана версия программного обеспечения.

Номер версии ПО должен быть не ниже приведённого в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
1	2

Идентификационное наименование ПО	CG-5 Operating Software.
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.2

Гравиметр считается прошедшим поверку по пункту 5.4 МП, если номера версий встроенного ПО не ниже приведенных в таблице 3.

5.5 Проверка смещения нуль-пункта

5.5.1 Установить гравиметр в рабочем положении на неподвижное основание.

5.5.2 Выполнить операции подготовки к работе гравиметра в соответствии с ЭД.

5.5.3 Запустить программу измерения и произвести запись показаний гравиметра dg_i в течение 48 ч с периодом оцифровки 60 с. Через 48 часов остановить программу измерений. Полученные результаты измерений сохранить на компьютере. Открыть файл xxxx.txt со значениями dg_i , полученными в процессе измерений.

5.5.4 Из всей 48 часовой записи выбрать 24-х часовой интервал измерений. Рассчитать среднее начальное значение показаний гравиметра, как среднее по первым 15 точкам по формуле:

$$m_{start} = \frac{\sum_{i=1}^{15} dg_i}{15}$$

5.5.5 Рассчитать среднее конечное значение показаний гравиметра, как среднее по последним 15 точкам по формуле:

$$m_{end} = \frac{\sum_{i=N-15}^N dg_i}{15},$$

где N – число отсчётов за 24 часа.

5.5.6 Рассчитать смещение нуль-пункта (Dg) по формуле:

$$Dg = (m_{end} - m_{start})/T$$

где T – 24 часа.

5.5.7 Если смещение нуль-пункта Dg больше 0,02 мГал необходимо провести его коррекцию по формуле:

$$dg_{corr} = dg_i + \frac{m_{end} - m_{start}}{N} \cdot i$$

где i – порядковый номер отсчёта: $i = 1 \dots N$.

Если результат измерения смещение нуль-пункта превысило 0,02 мГал то необходимо провести его корректировку в соответствии с РЭ,

Гравиметр считается прошедшим поверку по пункту 5.5, если смещение нуль-пункта за 24 ч не превышает 0,02 мГл.

5.6 Определение абсолютной погрешности измерений разности значений ускорения свободного падения в рабочем диапазоне

Составляющими погрешности гравиметра при измерении разности значений ускорения свободного падения являются:

- систематическая погрешность, обусловленная нелинейностью амплитудной характеристики;
- случайная погрешность гравиметра;
- погрешность установки.

Погрешность, обусловленная нелинейностью амплитудной характеристики гравиметра, Θ_g является систематической и определяется по результатам выполнения п. 5.6.1 МП.

Случайная составляющая погрешности гравиметра $\delta g_{\text{сл}}$ определяется по результатам выполнения п. 5.6.2 МП.

Погрешность установки берётся из паспорта и установку и рассматривается как систематическая.

Абсолютная погрешность измерений разности значений ускорения свободного падения оценивается суммарной погрешностью S_{Σ} , рассчитываемой по формулам (ГОСТ 8.736-2011):

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\frac{\Theta^2}{3} + S^2};$$

$$S = \sqrt{\delta g_{\text{сл}}^2}$$

$$\Theta = \sqrt{\Theta_g^2 + \Theta_{\text{усм}}^2}.$$

5.6.1 Определение систематической составляющей погрешности гравиметра, вызванной нелинейностью амплитудной характеристики

5.6.1.1 Подготовить к работе установку для передачи единицы ускорения относительным гравиметрам инерциальным методом из состава ГЭТ 190-2011 (далее по тексту – установка) в соответствии с её руководством по эксплуатации.

5.6.1.2 Установить и закрепить на платформе установки гравиметр.

5.6.1.3 Выполнить операции подготовки к работе гравиметра в соответствии с его РЭ.

5.6.1.4 Запустить рабочую программу гравиметра в режиме измерения ускорения свободного падения с временем задержки одна минута.

5.6.1.5 Установить начальные параметры движения платформы установки:

- частота колебания F - 0,05 Гц;
- амплитуда перемещения – 0,5 мм.

Включить установку в режиме воспроизведения вертикальных колебаний.

5.6.1.6 Провести запись показаний гравиметра в течении 5 минут. (В настройке гравиметра включить опцию сохранения данных гравиметра с гравиметрического датчика в формате *.smp).

5.6.1.7 Произвести обработку данных результата измерения файла *.smp и определить амплитуду изменения ускорения свободного падения. Результаты измерений занести в таблицу 4.

Таблица 4

i	$a_i, \text{мГал}$	$A_{\text{зад.уст.},i}, \text{мГал}$	$A_{\text{изм.гр.},i}, \text{мГал}$	$K_{\text{пр}}$
1	0,01			
2	0,1			
3	1			
4	10			
5	25			
6	50			
7	100			
8	200			
9	300			

5.6.1.8 Определить измерение амплитуды X перемещения подвижной платформы установки и рассчитать фактическое значение амплитуды воспроизводимого ускорения $A_{\text{зад.уст.},i}$ по формуле:

$$A_{\text{зад.уст.},i} = 4 \cdot \pi^2 \cdot F^2 \cdot X$$

5.6.1.9 По данным таблицы 2 определить коэффициент преобразования $K_{\text{пр}}$ и полученный результат занести в таблицу:

$$K_{\text{пр}} = \frac{A_{\text{изм.гр.},i}}{A_{\text{зад.уст.},i}}$$

где: $A_{\text{зад.уст.},i}, \text{мГал}$ – амплитуда ускорения, заданная установкой;

$A_{\text{изм.гр.},i}, \text{мГал}$ – изменение ускорение, измеренное гравиметром.

5.6.1.10 Изменяя амплитуду перемещения установки выполнить операции п.5.6.1.4-5.6.1.9 для всех значений ускорений a_i , указанных в таблице 4.

5.6.1.11 По данным таблицы 4 рассчитать нелинейность амплитудной характеристики K_a по формуле:

$$\Theta_g = \frac{K_{\text{пр}}_{(\text{max})} - K_{\text{пр}}_{(\text{min})}}{2 \cdot \overline{K_{\text{пр}}}}$$

где:

- $Knp_{(\max)}$ и $Knp_{(\min)}$ - максимальное и минимальное значения коэффициента преобразования, определённые в таблице 4.

- \overline{Knp} - среднее значение коэффициента преобразования в рабочем диапазоне.

За оценку систематической составляющей погрешности гравиметра, вызванной нелинейностью амплитудной характеристики принять рассчитанное значение Θ_g .

5.6.2 Определение случайной составляющей погрешности гравиметра

5.6.2.1 Случайная составляющая погрешности гравиметра ($\delta g_{\text{сл}}$) определяется СКО результатов измерений и рассчитывается по формуле:

$$\delta g_{\text{сл}} = \sqrt{\frac{1}{N \cdot (N - 1)} \cdot \sum_{i=1}^N (dg_{corr,i} - \overline{dg_{corr}})^2},$$

где:

$$\overline{dg_{corr}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N dg_{corr,i},$$

$dg_{corr,i}$ - результаты измерений и расчётов при выполнении п.5.5.

5.6.3 Определение суммарной погрешности гравиметра

5.6.3.4 Абсолютная погрешность измерений разности значений ускорения свободного падения оценивается суммарной погрешностью S_Σ , рассчитываемой по формулам (ГОСТ 8.736-2011):

$$S_\Sigma = \sqrt{\frac{\Theta^2}{3} + S^2};$$

$$S = \sqrt{\delta g_{\text{сл}}^2}$$

$$\Theta = \sqrt{\Theta_g^2 + \Theta_{ycm}^2}.$$

Результаты поверки считаются положительными по п 5.6 если абсолютная погрешность измерений разности значений ускорения свободного падения не превышает $\pm 5,0$ мкГал.

5.7 Проверка диапазона измерений разности значений ускорения свободного падения

Проверка диапазона измерений разности значений ускорения свободного падения, проводится по результатам выполнения операций п. 5.6 МП.

При выполнении п. 5.6 МП диапазон измерений разности значений ускорения свободного падения составляет ± 300 мГал.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки, проведенной в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки и выдается свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки средство измерений к выпуску в обращение и к применению не допускается и на него оформляется извещение о непригодности.