МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГРАВИМЕТРЫ НАЗЕМНЫЕ

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Издание официальное

БЗ 9—98

ИПК ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
Москва

УДК 528.563.001.4:006.354 Группа П67

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГРАВИМЕТРЫ НАЗЕМНЫЕ

Общие технические условия

Surface gravimeters. General specifications

ГОСТ 13017—83

ОКП 43 1421

Дата введения 01.01.85

Настоящий стандарт распространяется на наземные статические гравиметры (далее — гравиметры), предназначенные для относительных измерений разности ускорений силы тяжести в полевых условиях.

Стандарт не распространяется на гравиметры специального назначения (геодезические, приливные).

(Измененная редакция, Изм. № 2).

1. КЛАССИФИКАЦИЯ

1.1. Гравиметры следует изготовлять трех классов точности: А, В и С.

1.2. Гравиметры следует изготовлять типов, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение типа гравиметров	Наименование и характеристика	Преимущественная область применения
ГНУ	Гравиметр наземный узкодиапазонный	Разведочная гравиметрическая съемка
ГНШ	Гравиметр наземный широкодиапазонный	Региональная гравиметрическая съемка, гравиметрическая съемка в горных районах, создание опорных гравиметрических сетей
ГНК	Гравиметр наземный комбинированный, совмещающий свойства узкодиапазонного и широкодиапазонного гравиметров	Разведочная и региональная гравиметрические съемки

1.3. Гравиметры должны изготавливаться:
с кварцевой чувствительной системой — К;
с металлической чувствительной системой — М.
(Введен дополнительно, Изм. № 2).

Издание официальное
★

Перепечатка воспрещена

© Издательство стандартов, 1983
© ИПК Издательство стандартов, 1999
Переиздание с Изменениями

2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

2.1. Погрешность гравиметра ε, мГал, не должна превышать значения, вычисленного по формуле

$$\varepsilon = \left[\varepsilon_0 + k(d - d_0)\right], \qquad (1)$$

где d — значение верхнего предела измерений гравиметра без перестройки диапазона, мГал;
ε_0, k и d_0 — коэффициенты, выбираемые из табл. 2.

Таблица 2

Обозначение коэффициента	Значение коэффициента для гравиметров класса		
	A	B	C
ε_0, мГал	$2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$
k	$8 \cdot 10^{-5}$	$12 \cdot 10^{-5}$	$15 \cdot 10^{-5}$
d_0, мГал	10^2	10^2	10^2

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

2.2. Основные параметры гравиметров должны соответствовать указанным в табл. 3.

Таблица 3

Наименование параметра	Норма для типа					
	ГНУ			ГНШ		
	Класс А	Класс В	Класс С	Класс А	Класс В	Класс С
1. Верхний предел измерений без перестройки диапазона d, мГал, не менее	80			501		
2. Верхний предел измерений с перестройкой диапазона D, мГал, не менее	6000					
3. Длительность переходного процесса, мин, не более	3					
4. Смещение нуль-пункта a, мГал за сутки, не более:						
для нетермостатированных и кварцевых термостатированных гравиметров	0,5	2,0		1,0	2,0	
для металлических термостатированных гравиметров	0,2	0,5	1,0	0,2	0,5	1,0
5. Чувствительность q, (деление окулярной шкалы, деленное на ускорение*), не менее	7	5	2,5	7	5	2,5
6. Барометрический коэффициент b,						
10^{-5} мГал/Па, не более	1,1	1,3	1,6	1,1	1,3	1,6
10^{-3} мГал/мм рт. ст., не более	1,5	1,7	2,1	1,5	1,7	2,1
7. Масса гравиметра, кг, не более:						
нетермостатированного	4	5		4	5	
термостатированного	8	10		8	10	

* Здесь и далее по тексту: ускорение — мГал.

Примечание. Основные параметры гравиметров типа ГНК должны соответствовать: для узкого диапазона основным параметрам гравиметров типа ГНУ, для широкого диапазона — гравиметров типа ГНШ, при этом допускается увеличивать массу гравиметра не более чем на 1 кг

(Измененная редакция, Изм. № 3).

2.3. Условное обозначение гравиметра должно состоять из слова «Гравиметр», обозначения типа согласно п. 1.2, обозначения вида чувствительной системы согласно п. 1.3 и обозначения настоящего стандарта.

Примеры условных обозначений:

Гравиметр наземный узкодиапазонный с кварцевой чувствительной системой класса А:

Гравиметр ГНУ-КА ГОСТ 13017–83

То же, с металлической чувствительной системой:

Гравиметр ГНУ-МА ГОСТ 13017—83

Допускается в условном обозначении указывать номер модели или собственное наименование.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

3.1. Гравиметры должны изготовляться в соответствии с требованиями настоящего стандарта и технических условий на гравиметры конкретного типа по рабочим чертежам, утвержденным в установленном порядке.

3.2. Среднее квадратическое значение относительной погрешности цены деления отсчетной шкалы гравиметров ε_c не должно превышать значений, указанных в табл. 4.

Таблица 4

Значение верхнего предела измерений без перестройки диапазона d, мГал	ε_c, 10^{-4} для гравиметров класса		
	A	B	C
От 80 до 100 включ.	1,7	2,6	5,0
Св. 100 » 150 »	1,4	2,2	4,0
» 150 » 250 »	1,2	1,9	3,1
» 250 » 400 »	1,1	1,6	2,5
» 400 » 500 »	1,0	1,5	2,3
» 500 » 1000 »	0,9	1,4	2,0
» 1000 » 2000 »	0,9	1,3	1,7
» 2000	0,8	1,2	1,6

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

3.3. Значение максимальной относительной поправки на нелинейность отсчетной шкалы гравиметра должно быть не более 0,5 % значения верхнего предела измерений гравиметра без перестройки диапазона.

Максимальную относительную поправку на нелинейность отсчетной шкалы гравиметра v в процентах вычисляют по формуле

$$v = N \cdot S_{max} \cdot 100, \qquad (2)$$

где N — нелинейность отсчетной шкалы гравиметра, единица на деление отсчетной шкалы;

S_{max} — значение верхнего предела шкалы отсчетного устройства в делениях отсчетной шкалы.

3.4. Расстояние между штрихами окулярной шкалы должно быть в пределах 0,1—0,2 мм.

3.3, 3.4. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

3.5. Для нетермостатированных гравиметров значение модуля экстремального температурного коэффициента в области рабочих температур должно быть не более:

0,2 мГал/°С — для гравиметров класса А;

0,3 мГал/°С » » » В;

0,5 мГал/°С » » » С.

3.6. Для нетермостатированных гравиметров значение температурного гистерезиса не должно быть более 3 мГал для гравиметров классов А и В и 6 мГал – для гравиметров класса С.

3.5, 3.6. **(Измененная редакция, Изм. № 3).**

3.7. Область рабочих температур нетермостатированных гравиметров должна быть по абсолютному значению не менее 30 °С и находиться в диапазоне температур от минус 25 до плюс 40 °С.

Область рабочих температур термостатированных гравиметров должна находиться в диапазоне температур от минус 25 до плюс 40 °С.

3.8. Гравиметры должны быть тепло-, холодо- и влагоустойчивыми, то есть удовлетворять требованию п. 2.1 в области рабочих температур и при относительной влажности 90 %.

3.9. Гравиметры должны быть вибропрочными, то есть после воздействия вибрации с пиковым ускорением 10 м/с² при частотах, изменяющихся от 10 до 70 Гц в течение 14 ч, должны удовлетворять требованию п. 2.1 в области рабочих температур; значение модуля экстремального температурного коэффициента и значение температурного гистерезиса должны соответствовать указанным в пп. 3.5 и 3.6.

3.10 Гравиметры должны быть ударопрочными, то есть сохранять свои показания с погрешностью, не превышающей значения ε (см. формулу (1)) после ударного воздействия, осуществляемого предварительным наклоном гравиметра, при котором одну из ножек поднимают на 3 см, и последующим свободным опусканием гравиметра в исходном положение.

3.11. Гравиметры должны быть тепло-, холодо- и влагопрочными, то есть после воздействия температур минус 40 и плюс 50 °С при относительной влажности 95 % значение модуля экстремального температурного коэффициента и значение температурного гистерезиса должны соответствовать указанным в пп. 3.5 и 3.6.

3.12. После транспортирования гравиметров в транспортной таре по проселочным и булыжным дорогам на автомобиле значение модуля экстремального температурного коэффициента и значение температурного гистерезиса должны соответствовать указанным в пп. 3.5 и 3.6.

3.13. Влияние постоянного внешнего магнитного поля напряженностью 40 А/м на гравиметры с системой М не должно вызывать изменения показаний более чем на 0,02 мГал.

3.12, 3.13. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

3.14. Средняя наработка до отказа должна быть не менее 1000 ч.

3.15. Установленная безотказная наработка должна быть не менее 200 ч.

Отказом для гравиметра следует считать поломку чувствительной системы или микрометрического компенсационного устройства.

3.14, 3.15. **(Измененная редакция, Изм. № 1).**

3.16. **(Исключен, Изм. № 1).**

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. При изготовлении гравиметров следует соблюдать правила техники безопасности, соответствующие данному виду работ, а при эксплуатации руководствоваться «Правилами техники безопасности при геологоразведочных работах», утвержденными Госгортехнадзором СССР и Министерством геологии СССР.

4.2. Конструкция гравиметра должна обеспечивать сохранность параметров используемых источников излучения.

4.3. В гравиметре уровни ионизирующих излучений на поверхности прибора не должны превышать уровня естественного фона излучения.

4.4. Вышедший из строя гравиметр, содержащий источник излучения, следует немедленно доставить в специально оборудованную лабораторию, если поломка сопровождается разгерметизацией корпуса.

Вскрывать корпус кварцевой системы с источником излучения запрещается.

5. КОМПЛЕКТНОСТЬ

5.1. В комплект гравиметра должны входить:

футляр для транспортирования;

комплект запасных частей, инструмента, сменных частей и принадлежностей;

ящик для комплектующих изделий.

К комплекту прилагается следующая эксплуатационная документация по ГОСТ 2.601:

техническое описание и инструкция по эксплуатации;

паспорт;

ведомость ЗИП.

(Измененная редакция, Изм. № 3).

6. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

6.1. Для проверки соответствия гравиметров требованиям настоящего стандарта следует проводить приемо-сдаточные, периодические, государственные контрольные испытания по ГОСТ 8.001 и ГОСТ 8.383 и испытания на надежность.

(Измененная редакция, Изм. № 3).

6.2. Приемо-сдаточным испытаниям должен быть подвергнут каждый гравиметр на соответствие требованиям, указанным в табл. 5.

Таблица 5

Вид проверки	Номер пункта		Обязательность проведения проверки при испытаниях	
	основных параметров и технических требований	методов испытаний	приемо-сдаточных	периодических
1. Испытание на радиационную безопасность	4.3	7.2	+	+
2. Определение температурного коэффициента цены деления	—	7.3	+	+
3. Определение среднего квадратического значения относительной погрешности цены деления отсчетной шкалы	3.2	7.4	+	+
4. Определение максимальной относительной поправки за нелинейность отсчетной шкалы	3.3	7.4	+	+
5. Определение верхнего предела измерений без перестройки диапазона	Табл. 3, п. 1	7.5	+	+
6. Определение верхнего предела измерений с перестройкой диапазона	Табл. 3, п. 2	7.6	+	+
7. Определение погрешности гравиметра	2.1	7.7	+	+
8. Определение смещения нуль-пункта	Табл. 3, п. 4	7.8	+	+
9. Определение расстояния между штрихами окулярной шкалы	3.4	7.9	—	+
10. Определение чувствительности	Табл. 3, п. 5	7.10	+	+
11. Определение длительности переходного процесса	Табл. 3, п. 3	7.11	+	+
12. Определение модуля экстремального температурного коэффициента и температурного гистерезиса нетермостатированных гравиметров	3.5, 3.6	7.12	+	+
13. Проверка работоспособности в рабочем диапазоне температур	3.7, 3.8	7.13	—	+
14. Определение барометрического коэффициента	Табл. 3, п. 6	7.14	—	+
15. Испытание на вибропрочность	3.9	7.15	—	+
16. Испытание на ударопрочность	3.10	7.16	+	+
17. Испытание на тепло-, холодо- и влагопрочность	3.11	7.17	—	+
18. Испытание на прочность при транспортировании	3.12	7.18	—	+
19. Определение влияния внешнего магнитного поля на показания гравиметра с металлической системой	3.13	7.19	—	+
20. Определение массы	Табл. 3, п. 7	7.20	—	+
21. Контроль средней наработки до отказа	3.14	7.21	—	+
22. Контроль установленной безотказной наработки	3.15	7.21	—	+

Примечание. Знак (+) — испытание проводят, знак (—) — испытания не проводят.

На гравиметры, прошедшие приемо-сдаточные испытания и принятые ОТК предприятия-изготовителя, должно быть нанесено клеймо или навешена пломба ОТК.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 2, 3).

6.3. Периодические испытания следует проводить не реже одного раза в 3 года.

Испытаниям следует подвергать не менее двух гравиметров, прошедших приемо-сдаточные испытания.

Периодические испытания следует проводить в объеме, указанном в табл. 5.

Если при испытаниях будет обнаружено несоответствие гравиметров хотя бы одному из требований настоящего стандарта, гравиметры следует предъявлять на повторные испытания. Повторные испытания следует проводить на удвоенном числе гравиметров по пунктам несоответствия и пунктам, по которым испытания не проводились.

Результаты повторных испытаний являются окончательными.

Результаты периодических испытаний должны быть оформлены протоколом.

При отрицательных результатах испытаний к протоколу должен быть приложен перечень дефектов с анализом их причин и указанием мер, принятых по устранению дефектов.

(Измененная редакция, Изм. № 3).

7. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

7.1. Аппаратура и оборудование

7.1.1. На аппаратуру и оборудование, используемые при испытаниях, должны быть свидетельства о поверке или аттестации.

Порядок проведения поверки и аттестации контрольно-измерительных приборов, испытательного и вспомогательного оборудования — по ГОСТ 8.002 и ГОСТ 24555*.

При испытаниях используют аппаратуру и оборудование, приведенные ниже.

7.1.2. Установка для определения цены деления отсчетной шкалы гравиметра методом наклона. Случайная погрешность измерения угла наклона — не более 2".

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

7.1.3. Вибрационный стенд, создающий ускорения с пиковым значением не менее 30 м/с^2 в диапазоне частот 5—100 Гц при нагрузке не менее 50 Н. Уровень напряженности магнитного поля, создаваемого стендом в месте установки гравиметра, должен быть не более 40 А/м.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.1.4. Наручные механические часы по ГОСТ 10733; средний суточный ход при температуре (20±5) °С по отставанию и опережению должен быть не более 30 с.

7.1.5. Камера тепла; диапазон температур (25±10) °С — 50 °С.

7.1.6. Камеры холода с диапазоном температур, соответственно: от плюс (25±10) °С до минус (20±10) °С и от минус (20±10) °С до минус 50 °С.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.1.7. Барокамера; полезный объем камеры должен быть не менее 0,05 м^3, диапазон давлений ($5{,}3 \cdot 10^4$ — $10 \cdot 10^4$) Па (400—760 мм рт. ст.).

7.1.8. Кольца Гельмгольца; диаметр 70—80 см, напряженность создаваемого магнитного поля не менее 150 А/м.

7.1.9. Весы для статического взвешивания по ГОСТ 29329; верхний предел взвешивания - 20 кг, погрешность взвешивания — не более ±0,1 кг.

7.1.10. Бетонная тумба, кронштейн или другое неподвижное основание, обеспечивающее размещение на них гравиметров или установки для определения цены деления гравиметра методом наклона. Уровень механических помех на тумбе не должен вызывать движение отсчетного индекса гравиметра более чем на ±2 деления окулярной шкалы от среднего положения, а также не должен вызывать высокочастотную вибрацию отсчетного индекса, при которой его светлая средняя часть расширяется более чем на одно деление окулярной шкалы.

7.1.11. Гравиметрическая станция на базе автомобиля.

7.1.12. Гравиметрический полигон, имеющий не менее трех пунктов с известными значениями разностей ускорений силы тяжести между ними и с допускаемыми средними квадратическими значениями погрешностей этих разностей, не превышающих значений, указанных в табл. 6.

---

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 8.568—97.

Таблица 6

Значение верхнего предела измерений гравиметра без перестройки диапазона d, мГал	Допускаемое среднее квадратическое значение погрешности разности ускорений силы тяжести на пунктах полигона ε, мГал, для гравиметра класса	
	А	В и С
От 80 до 100 включ.	0,01	0,02
Св. 100 » 250 »	0,01	0,03
250 » 350 »	0,02	0,04
350 » 500 »	0,03	0,05
500 » 700 »	0,04	0,06
700 » 1000 »	0,05	0,07
1000 » 1500 »	0,06	0,08
1500 » 2000 »	0,08	0,09
2000 » 3000 »	0,10	0,10

7.1.13. Источники питания — аккумуляторы номинальным напряжением 3, 6, 12 или 24 В, емкостью не менее 10 А · ч.

7.1.9—7.1.13. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

7.1.14. Инструментальный микроскоп; погрешность измерения линейных размеров не более 0,001 мм.

7.1.15. Дозиметр для измерения мощности дозы излучения. Диапазон измерения мощности дозы излучения ($3{,}4 \cdot 10^{-10}$ — $85 \cdot 10^{-8}$) Гр/с, (0,04—100) мкр/с.

При проведении испытаний все вычисления следует проводить с относительной точностью, равной относительной точности исходных данных.

7.2. Испытание на радиационную безопасность (п. 4.3).

Испытание на радиационную безопасность предназначено для установления уровня ионизирующего излучения с поверхности полностью изготовленного и предназначенного для эксплуатации гравиметра.

Измерения следует проводить дозиметром.

7.2.1. *Проведение испытания*

Последовательно устанавливают датчик излучения дозиметра в шести точках, равномерно расположенных на сфере радиусом 1 м, в центре которой расположен собранный гравиметр, и каждый раз измеряют дозы излучения.

Максимальное значение измеренной мощности дозы излучения не должно превышать уровня естественного фона излучения, присущего данной местности.

7.3. Определение температурного коэффициента цены деления

Измерения следует проводить на установке для проверки гравиметров методом наклона.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.3.1. *Подготовка к испытанию*

7.3.1.1. Гравиметр устанавливают на установку в рабочем положении и совмещают отсчетный индекс с отсчетным штрихом окулярной шкалы.

Примечание. Гравиметр находится в рабочем положении, если он настроен на минимум чувствительности к наклону и установлен в положении, при котором пузырьки уровней находятся на середине шкалы ампулы уровня.

7.3.2. *Проведение испытания*

Цену деления C_y (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы) определяют в соответствии с методикой, изложенной в приложении настоящего стандарта. Определения проводят не менее чем при трех различных температурах $(t_i^\circ \pm 1{,}5)$ °С, где $i = 1, 2, 3$, причем значения t_i° должны отличаться друг от друга не менее чем на 10 °С.

Изменение внутренней температуры гравиметра достигают выдержкой его в камерах тепла или холода.

Объем испытаний на установке при каждой температуре t_i° должен обеспечивать получение такого числа k независимых значений цены деления C_{ij} (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы), где j = 1, 2, 3, .., k, чтобы среднее квадратическое значение относительной погрешности среднего значения цены деления C_i не превышало значения, указанного в табл. 4; при этом число k независимых значений цены деления C_{ij} должно быть не менее 15.

Среднее квадратическое значение относительной погрешности среднего значения цены деления (ε_{Ci}) вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{Ci} = \frac{1}{C_i}\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{k}(C_{ij} - C_i)^2}{k(k-1)}}, \qquad (3)$$

где C_i — средние значения цены деления, соответствующие температурам t_i°, определенные на установке для определения цены деления методом наклона.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.3.3. *Обработка результатов*

7.3.3.1. Средние значения цены деления, вычисленные для каждой температуры t_i°, наносят на график и проводят прямую линию, наименее уклоняющуюся от совокупности полученных точек (например, по методу наименьших квадратов).

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.3.3.2. Значение температурного коэффициента цены деления K_C (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы и на градус Цельсия) вычисляют по формуле

$$K_C = \frac{C_1 - C_2}{t_1^\circ - t_2^\circ}, \qquad (4)$$

где t_1° и t_2° — соответственно максимальное и минимальное значения температур, выбираемые из совокупности t_i°, °С;

C_1 и C_2 — определяемые на графике значения цены деления (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы), соответствующие температурам t_1° и t_2°.

Значение температурного коэффициента цены деления используют при последующих испытаниях, если

$$|K_C| > \frac{\varepsilon_{C_1} + \varepsilon_{C_2}}{t_1^\circ - t_2^\circ}(C_1 + C_2), \qquad (5)$$

где ε_{C_1}, ε_{C_2} — средние квадратические значения относительной погрешности цены деления отсчетной шкалы при максимальном и минимальном значениях температур t_1° и t_2° соответственно.

Если $|K_C| \le \frac{\varepsilon_{C_1} + \varepsilon_{C_2}}{t_1^\circ - t_2^\circ}(C_1 + C_2)$, (6)

то значение температурного коэффициента цены деления K_C считают равным нулю и при последующих испытаниях не используют.

7.4. Определение среднего квадратического значения относи-

тельной погрешности цены деления отсчетной шкалы и максимальной относительной поправки на нелинейность отсчетной шкалы

Измерения следует проводить на гравиметрическом полигоне (далее — полигоне) или на установке для определения цены деления методом наклона. Рекомендуемая методика для определения цены деления методом наклона приведена в приложении.

7.3.3.2, 7.4 **(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).**

7.4.1. *Подготовка к испытанию на полигоне*

7.4.1.1. Испытания на полигоне проводят, как указано ниже.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.4.1.2. Не менее чем за 24 ч до начала испытаний гравиметр устанавливают в рабочем положении в неотапливаемом, защищенном от осадков помещении, температура в котором отличается от температуры наружного воздуха не более чем на 5 °С.

Термостатированные гравиметры не менее чем за 36 ч до начала испытаний должны быть подключены к источникам питания.

(Измененная редакция, Изм. № 3).

7.4.2. *Проведение испытания на полигоне*

7.4.2.1. Испытания следует начинать и заканчивать на одном и том же исходном пункте.

При испытаниях снимают отсчеты гравиметра на пунктах полигона. При взятии отсчета совмещение отсчетного индекса с отсчетным штрихом должно заканчиваться вращением ручки измерительного устройства по часовой стрелке.

7.4.2.2. На каждом пункте полигона j (где $j = 1, 2, 3, \ldots$ — порядковый номер пункта полигона) после успокоения чувствительной системы должно быть снято не менее трех отсчетов $S_j^{'}$ и вычислено их среднее арифметическое значение S_j.

7.4.2.3. Испытания по пп. 7.4.2.1 и 7.4.2.2 следует повторять не менее чем в шести рейсах с общим числом измерений не менее 50. Испытания следует проводить так, чтобы не менее четвертой части всех измеряемых разностей ускорений силы тяжести были бы не менее $0{,}9d$ (d — см. п. 2.1).

В случае, если максимальная разность ускорений силы тяжести на полигоне меньше $0{,}9d$, то испытание следует проводить с перестройкой диапазона измерений так, чтобы выполнялось по три рейса на двух перекрывающихся участках отсчетного устройства, в сумме охватывающих интервал не менее $0{,}9d$.

7.4.3. *Обработка результатов*

7.4.3.1. По специальным ежегодно издаваемым графикам поправок за приливные изменения силы тяжести устанавливают необходимость этой поправки. Для этого соединяют прямой линией точки на кривой лунно-солнечной вариации, соответствующие времени последовательных наблюдений на исходном пункте. Если в каких-либо точках внутри интервала времени между этими наблюдениями кривая вариаций отличается от указанной прямой менее чем на 0,03 мГал, то в значения отсчетов S_j значения поправок не входят, в остальных случаях вводят значения поправок за лунно-солнечные вариации ускорения силы тяжести $(\Delta S_{л-с})_j$ в делениях отсчетной шкалы по формулам:

$$(\Delta S_{л-с})_j = \frac{(\Delta g_{л-с})_j}{\tilde{C}}, \tag{7}$$

$$(S_j) = S_j + (\Delta S_{л-с})_j, \tag{8}$$

где $(\Delta g_{л-с})_j$ — значение поправки за лунно-солнечные вариации ускорения силы тяжести, мГал;

(S_j) — значение отсчета с учетом поправки за лунно-солнечные вариации ускорения силы тяжести в делениях отсчетной шкалы;

$\tilde{C}$ — приближенное значение цены деления (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы), вычисленное по формуле

$$\widetilde{C} \approx \frac{\Delta g}{\Delta S}, \qquad (9)$$

где Δg — значение разности ускорений силы тяжести между двумя пунктами, мГал;

ΔS — разность отсчетов на тех же двух пунктах полигона в одном и том же рейсе в делениях отсчетной шкалы.

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

7.4.3.2. Вычисляют значение поправки за смещение нуль-пункта $(\Delta S_{нп})_j$ в делениях отсчетной шкалы по формуле

$$(\Delta S_{нп})_j = \frac{(S)_{01} - (S)_1^f}{(t_1^{(f)} - t_1^{(0)})} \cdot (t_j - t_1^{(0)}), \qquad (10)$$

где $(S)_{01}$, $(S)_1^f$ — последовательные значения отсчетов по гравиметру на одном и том же исходном пункте полигона (начальный и конечный отсчеты соответственно) с учетом поправки за лунно-солнечные вариации ускорения силы тяжести в делениях отсчетной шкалы;

$(t_1^{(f)} - t_1^{(0)})$ — значение интервала времени между конечным и начальным измерениями на исходном пункте, мин;

$(t_j - t_1^{(0)})$ — значение интервала времени между измерениями на j-м и исходном пунктах, мин.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.4.3.3. Вычисляют значение отсчета $\overline{S}_j$ в делениях отсчетной шкалы с учетом поправки за смещение нуль-пункта по формуле

$$\overline{S}_j = (S_j) + (\Delta S_{нп})_j. \qquad (11)$$

7.4.3.4. Вычисляют значение цены деления C_j (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы) для каждого отсчета S_j по формуле

$$C_j = \frac{\overline{\Delta g}_{j1}}{\overline{S}_j - S_{01}}, \qquad (12)$$

где $\overline{\Delta g}_{j1}$ — известное значение разности ускорений силы тяжести между j-м и первым пунктами, мГал;

S_{01} — значение начального отсчета на исходном пункте в делениях отсчетной шкалы.

7.4.3.5. Вычисляют значения цены деления $\overline{C}_j$ (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы) с учетом поправки за влияние температуры по формуле

$$\overline{C}_j = C_j - K_C (t_j^\circ - t_0^\circ), \qquad (13)$$

где K_C — значение температурного коэффициента цены деления (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы и на градус Цельсия), вычисленное по формуле (4),

t_j° — значение внутренней температуры гравиметра, при которой было определено значение цены деления C_j, °С;

t_0° — значение внутренней температуры гравиметра в начале 1-го рейса, °С.

7.4.3.6. Строят график зависимости значения цены деления (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы) от значения

$$\frac{\overline{S}_j + S_{01}}{2},$$

где $\overline{S}_j$ и S_{01} — значения отсчетов гравиметра в делениях отсчетной шкалы, используемые для вычисления значения $\overline{C}_j$ по формуле (12).

Примечание. При построении графика используют все значения цены деления $\overline{C}_j$

Через совокупность точек, нанесенных на график, проводят прямую линию, положение которой определяют по методу наименьших квадратов.

Снимают с графика значения цены деления $C^{(0)}$ и $C^{(f)}$, соответствующие начальному и конечному значениям отсчетной шкалы $S^{(0)}$ и $S^{(f)}$ и вычисляют разность ускорений силы тяжести Δg, мГал, по формуле

$$\Delta g = \frac{1}{6}(C^{(f)} - C^{(0)})\,(S^{(f)} - S^{(0)}). \qquad (14)$$

7.4.3.4—7.4.3.6. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

7.4.3.7. Если значение Δg, вычисленное по формуле (14), не превышает значение ε, вычисленное по формуле (1), то вычисляют: значение цены деления C (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы) и среднее квадратическое значение относительной погрешности определения цены деления ε_c по формулам:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{m_i} C_{ij}\,\overline{\Delta g_{j1}}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{m_i}\overline{\Delta g}_{j1}}, \qquad (15)$$

$$\varepsilon_C = \frac{1}{C}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{m_i}(\overline{C}_{ij} - C)^2}{M(M-1)}}, \qquad (16)$$

где $\overline{C}_{ij}$ — значение цены деления $\overline{C}_j$ для i-го рейса (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы), вычисленное по формуле (13);

$\overline{\Delta g_{j1}}$ — известное значение разности ускорений силы тяжести в i-м рейсе, мГал, между j-м и первым пунктами;

n — число рейсов;

m_i — число пунктов на полигоне, на которых проводились измерения в i-м рейсе;

C — значение цены деления (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы), вычисленное по формуле (15);

M — число значений цены деления C_{ij}.

Среднее квадратическое значение относительной погрешности цены деления отсчетной шкалы ε_c не должно превышать значения, указанного в табл. 4.

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

7.4.3.8. Если значение Δg, вычисленное по формуле (14), превышает значение ε, вычисленное по формуле (1), то

1) для каждого i-го рейса вычисляют значения сумм:

$$B_i = \sum_{j=2}^{m_i} (S_j - S_1)^2 \qquad (16а)$$

$$D_i = \sum_{j=2}^{m_i} (\bar{S}_j^2 - S_1^2)^2 \qquad (16б)$$

$$F_i = \sum_{j=2}^{m_i} (S_j - S_1) \cdot (\bar{S}_j^2 - S_1^2) \qquad (16в)$$

$$K_i = \sum_{j=2}^{m_i} \overline{\Delta g}_{j1} (\bar{S}_j - S_1) \qquad (16г)$$

$$L_i = \sum_{j=2}^{m_i} \overline{\Delta g}_{j1} (\bar{S}_j^2 - S_1^2), \qquad (16д)$$

где $\bar{S}_j$ — значение исправленного отсчета в j-м пункте в делениях отсчетной шкалы;

S_1 — значение начального отсчета в 1-м пункте в делениях отсчетной шкалы;

$\overline{\Delta g}_{j1}$ — известное значение разности ускорений силы тяжести между j-м и первым пунктами, мГал;

m_i — число пунктов на полигоне, на которых проводились измерения в i-м рейсе;

j — номер пункта на полигоне;

2) вычисляют суммы по всем рейсам:

$$B = \sum_{i=1}^{n} B_i \qquad (16е)$$

$$D = \sum_{i=1}^{n} D_i \qquad (16ж)$$

$$F = \sum_{i=1}^{n} F_i \qquad (16з)$$

$$K = \sum_{i=1}^{n} K_i \qquad (16и)$$

$$L = \sum_{i=1}^{n} L_i, \qquad (16к)$$

где n — число рейсов;

3) вычисляют значение цены деления C (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы):

$$C = \frac{FL - DK}{F^2 - DB}; \qquad (17)$$

4) вычисляют значение нелинейности отсчетной шкалы N (единица на деление отсчетной шкалы):

$$N = \frac{FK - BL}{FL - DK}; \tag{18}$$

5) вычисляют сумму квадратов отклонений расчетных значений разности ускорений силы тяжести от известных (R)

$$R = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=2}^{m_i} (\hat{\Delta g}_{ij1} - \overline{\Delta g}_{ij1})^2. \tag{19}$$

Значение $\hat{\Delta g}_{ij1}$ определяют по формуле

$$\hat{\Delta g}_{ij1} = C\left[(\overline{S}_{ij} + N\overline{S}_{ij}^2) - (S_{i1} + NS_{i1}^2)\right], \tag{20}$$

где $\overline{\Delta g}_{ij1}$ — разность значений ускорений силы тяжести между первым и j-м пунктами с номером рейса i;

6) вычисляют среднее квадратическое значение относительной погрешности цены деления гравиметра (ε_C)

$$\varepsilon_C = \frac{1}{C}\sqrt{\frac{R}{q'(q'-2)}\,\frac{D}{BD - F^2}}, \tag{21}$$

$$q' = \sum_{i=1}^{n} (m_i - 1). \tag{21а}$$

Значение ε_C не должно превышать значения, приведенного в табл. 4.

Значение максимальной относительной поправки на нелинейность отсчетной шкалы ν, вычисленное по формуле (2), не должно превышать 0,5 % значения верхнего предела измерений без перестройки диапазона.

Если значение максимальной относительной поправки на нелинейность отсчетной шкалы ν не превышает допустимое значение, то для любого измерения вычисляют поправки на нелинейность отсчетной шкалы ΔS_{nj} в делениях отсчетной шкалы по формуле

$$\Delta S_{nj} = N \cdot S_j^2, \tag{22}$$

где S_j — значение отсчета в j-м пункте в делениях отсчетной шкалы;

N — нелинейность отсчетной шкалы гравиметра, единица на деление отсчетной шкалы, вычисленная по формуле (18).

В отдельных случаях способ определения, порядок операций и способ вычисления нелинейности могут быть определены особо.

Целесообразность применения особого способа определения нелинейности отсчетной шкалы устанавливается следующим приемом.

При построении графика через совокупность точек, кроме прямой линии, проводят кривую (например второго порядка), которая по визуальной оценке более точно аппроксимирует эту совокупность точек.

Если значение площади какой-либо одной из фигур, ограниченной прямой и кривой линиями и расположенной между двумя соседними точками их пересечения, превышает значение ε, вычисленное по формуле (1), то целесообразно применять особый способ вычисления нелинейности. При этом концы прямой и кривой линий, соответствующие началу и концу отсчетной шкалы гравиметра, изображенной на горизонтальной оси графика, также считаются точками пересечения этих прямой и

кривой линий, а площадь фигуры определяется в соответствии с масштабом вертикальной и горизонтальной осей графика в м/с².

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.5. Определение верхнего предела измерений без перестройки диапазона (табл. 3, п. 1).

7.5.1. *Проведение испытания*

Поставить последовательно отсчетное устройство в крайние положения (крайние отсчеты на отсчетном устройстве), каждый раз выводя отсчетный индекс в поле зрения с помощью диапазонного устройства и проверяя работоспособность отсчетного устройства, то есть проверяя, движется ли отсчетный индекс по окулярной шкале при вращении микровинта отсчетного устройства. Если индекс не движется, то смещая постепенно микровинт к противоположному концу, находят такое крайнее его положение, при котором отсчетное устройство становится работоспособным.

7.5.2. *Обработка результатов*

Значение верхнего предела измерений без перестройки диапазона d, мГал, вычисляют по формуле

$$d = \tilde{C}\,(S_1 - S_2), \tag{23}$$

где S_1 и S_2 — соответственно наибольшее и наименьшее значения отсчетов, при которых гравиметр работоспособен, в делениях отсчетной шкалы;

$\tilde{C}$ — см. формулу (9).

Полученное значение верхнего предела измерений без перестройки диапазона должно быть не менее значения, указанного в табл. 3.

7.6. Определение верхнего предела измерений с перестройкой диапазона (табл. 3, п. 2).

Измерения следует проводить на установке для определения цены деления методом наклона.

7.5.2, 7.6. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

7.6.1. *Подготовка к испытанию*

Гравиметр устанавливают на установку в рабочем положении и совмещают отсчетный индекс с отсчетным штрихом окулярной шкалы.

7.6.2. *Проведение испытания*

Поворачивают винт диапазонного устройства на один оборот, смещая отсчетный индекс в сторону, соответствующую увеличению силы тяжести. Наклоняют установку на угол α_1 в радианах, при котором отсчетный индекс возвращается в исходное положение.

Затем наклоняют установку на такой угол α_2 в радианах, отрицательный по отношению к углу α_1, при котором отсчетный индекс также занимает исходное положение.

7.6.3. *Обработка результатов*

Значение верхнего предела измерений с перестройкой диапазона D', мГал, вычисляют по формуле

$$D' = 5 \cdot 10^5 \cdot B' \alpha^2 \tag{24}$$

где B' — значение верхней границы отсчетной шкалы диапазонного устройства в оборотах;

α — значение среднего угла наклона, равное $\frac{|\alpha_1| + |\alpha_2|}{2}$, в радианах.

Примечание. Для широкодиапазонных гравиметров допускается определять значение верхнего предела измерений с перестройкой диапазона следующим образом

Снимают отсчет S_1 в делениях отсчетной шкалы.

Поворачивают винт диапазонного устройства на часть оборота, равную $1/A$, где A — любое цело число.

Снимают новый отсчет S_2 в делениях отсчетной шкалы.

Значение верхнего предела измерений с перестройкой диапазона D', мГал, вычисляют по формуле

$$D' = B' A \tilde{C} (S_2 - S_1), \tag{25}$$

где B' — значение верхней границы диапазонного устройства в оборотах;

$\tilde{C}$ — см. формулу (9).

Полученное значение верхнего предела измерений с перестройкой диапазона должно быть не менее значения, указанного в табл. 3.

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

7.7. Определение погрешности гравиметра (п. 2.1).

Измерения следует проводить на полигоне.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.7.1. *Подготовка к испытанию*

Подготовку гравиметра к испытаниям проводят в соответствии с п. 7.4.1.

7.7.2. *Проведение испытания*

Испытания проводят в соответствии с п. 7.4.2. При этом интервал времени между начальными и конечными измерениями на исходном пункте, по которым линейно во времени определяют смещение нуль-пункта (рейс), должен быть не менее 4 ч для гравиметров типов ГНУ и ГНК (в узком диапазоне) и не менее 8 ч — для гравиметров типов ГНШ и ГНК (в широком диапазоне).

Примечания:

1. Если диапазон широкодиапазонного или узкодиапазонного гравиметров превышает диапазон полигона, то допускается, предварительно определив цену деления гравиметра на установке для определения цены деления методом наклона, проводить испытания этих гравиметров на узкодиапазонных полигонах. При этом испытания проводят на трех участках отсчетного устройства, используя перестройку диапазона измерений так, чтобы разница между максимальными отсчетами, полученными при испытаниях, была не менее 0,9 *d*.

2. При испытаниях широкодиапазонных гравиметров допускается сокращать интервал времени между начальным и конечным измерениями на исходном пункте до 6 ч, при этом значение погрешности гравиметра (ε_2), мГал, не должно превышать значения, вычисленного по формуле

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \frac{2+T}{10}, \tag{26}$$

где ε_1 — значение погрешности гравиметра, мГал, вычисленное по формуле (33);

T — интервал времени между начальным и конечным измерениями на исходном пункте, ч.

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

7.7.3. *Обработка результатов*

7.7.3.1. Вычисляют:

значение поправки за лунно-солнечные вариации ускорения силы тяжести $(\Delta S_{л-с})_j$ в соответствии с п. 7.4.3.1;

значение поправки за смещение нуль-пункта $(\Delta S_{нп})_j$ в соответствии с п. 7.4.3.2;

исправленные значения отсчетов $\overline{S}_j$ в соответствии с п. 7.4.3.3.

7.7.3.2. Для гравиметров с линейной отсчетной шкалой вычисляют значения относительных изменений ускорения силы тяжести между j-м и первым пунктами Δg_{j1}, мГал, по формуле

$$\Delta g_{j1} = \left[C + K_C (t^\circ - t_0^\circ)\right](\overline{S}_j - \overline{S}_1), \tag{27}$$

где C — см. формулу (15);

K_C — значение температурного коэффициента цены деления (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы и на градус Цельсия), вычисленное по формуле (4);

t_0° — значение внутренней температуры гравиметра, °С, численно равное тому же самому значению t_0°, которое было использовано в формуле (13);

t° — значение внутренней температуры гравиметра во время испытаний, °С.

7.7.3.3. Для гравиметров с нелинейной отсчетной шкалой вычисляют:

значение поправки за нелинейность отсчетной шкалы $\Delta S_{нj}$ в делениях отсчетной шкалы по формуле

$$\Delta S_{нj} + N S_j^2, \tag{28}$$

значения отсчетов с учетом поправки за нелинейность отсчетной шкалы $S_{нj}$ в делениях отсчетной шкалы по формуле

$$S_{нj} = S_j + \Delta S_{нj}, \tag{29}$$

значения относительных изменений ускорения силы тяжести между j-м и первым пунктами Δg_{j1}, мГал, по формуле

$$\Delta g_{j1} = \left[C + K_C(t^\circ - t_0^\circ)\right](S_{nj} - S_{01}), \qquad (30)$$

где C_0 — см. формулу (17);

K_c, t_0°, t° — см. п. 7.7.3.2.

7.7.3.4. При испытаниях широкодиапазонных гравиметров, проводившихся в соответствии с примечанием к п. 7.7.2, значения относительных изменений ускорений силы тяжести между j-м и 1-м пунктами Δg_{j1}, мГал, вычисляют по формуле

$$\Delta g_{j1} = C(S_{nj} - S_{01}), \qquad (31)$$

где C — значение цены деления (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы).

7.7.3.5. Погрешность гравиметра ε, мГал, вычисляют по формуле

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{m_i}(\Delta g_{ij1} - \overline{\Delta g}_{j1})}{r}}, \qquad (32)$$

где Δg_{ij1} — измеренное значение разности ускорений силы тяжести между j-м и первым пунктами в i-м рейсе, мГал, определенное по формуле (27) или (30);

$\overline{\Delta g}_{j1}$ — известное значение разности ускорений силы тяжести между j-м и первым пунктами, мГал;

r — число значений Δg_{ij1}.

Примечание. При вычислении погрешности гравиметра допускается использовать результаты испытаний по п. 7.4.

7.7.3.1—7.7.3.5. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

7.7.3.6. Полученное значение погрешности гравиметра не должно превышать значения, вычисленного по формуле (1).

Примечание. Для случаев, когда максимальная разность ускорений силы тяжести на полигоне $\overline{\Delta g}_{max}$ меньше значения верхнего предела измерений без перестройки диапазона, погрешность гравиметра ε_1, мГал, не должна превышать значения, вычисленного по формуле,

$$\varepsilon_1 = 0{,}813\varepsilon\left(1 + \frac{\overline{\Delta g}_{max}}{4d}\right), \qquad (33)$$

где ε — погрешность гравиметра, мГал, вычисленная по формуле (1);

d — значение верхнего предела измерений без перестройки диапазона, мГал.

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

7.8. Определение смещения нуль-пункта (табл. 3, п. 4).

При определении смещения нуль-пункта следует использовать результаты испытаний по пп. 7.4 и 7.7, выполненные без перестройки диапазона измерений.

7.8.1. *Обработка результатов*

Значение смещения нуль-пункта a, мГал, за сутки вычисляют по формуле

$$a = \frac{24\overline{C}}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\frac{(S_{i+1} - S_i)}{\Delta t}, \qquad (34)$$

где $\overline{C}$ — см. формулу (9);

S_i — значение отсчета на некотором пункте в i-м рейсе в делениях отсчетной шкалы;

S_{i+1} — значение отсчета на том же пункте в $(i+1)$ рейсе в делениях отсчетной шкалы;

Δt — значение интервала времени между отсчетами S_i и S_{i+1}, ч;

n — число рейсов.

Полученное значение смещения нуль-пункта не должно превышать значения, указанного в табл. 3.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.9. Определение расстояния между штрихами окулярной шкалы (п. 3.4).

Определение расстояния между штрихами окулярной шкалы следует осуществлять в процессе изготовления окуляра на инструментальном микроскопе.

7.9.1. *Подготовка к испытанию*

Снимают окуляр с гравиметра, разбирают его, вынимают окулярную шкалу и устанавливают ее на предметной шкале инструментального микроскопа.

7.9.2. *Проведение испытания*

Не менее трех раз измеряют расстояние l_i между соседними штрихами окулярной шкалы с точностью ±0,005 мм.

7.9.3. *Обработка результатов*

Расстояние между штрихами окулярной шкалы l, мм, вычисляют по формуле

$$l = \frac{\sum_{i=1}^{z} l_i}{z}, \tag{35}$$

где z — общее число измерений.

Значение расстояния между штрихами окулярной шкалы не должно превышать значения, указанного в п. 3.4.

7.9.2, 7.9.3. **(Измененная редакция, Изм. № 2).**

7.10. Определение чувствительности (табл. 3, п. 5).

Измерения следует проводить на бетонной тумбе.

7.10.1. *Подготовка к испытанию*

Гравиметр устанавливают на бетонную тумбу в рабочем положении.

7.10.2. *Проведение испытания*

С помощью измерительного устройства последовательно троекратно совмещают отсчетный индекс гравиметра с каждым из двух ближайших штрихов окулярной шкалы, расположенных справа и слева от рабочего отсчетного штриха и снимают соответствующие отсчеты S_{1i} и S_{2i}, где $i = 1, 2, 3$.

7.10.3. *Обработка результатов*

7.10.3.1. Для каждых трех отсчетов вычисляют средние отсчеты $\bar{S}_1$ и $\bar{S}_2$ в делениях отсчетной шкалы по формулам:

$$S_1 = \frac{\sum_{i=1}^{3} S_{1i}}{3}, \tag{36}$$

$$S_2 = \frac{\sum_{i=1}^{3} S_{2i}}{3}. \tag{37}$$

7.10.3.2. Чувствительность q (деление окулярной шкалы, деленное на ускорение) вычисляют по формуле

$$q = \left| \frac{2}{\tilde{C}(\bar{S}_1 - \bar{S}_2)} \right|, \tag{38}$$

где $\tilde{C}$ — см. формулу (9).

Полученное значение чувствительности должно быть не менее значения, указанного в табл. 3.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.11. Определение длительности переходного процесса (табл. 3, п. 3).

Измерения следует проводить на вибрационном стенде.

7.11.1. *Подготовка к испытанию*

7.11.1.1. Гравиметр без арретирного устройства устанавливают и закрепляют на подвижной платформе вибрационного стенда в рабочем положении и совмещают отсчетный индекс с отсчетным штрихом окулярной шкалы.

Гравиметр с арретирным устройством устанавливают на неподвижное основание в рабочем положении и арретированном состоянии.

7.11.1.2. Гравиметр следует подвергать вибрации с частотой 20^{+2} Гц и амплитудой (0,2+0,05) мм в течение 10 мин, после чего установку выключают.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.11.2. *Проведение испытания*

7.11.2.1. Испытания для гравиметров без арретирного устройства начинают непосредственно после выключения вибрационного стенда, установив гравиметр в рабочее положение, а для гравиметров с арретирным устройством — непосредственно после дезарретирования.

В течение 20 мин снимают отсчеты по гравиметру: в течение первых 5 мин, не реже чем через каждую минуту, и далее — не реже чем через каждые 2 мин.

7.11.3. *Обработка результатов*

7.11.3.1. Изменение показаний гравиметра Δg_i, мГал, вычисляют по формуле

$$\Delta g_i = \tilde{C}(S_i - S_0), \tag{39}$$

где $\tilde{C}$ — см. формулу (9);

S_i — значение текущего отсчета в делениях отсчетной шкалы;

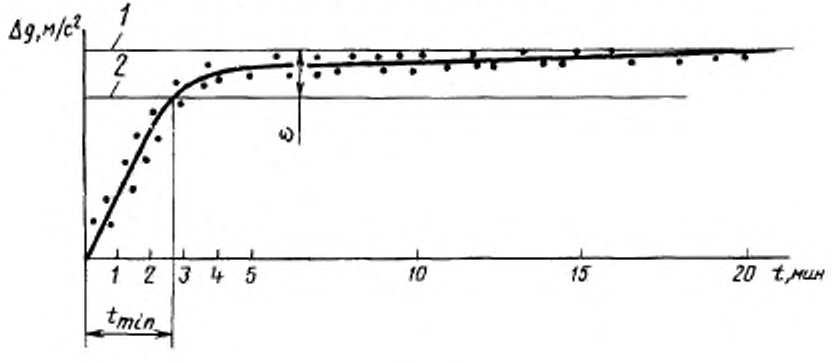
S_0 — значение начального отсчета в делениях отсчетной шкалы.

7.11.3.2. Строят график $\Delta g_i = f(t)$ согласно черт. 1, где t — время снятия отсчета, мин.

На графике проводят две линии параллельно оси абсцисс: линию *1* через точку графика, соответствующую моменту времени $t = 20$ мин; линию *2* — ниже линии *1* на значение, равное погрешности гравиметра ε. Из точки пересечения линии *2* с кривой $\Delta g_i = f(t)$ проводят параллельно оси ординат прямую, отсекающую на оси абсцисс отрезок, соответствующий длительности переходного процесса t_{min}.

Полученное значение длительности переходного процесса не должно превышать значения, указанного в табл. 3.

Определение длительности переходного процесса



Черт. 1

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.12. Определение модуля экстремального температурного коэффициента и температурного гистерезиса нетермостатированных гравиметров (пп. 3.5, 3.6).

Измерения следует проводить в камерах тепла и холода.

7.12.1. *Подготовка к испытанию*

7.12.1.1. Гравиметр устанавливают в камере тепла в рабочем положении.

7.12.1.2. Задают режим изменения температуры в камере, который обеспечивает скорость изменения температуры внутри гравиметра не более 2 °С за час.

7.12.2. *Проведение испытания*

7.12.2.1. Не ранее чем через час после установки гравиметра в камере тепла и не реже одного раза в час снимают отсчеты по гравиметру и термометру, установленному в гравиметре.

7.12.2.2. В тот момент, когда температура в гравиметре превысит верхнюю границу области рабочих температур, переносят гравиметр в камеру холода и устанавливают в ней температуру так, чтобы гравиметр начал охлаждаться со скоростью не более 2 °С за час. При этом не реже одного раза в час продолжают снимать отсчеты по гравиметру и термометру.

7.12.2.3. В тот момент, когда температура внутри гравиметра будет меньше нижней границы области рабочих температур, гравиметр переносят в камеру тепла и продолжают снимать отсчеты по гравиметру и термометру не реже одного раза в час до тех пор, пока температура гравиметра будет превышать начальную не менее чем на 5 °С.

7.12.3. *Обработка результатов*

7.12.3.1. Показания гравиметра g_t, мГал, вычисляют по формуле

$$g_t = \widetilde{C} \cdot S_t , \qquad (40)$$

где $\widetilde{C}$ — см. формулу (9).

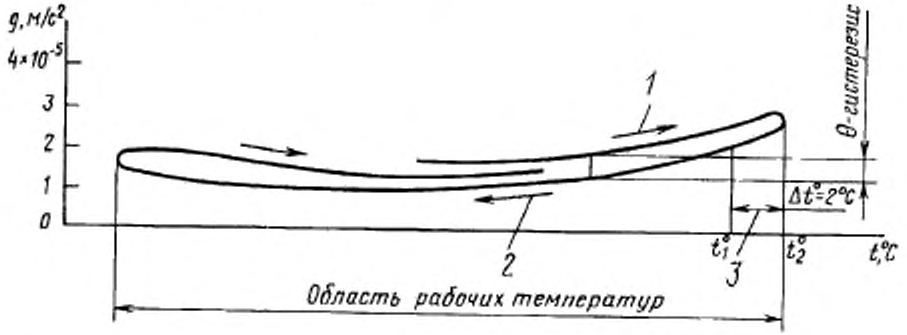
Строят график зависимости показания гравиметра от температуры, как показано на черт. 2.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.12.3.2. В области рабочих температур выбирают диапазон температур $\Delta t^\circ = 2$ °С, в котором зависимость изменения показаний гравиметра от температуры (см. черт. 2) имеет максимальную крутизну, и вычисляют экстремальное значение температурного коэффициента K_t, мГал/°С, по формуле

$$K_t = \frac{g_{t_2^\circ} - g_{t_1^\circ}}{\Delta t^\circ} , \qquad (41)$$

где $\Delta t^\circ = t_2^\circ - t_1^\circ$; $g_{t_2^\circ}$, $g_{t_1^\circ}$ показания гравиметра, соответствующие концу и началу выбранного температурного интервала.



1 — прямой ход; *2* — обратный ход; *3* — участок для определения модуля экстремального температурного коэффициента

Черт. 2

Значение модуля экстремального температурного коэффициента не должно превышать значения, указанного в п. 3.5.

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

7.12.3.3. В процессе испытаний по п. 7.12 выявляют также температурный гистерезис Θ, мГал, как модуль максимальной разности показаний $g_{\rightarrow}$ и $g_{\leftarrow}$, взятых при одной и той же температуре в прямом и обратном ходах соответственно (черт. 2):

$$\Theta = |g_{\rightarrow} - g_{\leftarrow}| \qquad (42)$$

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.13. Проверка работоспособности в рабочем диапазоне температур (пп. 3.7, 3.8).

Измерения следует проводить на полигоне.

7.13.1. *Проведение испытания*

7.13.1.1. Для нетермостатированных гравиметров испытания проводят при температурах окружающего воздуха, которые обеспечивают поддержание значений внутренней температуры гравиметра, расположенных в двух диапазонах: $\left[t^{\circ}_{\min} \div (t^{\circ}_{\min} + 5)\right]$°С и $\left[(t^{\circ}_{\max} - 5) \div t^{\circ}_{\max}\right]$°С, где $t^{\circ}_{\min}$ и $t^{\circ}_{\max}$ — соответственно значения нижней и верхней границ области рабочих температур, °С.

Испытания термостатированных гравиметров проводят при температурах окружающего воздуха, расположенных в тех же двух диапазонах. Для каждого из указанных диапазонов испытания проводят в соответствии с п. 7.7.

Примечания:

1. Испытания проводят на одном и том же полигоне в различное время года (летом, зимой) или на полигонах, расположенных в различных климатических зонах.

2. Допускается проводить испытания по п. 7.7, при этом значения температуры, указанные в п. 7.13.1.1, устанавливают и поддерживают в гравиметре в продолжении времени испытаний с помощью транспортабельных камер тепла и холода.

Полученное значение погрешности гравиметра не должно превышать значения, вычисленного по формуле (1). Для случаев, когда максимальная разность ускорений силы тяжести на полигоне Δg_{max} меньше значения верхнего предела измерений гравиметра, допускаемое значение погрешности гравиметра не должно превышать значения, вычисленного по формуле (33).

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

7.14. Определение барометрического коэффициента (табл. 3, п. 6).

Измерения следует проводить в барокамере.

7.14.1. *Подготовка к испытанию*

Устанавливают гравиметр в барокамере в рабочем положении и совмещают отсчетный индекс с отсчетным штрихом окулярной шкалы.

7.14.2. *Проведение испытания*

7.14.2.1. При открытой барокамере снимают отсчет гравиметра S_p в делениях отсчетной шкалы и измеряют атмосферное давление p, Па (мм. рт. ст.).

7.14.2.2. Закрывают барокамеру и уменьшают давление в ней до значения $p_1 = 6{,}12 \cdot 10^4$ Па (465 мм рт. ст.). Отмечают положение отсчетного индекса по окулярной шкале.

7.14.2.3. Открывают барокамеру и снимают отсчет гравиметра в делениях отсчетной шкалы при том же самом положении отсчетного индекса, которое он занимал в закрытой барокамере при значении давления в ней, равном p_1, Па (мм рт. ст.).

7.14.3. *Обработка результатов*

Вычисляют значение барометрического коэффициента b, мГал/Па; мГал/мм рт. ст., по формуле

$$b = \frac{\widetilde{C}\,(S_p - S_1)}{p - p_1}, \qquad (43)$$

где $\widetilde{C}$ — см. формулу (9).

Полученное значение барометрического коэффициента не должно превышать значения, указанного в табл. 3.

(Измененная редакция, Изм. № 2, 3).

7.15. Испытание на вибропрочность (п. 3.9)

Испытания следует проводить на вибрационном стенде.

7.15.1. *Подготовка к испытанию*

Гравиметр жестко закрепляют на подвижной платформе вибрационного стенда в рабочем положении и совмещают отсчетный индекс с отсчетным штрихом окулярной шкалы.

7.15.2. *Проведение испытания*

7.15.2.1. Гравиметр должен подвергаться вибрации с пиковым ускорением 10^{+2} м/с^2 на частотах: (10±2); (20±2); (30±2); (40±2); (50±2); (60±2); (70±2) Гц продолжительностью не менее 2 ч на каждой частоте.

7.15.2.2. После воздействия вибрации испытания проводят в соответствии с пп. 7.16, 7.12 и 7.7.

Значение модуля экстремального температурного коэффициента не должно превышать значения, указанного в п. 3.5.

Значение температурного гистерезиса не должно превышать значения, указанного в п. 3.6.

7.16. Испытания на ударопрочность (п. 3.10)

Измерения следует проводить на бетонной трубе.

7.16.1. *Подготовка к испытанию*

Гравиметр устанавливают на бетонную тумбу в рабочем положении и совмещают отсчетный индекс с отсчетным штрихом окулярной шкалы.

7.16.2. *Проведение испытания*

Снимают отсчет S_1 в делениях отсчетной шкалы. Затем наклоняют гравиметр так, чтобы он опирался на две установочные ножки, а третья была поднята над опорой на 3 см и дают гравиметру опуститься в исходное положение. Повторяют аналогичное ударное воздействие 6 раз, последовательно поднимая различные установочные ножки. После этого снимают отсчет S_2.

7.16.3. *Обработка результатов*

Изменение показаний гравиметра Δg, мГал, вычисляют по формуле

$$\Delta g = C_i (S_1 - S_2), \qquad (44)$$

где C_i — по п. 7.3.2.

Модуль полученного значения изменения показаний гравиметра не должен превышать значения ε, вычисленного по формуле (1).

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.17. Испытание на тепло-, холодо- и влагопрочность (п. 3.11).

Испытания следует проводить в камерах тепла и холода.

7.17.1. *Проведение испытания*

7.17.1.1. Устанавливают гравиметр в камеру холода, понижают температуру внутри гравиметра до минус 40 °С и выдерживают при этой температуре не менее 1 ч.

7.17.1.2. Затем устанавливают гравиметр в камеру тепла, нагревают до 50 °С и выдерживают при этой температуре не менее 1 ч при относительной влажности не менее 95 %.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.17.1.3. После выполнения операций по пп. 7.17.1.1 и 7.17.1.2 испытания проводят в соответствии с пп. 7.16 и 7.12.

Значение модуля экстремального температурного коэффициента не должно превышать значения, указанного в п. 3.5.

Значение температурного гистерезиса не должно превышать значения, указанного в п. 3.6.

7.18. Испытание на прочность при транспортировании (п. 3.12).

7.18.1. *Проведение испытания*

Испытание на прочность при транспортировании проводят непосредственным транспортированием гравиметра в транспортной таре (футляре) по булыжной или проселочной дороге на расстояние 200 км на автомобиле со скоростью 30–40 км/ч в соответствии с отраслевой нормативно-технической документацией.

После транспортирования испытания проводят в соответствии с пп. 7.16 и 7.12.

Значение модуля экстремального температурного коэффициента не должно превышать значения, указанного в п. 3.5.

Значение температурного гистерезиса не должно превышать значения, указанного в п. 3.6.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.19. Определение влияния внешнего магнитного поля на показания гравиметра с металлической чувствительной системой (п. 3.13).

Измерения должны проводиться с помощью колец Гельмгольца.

7.19.1. *Подготовка к испытанию*

Гравиметр устанавливают на бетонную тумбу в рабочем положении и совмещают отсчетный индекс с отсчетным штрихом окулярной шкалы.

Соосно с осью гравиметра устанавливают кольца Гельмгольца так, чтобы гравиметр находился внутри колец (влияние вертикальной составляющей магнитного поля).

7.19.2. *Проведение испытания*

7.19.2.1. Подключают кольца Гельмгольца к источнику питания — аккумулятору и снимают отсчет $S_{в1}$ в делениях отсчетной шкалы, изменяют полярность магнитного поля и снимают отсчет $S_{в2}$ в делениях отсчетной шкалы.

7.19.2.2. Изменяют положение оси колец Гельмгольца на горизонтальное и снимают отсчеты $S_{г1}$ и $S_{г2}$ в делениях отсчетной шкалы, соответствующие разной полярности подключения источника питания (влияние горизонтальной составляющей магнитного поля).

Поворачивают кольца Гельмгольца на 90° вокруг вертикальной оси и снимают отсчеты $S_{г3}$ и $S_{г4}$ в делениях отсчетной шкалы, соответствующие разной полярности подключения источника питания.

7.19.3. *Обработка результатов*

Влияние внешнего магнитного поля для вертикальной составляющей $\Delta g_{мв}$ и горизонтальной составляющей $\Delta g_{мг}$, мГал, вычисляют по формулам:

$$\Delta g_{мв} = \tilde{C}(S_{в1} - S_{в2}); \quad (45)$$

$$\Delta g_{мг1} = \tilde{C}(S_{г1} - S_{г2}); \quad (46)$$

$$\Delta g_{мг2} = \tilde{C}(S_{г3} - S_{г4}), \quad (47)$$

где $\tilde{C}$ — см. формулу (9).

Максимальное значение влияния внешнего магнитного поля на гравиметры с металлической упругой системой не должно превышать значения, указанного в п. 3.13.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

7.20. Определение массы (табл. 3, п. 7).

Определение массы следует проводить на весах.

Массу без футляра измеряют с погрешностью до ±0,1 кг.

Измеренное значение массы без футляра не должно превышать значения, указанного в табл. 3.

7.21. Испытания по пп. 21 и 22 табл. 5 — по приложению 7 ГОСТ 27.410 по методике, утвержденной в установленном порядке.

(Измененная редакция, Изм. № 1, 3).

7.22. **(Исключен, Изм. № 1).**

8. МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

8.1. На корпусе каждого гравиметра или табличке, прикрепленной к нему, должны быть четко и прочно нанесены:

наименование предприятия-изготовителя;

условное обозначение гравиметра по настоящему стандарту;

год выпуска;

порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;

знак Государственного реестра по ГОСТ 8.383 для гравиметров, прошедших государственные испытания; надписи: «Экспорт», «Страна-изготовитель и (или) поставщик».

8.2. Каждый гравиметр упаковывают в транспортную тару (футляр), входящую в комплект прибора. Инструмент для ремонта гравиметров и запасные части к ним укладывают в ящик для комплектующих изделий.

8.3. Гравиметры могут транспортироваться любым видом транспорта при условии обеспечения сохранности прибора в пути.

8.4. Маркировка транспортной тары (футляра) — по ГОСТ 14192. На футляре должны быть четко нанесены манипуляционные знаки, соответствующие надписям: «Хрупкое. Осторожно», «Верх», «Беречь от влаги».

Маркировка должна быть четкой и сохраняться в течение срока транспортирования и хранения гравиметров.

8.5. Гравиметры должны храниться в вертикальном положении в упаковочном ящике или футляре в помещении при температуре воздуха от 5 до 40 °С и относительной влажности воздуха до 80 %.

Воздух в помещении не должен содержать примесей агрессивных газов, вызывающих коррозию гравиметров.

Не допускается хранить металлические гравиметры в условиях воздействия дополнительных магнитный полей, напряженность которых превышает значение 60 А/м.

9. УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

9.1. Эксплуатация гравиметров конкретного типа должна быть в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

(Измененная редакция, Изм. № 3).

10. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

10.1. Изготовитель должен гарантировать соответствие гравиметров требованиям настоящего стандарта при соблюдении условий эксплуатации, хранения и транспортирования, установленных стандартом и инструкцией по эксплуатации.

Гарантийный срок хранения — 24 мес с момента изготовления.

Гарантийный срок эксплуатации — 18 мес со дня ввода изделия в эксплуатацию в пределах гарантийного срока хранения.

ПРИЛОЖЕНИЕ
Рекомендуемое

ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНЫ ДЕЛЕНИЯ НА УСТАНОВКЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕНЫ ДЕЛЕНИЯ МЕТОДОМ НАКЛОНА

1. Гравиметр устанавливают на установку для определения цены деления методом наклона так, чтобы плоскость наклона гравиметра была перпендикулярна к плоскости качания рычага чувствительной системы.

При наклоне установки на угол $\pm\beta_j$, радиан, гравиметр изменяет свои показания на величину Δg_j, мГал, согласно формуле

$$\Delta g_j = -g(1-\cos\beta_j), \tag{48}$$

где g — ускорение силы тяжести в месте определения цены деления, мГал.

2. При помощи диапазонного устройства настраивают гравиметр на отсчет, соответствующий максимальному показанию гравиметра (в пределах 10 % диапазона измерения).

3. Последовательно задавая наклоны гравиметра на углы $\pm\beta_j$, получают разности ускорений силы тяжести Δg_j.

При каждом положении берут серию отсчетов угла наклона β_j' и отсчетов по гравиметру S_j', из которых определяют их средние арифметические значения β_j и S_j.

Число измерений с гравиметром при угле наклона плюс β_j должно совпадать с числом измерений при угле наклона минус β_j.

Число отсчетов в серии должно обеспечивать относительную погрешность цены деления отсчетной шкалы не более указанной в табл. 4 настоящего стандарта.

4. В табл. 8 приведена допустимая погрешность значения ускорения силы тяжести (ε_g) в месте определения цены деления.

Таблица 8*

ε_g	Δ_g, мГал
1.10^{-4}	50
2.10^{-4}	80
3.10^{-4}	100
4.10^{-4}	150
5.10^{-4}	200

3, 4. **(Измененная редакция, Изм. № 3).**

5. В отсчеты S_j могут быть при необходимости введены поправки на лунно-солнечные вариации ускорения силы тяжести и смещение нуль-пункта.

6. Находят среднее арифметическое из отсчетов, взятых при равных углах наклона в оборотах: положительном (S_{j+}) и отрицательном (S_{j-}) по формуле

$$S_j = \frac{S_{j+} + S_{j-}}{2}. \tag{49}$$

7. Вычисляют цену деления гравиметра для каждой симметричной пары наклонов C_j (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы) по формуле

$$C_j = -\frac{g}{2}\cdot\frac{(\beta_j^2 - \frac{\beta_j^4}{12})}{S_j - S_1}, \tag{50}$$

где S_1 — отсчет по гравиметру при горизонтальной его установке.

* Табл. 7. (Исключена, Изм. № 3).

8. Вычисляют цену деления гравиметра C (ускорение, деленное на деление отсчетной шкалы) по формуле

$$C = \frac{\sum_{j=1}^{m} C_j \Delta g_j}{\sum_{j=1}^{m} \Delta g_j}, \qquad (51)$$

где m — число независимых определений цены деления гравиметра C_j

(Введен дополнительно, Изм. № 2).

9. Определение наличия нелинейности и вычисление ее значения проводится в соответствии с пп. 7.4.3.6—7.4.3.8 настоящего стандарта.

(Введен дополнительно, Изм. № 3).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством геологии СССР

РАЗРАБОТЧИКИ

Ю. С. Евдокимов, Б. М. Землемеров, Л. С. Воробьев

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15.12.83 № 5973

3. Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 5576—86

4. ВЗАМЕН ГОСТ 13017—73 и ГОСТ 20792—79

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 2.601—95	5.1
ГОСТ 8.001—80	6.1
ГОСТ 8.002—86	7.1.1
ГОСТ 8.383—80	6.1, 8.1
ГОСТ 27.410—87	7.21
ГОСТ 10733—98	7.1.4
ГОСТ 14192—96	8.4
ГОСТ 24555—81	7.1.1
ГОСТ 29329—92	7.1.9

6. Ограничение срока действия снято по протоколу № 4—93 Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 4—94)

7. ПЕРЕИЗДАНИЕ (февраль 1999 г.) с Изменениями № 1, 2, 3, утвержденными в марте 1987 г., апреле 1987 г., июне 1989 г. (ИУС 6—87, 8—87, 10—89)

Редактор *Т. С. Шеко*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *С. И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Т. В. Александровой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08 95. Сдано в набор 04.03.99. Подписано в печать 29.03 99. Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,57.
Тираж 114 экз. С 2405. Зак. 589

ИПК Издательство стандартов,107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Калужской типографии стандартов на ПЭВМ.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256.
ПЛР № 040138