ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА" НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОДЕЗИИ, АЭРОСЪЕМКИ И КАРТОГРАФИИ ИМ. Ф.Н. КРАСОВСКОГО

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ЦНИИГАиК

М.Г. Герасименко

"26" декабря 1989 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ГРАВИМЕТР БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ ЛАЗЕРНЫЙ (ГБЛ)

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ АТТЕСТАЦИИ И ПОВЕРКИ

Разработчики:

Зав. ОГП Гусев Н.А.

Снс ОСМОГИ Вайцекян В.И.

Москва, 1989

gost.e-ecolog.ru

УДК Группа

Методика института

Методические указания Гравиметр баллистический лазерный Методы и средства метрологической аттестации и поверки	МИ БГЕИ -06-89 Введены впервые

Утверждены Приказом по ЦНИИГАиК - головной организацией метрологической службы ГУГК СССР № от 1989 г.

Срок введения установлен с 01 января 1990 г.

Настоящие методические указания распространяются на гравиметры баллистические лазерные (ГБЛ) и устанавливают методы и средства метрологической аттестации, первичной и периодической поверки.

1. Назначение ГБЛ

ГБЛ предназначен для высокоточных измерений абсолютного значения ускорения силы тяжести при изучении гравитационного поля Земли и его изменений во времени, для метрологического обеспечения гравиметрических определений и для определений на гравиметрических пунктах высшего класса точности.

2. Метрологические характеристики

2.1. Инструментальная средняя квадратическая погрешность измерения абсолютного значения ускорения силы тяжести, отнесенная к эффективной высоте, не более, мкГал - 10

Случайные средние квадратические составляющие инструментальной погрешности:

1) воспроизведения длины волны лазерного излучения, не более, мкГал - 4

2) измерения интервалов времени, не более, мкГал - 5

3) сопротивления остаточного воздуха в баллистической камере, не более, мкГал - 5

4) неидеальности волнового фронта лазерного излучения, не более, мкГал - 2

5) влияния электромагнитных сил, не более, мкГал - I

6) влияния вибрационных и микросейсмических колебаний постамента, не более, мкГал - 4

2.2. Диапазон измерений - практически неограничен.

2.3. Погрешность стандарта частоты, не более - $I \cdot IO^{-9}$

2.4. Нестабильность длины волны лазера, не более, $4 \cdot IO^{-9}$

3. Операции метрологической аттестации и поверки

3.I. При проведении метрологической аттестации и поверки ГБЛ должны быть выполнены операции, указанные в таблице I.

Таблица I

Наименование операций	Номер пункта МИ	Обязательность проведения операции при			
		выпуске из производства	метрологической аттестации	выпуске после ремонта	эксплуатации и хранении
I	2	3	4	5	6
I. Внешний осмотр	8.I	да	да	да	да
I. Проверка качества антикоррозийных покрытий	8.I	да	да	да	нет
Проверка маркировки	8.I	да	да	нет	нет
Проверка ЗИП	8.I	да	да	да	нет
Проверка комплектности ГБЛ	8.I	да	да	да	нет

Продолжение таблицы

I	2	3	4	5	6
2. Опробование	8.2	да	да	да	да
3. Проверка установки луча лазера относительно вертикали	8.3	да	да	да	да
4. Проверка работы системы: блок автоматического управления–шаговый двигатель-вакуумный ввод-каретка	8.4	да	да	да	нет
5. Проверка работы удерживающего электромагнита	8.5	да	да	да	нет
6. Проверка разворота падающего тела	8.6	да	да	да	да
7. Проверка влияния температуры	8.7	да	да	нет	нет
8. Проверка работоспособности ГБД при атмосферном давлении от 560 до 770 мм рт.ст.	8.8	да	да	нет	нет
9. Проверка работоспособности ГБД при относительной влажности воздуха до 85% при температуре 20°С	8.9	да	да	нет	нет
Проверка работы прибора после воздействия вибрации при транспортировании на автомашине	8.10	да	да	нет	нет
Определение метрологических характеристик					
I. Определение инструментальной ср.кв.погрешности методом поэлементного определения составляющих	8.11				
I)Проверка стабильности длины волны рабочего лазера	8.11.1	да	да	да	да

Продолжение таблицы

I	2	3	4	5	6
2)Проверка погрешности неидеальности фронта волнового излучения лазера	8.II.2	да	да	нет	нет
3)Определение погрешности измерения интервалов времени	8.II.3	да	да	нет	нет
4)Определение погрешности поправки за остаточное давление	8.II.4	да	да	да	да
5)Проверка виброзащиты	8.II.5	да	да	нет	нет
6)Проверка влияния электромагнитных сил	8.II.6	да	да	нет	нет
I.2. Определение инструментальной ср.кв.погрешности измерения силы тяжести на пунктах ГФГС	8.I2	да	да	нет	нет

4. Средства поверки

4.I. При проведении метрологической аттестации и поверки ГБЛ должны применяться образцовые средства измерений и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номера пункта МИ	Наименование ОСИ или вспомогательного средства поверки; основные характеристики	Примечание
I	2	3
8.4	Секундомер С-I-2А с ценой деления 0,2 с	-
8.5	Комбинированный прибор Ц-4324	имеется в комплекте
8.6	Линейка - 300 ГОСТ 427-75	-
8.7	Термокамера объемом 8 $м^3$	-
8.8	Барокамера объемом 8 $м^3$	-
8.9	Камера влажности объемом 8 $м^3$	-

Продолжение таблицы

I	2	3
8.II.I	Йодный лазер, осциллограф СI-7I	имеются в комплекте
8.II.3	Рубидиевый стандарт частоты ЧI-50 или ЧI-69 Кварцевый генератор "Гиацинт" Осциллограф СI-7I	 имеются в комплекте
8.II.4	Вакуумметр ВИТ-2	имеется в комплекте
8.II.6	Катушка Гельмгольца	–
	Термометры 0-50°С с ценой деления 0,5°С Психрометр аспирационный МВ-4М ГОСТ 6353-52 Барометр-анероид, МД-4I-2	для измерения параметров внешних условий проведения аттестации

4.2. Допускается применять другие средства метрологической аттестации и поверки, прошедшие метрологическую аттестацию или поверку в органах Государственной метрологической службы или в ГОМС ГУГК СССР - ЦНИИГАиК и удовлетворяющие по метрологическим и техническим характеристикам требованиям настоящих МИ.

5. Требования безопасности

При проведении метрологической аттестации и поверки должны быть соблюдены следующие требования безопсности.

5.I. К работе с гравиметром допускаются лица, изучившие Техническое описание и Инструкцию по эксплуатации и прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радио измерительными приборами.

5.2. Гравиметр могут обслуживать один инженер-оператор и один техник-электромеханик, имеющие квалификационную группу по

ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НЕ НИЖЕ Ш.

5.3. Источником электроопасности являются цепи сетевого питания составных частей гравиметра, а также цепи высокого напряжения питания лазеров.

5.4. Электропитание ГБЛ осуществляется от сети переменного тока 220 В, частотой 50 Гц.

В гравиметре имеются опасные для жизни постоянные напряжения 1600 В, 1300 В, 200 В, 50 В, 12 В и 5 В и переменные сетевые напряжения 380 и 220 В. По степени защиты от поражения электрическим током гравиметр относится к классу защиты I.

Интерферометр ГБЛ содержит лазеры, генерирующие непрерывное излучение мощностью до 1 мВт. По степени опасности генерируемого излучения интерферометр ГБЛ относится ко 2 классу.

5.5. Перед включением приборов их следует заземлять. Для защитного заземления на устройствах, входящих в состав ГБЛ, установлены соответствующие болты и клеммы, возле которых нанесены знаки  . Эти болты и клеммы необходимо подсоединить к контуру заземления в помещении, где эксплуатируется ГБЛ.

5.6. Все операции по монтажу и демонтажу ГБЛ, пайке элементов, в том числе, смена предохранителей, присоединение и отсоединение разъемов, должны производиться при выключенном электропитании, сетевые вилки при этом должны быть вынуты из розеток.

5.7. При размещении лазеров и выполнении работ с ними (испытания, ремонт, обслуживание, отладка и настройка оптических схем и узлов) следует соблюдать требования, изложенные в "Санитарных нормах и правилах устройства и эксплуатации лазеров" утвержденных Министерством здравоохранения СССР и "Правилах техники безопасности и промышленной санитарии в электронной промышленности" (раздел "К" и "М" и главы И-4), М., Энергоиздат, 1973 г.

5.8. При работе с лазерным интерферометром запрещается: направлять пучок излучения на окна, двери, стены и т.п.; работать с неисправной аппаратурой; оставлять включенные лазеры без присмотра; вносить в зону пучка излучения предметы, способные вызвать отражение или рассеяние пучка в окружающее пространство; смотреть в направлении пучка.

5.9. При наличии прямого или отраженного лазерного излучения необходимо пользоваться светофильтрами СС1 – СС15 по ГОСТ 9411-81.

6. Условия проведения метрологической аттестации и поверки

6.1. При проведении метрологической аттестации и поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды $20^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$;
- относительная влажность воздуха 60% ± 20%;
- атмосферное давление 750 ± 30 мм рт.ст. (100 ± 4 кПа).

6.2. Для установки ГБЛ должно использоваться основание (каменный столб), исключающий вибрацию и другие колебания и изготовленный в соответствии с рекомендациями, изложенными в Инструкции по эксплуатации ГБЛ, Приложение 3.

7. Подготовка к работе

7.1. Все используемые образцовые и вспомогательные средства измерений должны быть подготовлены к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

7.2. Подготовка к работе ГБЛ должна быть проведена в соответствии с Инструкцией по эксплуатации.

8. Проведение операций при метрологической аттестации и поверке

8.I. Внешний осмотр

I) При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие ГБЛ следующим требованиям:

- наружные поверхности частей ГБЛ не должны иметь дефектов, влияющих на его эксплуатационные характеристики и ухудшающие их внешний вид;

- оптические детали интерферометров не должны иметь царапин;

- поле зрения зрительных труб интерферометров должно быть чистым и равномерно освещенным;

- изображения, даваемые зрительной трубой интерферометра, должны быть четкими.

2) Антикоррозийные покрытия должны быть прочными, без пятен подтеков и просветов металла. Слой краски должен иметь ровный тон. Следы коррозии на металлических частях не допускаются.

3) Маркировка должна соответствовать требованиям технической документации.

4) Проверку ЗИПа проводят сличением по ведомости ЗИП КД.

5) Проверку комплектности ГБЛ проводят согласно п.5.2. ТЗ и структурной схеме, входящей в состав КД.

8.2. Опробование

При проведении опробования проверяют:

I)Надежность крепления узлов ГБЛ, надежность соединений вакуумной системы и водоснабжения.

2) Чистоту полей зрения зрительной трубы и окулярного микрометра в интерферометре, а также чистоту других оптических деталей.

3) Плавность и равномерность вращения всех юстировочных и подъемных винтов.

4) Устойчивость штатива.

5) Другие операции опробования выполняют поэлементно в соответствии с техдокументацией ТО и ИЭ.

8.3. Проверку установки луча лазера относительно вертикали проверяют одним из двух способов.

8.3.I. Первый способ. I) Приведите уровни интерферометра с помощью подъемных винтов в среднее положение. Пользуясь "Инструкцией по эксплуатации ГБЛ" переместите свободно падающее тело в верхнее исходное положение. Перемещая интерферометр в горизонтальной плоскости регулировочными винтами добейтесь, чтобы луч лазера попал в окно баллистического блока и получите на входной диафрагме фотоприемника отраженный от свободно падающего тела луч.

2) Переведите оптический мостик ручного управления на интерферометре в положение для нивелирования.

3) Установите сетку нитей окуляра зрительной трубы в центр светового пятна опорного луча лазера. Перекройте опорный луч лазера экраном с помощью ручки управления. Подъемными винтами интерферометра введите световое пятно луча лазера, отраженного от поверхности искусственного горизонта, в перекрестие сетки нитей окуляра зрительной трубы.

4) Периодически открывая опорный луч, убедитесь в совмещении его с лучом , отраженным от искусственного горизонта.

Совмещение лучей свидетельствует об установке луча лазера вертикальном положении.

8.3.2. Второй способ. I) Выполните операции п.I первого особа.

2) Отключите удерживающий магнит свободно падающего тела. период падения отраженный луч лазера не должен смещаться в зрительной трубе контроля интерференции лучей лазера.

3) В противном случае с помощью подъемных винтов интерферометра добейтесь выполнения условия по п.2 (способ два).

8.4. Проверка работы системы - блок автоматического управления - шаговый двигатель - вакуумный ввод - каретка.

I) Соедините блоки баллистический (ББ) и электронно-счетный (ЭСБ) согласно схеме электрических соединений (Приложение 2 Инструкции по эксплуатации ГБЛ).

2) Выполните нивелировку ББ по расположенным на нем уровням с погрешностью ± I дел.

3) Включите вентиляторы, сеть на блоке "Камак" и на блоке питания привода. Тумблер "цикл-стоп" на блоке управления переведите в положение "стоп" и нажмите кнопку "пуск". После чего система автоматически обеспечивает подъем падающего тела (ПТ), плавную установку его в исходное положение, отвод каретки вниз и отключение удерживающего электромагнита, после чего тело свободно падает.

4) Переведите тумблер "цикл-стоп" в положение "цикл"; выставьте на наборном поле блока управления число IO при кратности "XI" и вновь нажмите кнопку "пуск". После чего автоматически выполняется десять циклов перемещений ПТ. Длительность десяти этих циклов (от нажатия кнопки "пуск" до момента падения тела после десятого броска) измерьте по секундомеру.

Система функционирует нормально, если время одного цикла перемещения ПТ составляет (IO ± 5) с.

8.5. Проверка работы удерживающего электромагнита проводится совместно с проверкой по 8.4 прямым измерением тока или величин сопротивления между контактами "2" и "I5" разъема XI узла "фланец с электромагнитами" и напряжения между контрольными гнездами "общ." и "4" блока питания привода комбинированным прибором Ц 4324.

Ток электромагнита при удержании тела должен быть в интер-

вале от 20 мА до 500 мА.

8.6. Проверка разворота падающего тела.

Установите ГБЛ на твердое основание и отнивелируйте его с погрешностью ± I дел. уровней. Соедините приборы по схеме ИЭ, Приложение 2. Включите блок интерферометра (БИ). и блок привода. Тумблер "цикл-стоп" на блоке управления переведите в положение "стоп" и нажмите кнопку"пуск". Падающее тело будет подниматься и опускаться для бросков в ручном управлении, при этом каждый раз следует нажимать кнопку "пуск".

Проверка выполняется по лучу лазера, отраженному от передней грани уголкового отражателя во время его падения. Уход блика наблюдают на световом фоне на верхней крышке интерферометра. Уход блика должен быть не более 2 мм.

В случае невыполнения условия недопустимый разворот падающего тела устраните изменением расстояния между соответствующими частями падающего тела и вспомогательными катушками электромагнита с помощью юстировочных винтов падающего тела. Точная юстировка выполняется изменением тока во вспомогательных катушках удерживающего электромагнита. Диапазон регулировок токов во вспомогательных катушках удерживающих электромагнитов должен быть достаточен для компенсации вращения падающего тела.

8.7. Проверка влияния температуры проводится в термокамере.

I) ГБЛ приведите в рабочий режим в соответствии с Приложением I .

2) Установите в термокамере температуру +I5°С и выдержите ГБЛ при этой температуре в течение 8 часов.

3) Проверте работоспособность прибора в соответствии с п.6 Приложения I.

4) Установите в термокамере температуру +25°С, выдержите ГБЛ при этой температуре в течение 8 часов и проверте работоспособность прибора в соответствии с п.6 Приложения I.

Прибор считается выдержавшим проверку, если сохраняет работоспособность при температуре окружающей среды +I5°С и+25°С.

8.8. Проверка влияния атмосферного давления проводится в барокамере.

I) Поместите ГБЛ в барокамеру и приведите его в рабочий режим согласно Приложения I.

2) Установите атмосферное давление 560 мм рт.ст. и выдержите ГБЛ в течение 4 часов.

3) Проверьте работоспособность ГБЛ в соответствии с Приложением I, п. 6.

4) Установите в барокамере атмосферное давление 770 мм рт. ст. и выдержите ГБЛ в течение 4-х часов.

5) Проверьте работоспособность ГБЛ в соответствии с Приложением I, п. 6.

Прибор считается выдержавшим проверку, если работоспособность сохраняется при давлении 560 и 770 мм рт.ст.

8.9. Проверка влияния влажности проводится в камере влажности.

I) Поместите ГБЛ в камеру влажности и приведите его в рабочий режим согласно Приложения I.

2) Установите в камере значение относительной влажности 85% при температуре 20°С и выдержите ГБЛ в течение 6 часов.

3) Проверьте работоспособность ГБЛ в соответствии с Приложением I, п. 6.

Допускается проведение проверки в реальных условиях при влажности воздуха 85% ± 3%.

Прибор считается выдержавшим проверку, если работоспособность сохраняется при относительной влажности 85% при температуре 20°С.

8.IO. Проверку работоспособности прибора после воздействия вибрации при транспортировании на автомашине выполните в следующей последовательности:

I) установите ГБЛ на пункте и выполните подготовку к измерениям и измерения в соответствии с Приложениями I и 2;

2) подготовьте прибор к транспортированию в соответствии с ИЭ;

3) выполните транспортирование прибора ГБЛ в автомашине по шоссейной дороге на расстояние не менее IOO км;

4) выполните действия по п. I.

Прибор считается выдержавшим проверку, если его работоспособность сохранилась после выполнения транспортирования.

8.II. Определение инструментальной средней квадратической погрешности методом поэлементного определения составляющих.

Суммарное среднеквадратическое значение инструментальной погрешности измерения абсолютного значения ускорения силы тяжести δg определяется по формуле

$$\delta g = \sqrt{\delta g_{\lambda}^2 + \delta g_{t}^2 + \delta g_{P}^2 + \delta g_{ч}^2 + \delta g_{м}^2 + \delta g_{г}^2}$$

Значение δg должно быть не более $IO \cdot IO^{-8}$ м.с$^{-2}$

Определение составляющих погрешности δg выполняется в соответствии с п. 8.II.I - 8.II.6 .

8.II.I. Определение ср.кв. стабильности длины волны рабочего лазера δg_{λ}.

I) Проведите в соответствии с п.п.I; 2 Приложения к ТЗ и Инструкции к йодному лазеру (ГБЛ.07.IO.000.ПС) контроль длины волны излучения рабочего лазера. Выполните не менее IO сравнений в течение 0,5 часа работы лазера и получите значения λ_{Pi}

2) Вычислите среднее значение $\lambda_p^{ср}$ и среднюю квадратическую погрешность $m_{\lambda_p^{ср}}$, а также относительную погрешность. Значение относительной погрешности должно быть

$$\frac{m_{\lambda_p^{ср}}}{\lambda} \leq 4 \cdot 10^{-9} .$$

Прибор считается выдержавшим проверку, если нестабильность частоты излучения (длины волны) лазера не более $4 \cdot 10^{-9}$ за 0,5 часа работы. Значение δg_λ в мкГал принимается равным значению единиц в 10^{-9} относительной погрешности частоты.

8.II.2. Проверку погрешности неидеальности фронта волнового излучения рабочего лазера проводят на основании КД и расчета.

Погрешность за неидеальность фронта волнового излучения лазера (δg_ψ) обусловлена Гауссовой стуктурой лазерного пучка и дифракцией на неоднородностях оптических элементов.

Она определяется по формуле:

$$\delta g_\psi = \frac{\lambda}{\pi R} \cdot -3{,}3 \cdot 10^{-9} ,$$

где: λ – длина волны лазера = 0,632 мкм;

R – конфокальный параметр.

При телескопической системе с параметрами: $f_{ок}$ = 10 мм, $f_{об}$ = 60мм увеличение 6^x. Световой диаметр окуляра 2,0 мм, световой диаметр объектива 12 мм и λ = 0,63 мкм R будет равен $\approx$ 30 м.

В этом случае $\delta g_\psi \leq 1 \cdot 10^{-8}$.

Учитывая, что погрешность определения поправки составляет менее 10% от ее величины, то погрешность δg_ψ неидеальности фронта волнового излучения лазера составит меньше $\pm$ 2 мкГал.

Проверка указанных параметров телескопической системы производится в соответствии с КД.

8.II.3. Определение ср.кв.погрешности измерения интервалов времени δq_t.

Определение погрешности складывается из двух этапов.

8.II.3.I. Этап I. Проверка электронно-счетного блока.

ГБЛ приводят в рабочий режим в соответствии с "Инструкцией по эксплуатации". С помощью осциллографа С1-7I проверьте работу системы: фотоприемник-усилитель-формирователь, которая должна обеспечивать линейность частотной характеристики в рабочем диапазоне частот и отношение сигнал/шум, не менее чем 40:I.

8.II.3.2. Этап 2. Проверка осуществляется с помощью рубидиевого стандарта частоты Ч1-69 (или Ч1-50) и кварцевого генератора, частота которого известна с относительной погрешностью не хуже 10^{-9} и не является кратной частоте рубидиевого стандарта.

I) Подайте частоту кварцевого генератора на сигнальный вход электронно-счетного блока (вместо сигнала интерферометра), а частоту рубидиевого стандарта - через умножитель на вход меток времени электронно-счетного блока. Погрешность измерений электронно-счетного блока определяется из сравнения показаний электронно-счетного блока со значениями, полученными из известного соотношения частот рубидиевого стандарта частоты и кварцевого генератора.

2) Выполните один бросок падающего тела.

3) Выполните измерение, с помощью рубидиевого стандарта, значения периода падения T_0 с дискретностью в I0 нс (значение периода около 10^4).

4) Используя алгоритм вычисления ускорения силы тяжести вычислите тот -же период, измеренный кварцевым генератором,

$$T_{изм} = \lambda \cdot N \quad ,$$

где λ - длина волны генератора;

N - число длин волн в интервале дискрета отсчетов времени падения падающего тела.

5) Вычислите $\Delta T = T_{изм.} - T_{обр.}$

Значение ΔT должно быть не более $1 \cdot 10^{-9}$ с, что соответствует погрешности измерения $\delta g_t \leq 5$ мкГал.

8.II.4. Проверка работы вакуумной системы

Проверка выполняется в следующей последовательности:

I) Приведите ГБЛ в рабочий режим п. I- 3 Приложения I.

2) Создайте в баллистическом блоке давление не более $4{,}5 \cdot 10^{-6}$ мм рт.ст. согласно п. 4 Приложения I. При работе вакуумной системы измерьте время ее работы до создания нужного давления. Вакуумная система должна обеспечивать создание давления не более $4{,}5 \cdot 10^{-6}$ мм рт.ст. за время не более I2 часов.

3) После достижения давления $(2 \div 4{,}5)^{-6}$ мм рт.ст. выключите работу вакуумного насоса и с интервалом в I0 с отсчитывайте по стрелочному индикатору ВИТ-2, выполните не менее 3 отсчетов K_j, где $j = 3$.

4) Вычислите последовательные разности отсчетов $\Delta i = K_{j+i} - K_j$ и вычислите среднее значение Δ Значение Δ должно быть не более 5 наименьших делений шкалы Ш диапазона измерений (множитель 10^{-2}), что соответствует изменению давления $1 \cdot 10^{-5}$ мм рт.ст.

При выполнении вышеприведенных условий в п. 2 и 4 , учитывая что погрешность измерения остаточного давления с помощью ВИТ-2 не превосходит 30%, а величина его при работе ГБЛ должна быть не более $4{,}5 \cdot 10^{-6}$ мм рт.столба, то при соблюдении этих условий ср.кв. погрешность δg_p , поправки за сопротивление остаточного газа отражателю, не будет превышать $\pm$ 5 мкГал, а погрешность измерения давления не более $1{,}4 \cdot 10^{-6}$ мм рт.столба.

8.II.5. Проверку работы виброзащиты выполните следующим образом.

I) Приведите ГБЛ в рабочий режим в соответствии с Приложением I.

2) Выполните 3 серии измерений ускорения силы тяжести по 90 единичных бросков в каждой серии с сейсмозащитой.

3) Для каждой серии считайте с экрана дисплея значения ср.кв. погрешностей m_{0i} измерения значения ускорения силы тяжести.

4)Арретируете сейсмометр и выполните 3 серии, по 90 единичных бросков в каждой серии, измерений ускорения силы тяжести.

5) Выполните п. 3 и получите m_0^1 .

Значение отношения m_0^1 к m_0 должно быть не менее 4, т.е.

$$\frac{m_0^1}{m_0} \geqslant 4 \ .$$

6) Извлеките сейсмометр из интерферометра, отвернув 4 винта. Снимите демпфер.

7) С помощью секундомера измерьте период свободных колебаний маятника.

Значение периода колебания маятника должно быть не менее I с.

При выполнении вышеприведенных условий в п. 5 и 7 ср.кв. погрешность δg_z из-за влияния вибрационных и микросейсмических колебаний постамента составит не более $\pm$ 4 мкГал.

8.II.6. Проверка влияния электромагнитных сил

I) Прибор поместите в катушку Гельмгольца и приведите его в рабочий режим в соответствии с Приложением I.

2) Выполните 3 серии наблюдений по п.6 Приложения I.

3) Подключите катушку Гельмгольца к источнику постоянного тока через потенциометр. С помощью индикатора магнитного поля (магнитная стрелка) установите внутри катушки нулевое магнитное поле, изменяя протекающий через катушку ток. Показание магнитной

стрелки при отсутствии поля будет неустойчивым.

4) Выполните 5 серий наблюдений по п. 6 Приложения I.

5) Отключите катушку от питаемого тока.

6) Выполнить 3 серии наблюдений по п. 6 Приложения I.

Прибор считается выдержавшим проверку, если расхождение результатов по п. 4 от среднего значения по п. 2 и 6 не более 20 мкГал.

В этом случае ср.кв.погрешность учета влияния электромагнитных сил δg_m не будет превышать $\pm$ I мкГал.

8.II.7. На основании полученных в п. 8.I2.I - 8.I2.6 составляющих средних квадратических погрешностей значения инструментальной погрешности измерения абсолютного значения силы тяжести вычисляется δg по формуле

$$\delta g = \sqrt{\delta g_\lambda^2 + \delta g_t^2 + \delta g_p^2 + \delta g_\varphi^2 + \delta g_M^2 + \delta g_\zeta^2}$$

Значение δg не должно превышать I0 мкГал.

8.I2. Определение инструментальной средней квадратической погрешности измерения силы тяжести на пункте ГФГС

8.I2.I. Определение инструментальной погрешности измерений силы тяжести проведите в соответствии с Инструкцией по эксплуатации ГБЛ не менее чем на двух пунктах гравиметрического метрологического полигона, в который включены пункты ГФГС.

8.I2.2. Значение ускорения силы тяжести получают из I50 отсчетов за один бросок падающего тела - цикл измерений; 90 бросков (циклов) составляют серию наблюдений. Наблюдения в серии ведутся автоматически через каждые I0 $\pm$ 5 с. Методика измерений на пункте состоит в проведении серий измерений, усреднении их и затем повторении наблюдений.

8.I2.3. Между сериями делается перерыв I0-I5 минут, необхо-

димый для контроля юстировки гравиметра. Затем измерения продолжаются до тех пор, (но не более 20 серий) пока погрешность среднего весового значения по всем сериям наблюдений не уменьшится до 5 мкГал.

8.I2.4. Значения ускорения силы тяжести вычисляются для каждого броска (цикла измерений) и для каждой серии, а также среднее весовое значение в соответствии с Инструкцией по эксплуатации.

8.I2.5. Ср.кв.погрешность измерения ускорения силы тяжести, отнесенного к началу координат счета пути падающего тела, полученная по внутренней сходимости из 5÷ I5 серий, должна быть не более ± 5 мкГал.

8.I2.6. Ср.кв.погрешность определения ускорения силы тяжести ГБЛ (m) на основании разностей значений (Δ), полученных с ГБЛ и ранее известных образцовых значений , при числе пунктов не более 3-х, определяется по формуле

$$m = \pm\sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n}}$$, где n - число измерений. После исключения погрешности образцовых значений ускорения силы тяжести m не должна превышать I5 мкГал.

В случае однократного измерения ускорения силы тяжести погрешность Δ , определенная по разности значений, полученных с ГБЛ и ранее известного образцового значения после исключения погрешности образцовых значений ускорения силы тяжести, не должна превышать 25 мкГал.

8.I2.7. Ср.кв.погрешность определения ускорения силы тяжести ГБЛ, вычисленная по расхождениям значений Δg от среднего значения $\Delta g_{ср.}$, полученным с ГБЛ и данными метрологического полигона после исключения погрешности Δg полигона, не должна превышать 20 мкГал.

В случае однократного измерения ускорения силы тяжести погрешность определяется по расхождению значения Δg , полученного с ГБЛ и данными метрологического полигона после исключения

погрешности для полигона, и она не должна превышать 30 мкГэл.

9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ АТТЕСТАЦИИ

9.I. Каждый пункт программы испытаний оформляется протоколом и подписывается ответственным членом комиссии.

9.2. Положительные результаты метрологической аттестации и поверки должны оформляться выдачей на ГБЛ свидетельства о метрологической аттестации и поверки по форме, установленной в Приложениях 3 и 4.

9.3. При отрицательных результатах аттестации и поверки ГБЛ направляется на доработку, после чего он снова подвергается аттестации или поверке по пунктам программы, по которым выявлено несоответствие требованиям ТЗ и настоящих МИ.

IO. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ И ПОВЕРКИ

Общая периодичность поверки ГБЛ - один раз в год.

По п. 7, 8,9, IO и подпунта 6 п. II.I периодичность поверки - один раз в пять лет эксплуатации.

При выпуске из производства метрологическая аттестация по п. 7, 8, 9, IO и подпункта 6 п. II.I производится на одном приборе из пяти изготовленных.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ВВЕДЕНИЕ ГБЛ В РАБОЧИЙ РЕЖИМ И ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Введение ГБЛ в рабочий режим, подготовка к измерениям и проведение их предусматривает выполнение следующих операций.

I. Приборы, входящие в комплект ГБЛ, извлечь из упаковочных ящиков.

2. Баллистический блок, закрепленный в штативе, установить на жестком основании (постаменте). Под ним установить интерферометр. Рядом установить электронно-счетный блок с ЭВМ.

3. Соединить приборы и узлы ГБЛ по схеме Приложения I ИЭ.

4. В баллистическом блоке создать рабочий вакуум, $2 \div 5 \cdot 10^{-6}$ мм рт.ст., для этого:

- выполнить соединение вакуумных шлангов и шлангов для воды в соответствии с Рис. 2 ИЭ;
- включить ВИТ-2 в соответствии с Инструкцией по его эксплуатации*) ;
- в исходном положении все вентили, в том числе и натекатель, закрыты;
- включить форвакуумный насос;
- через 30 с открыть вентиль 3;
- через I0 мин. открыть вентиль 2;
- воздух из баллистического блока откачивается до давления I,3 Па ($I \cdot 10^{-2}$ мм рт.ст.), что соответствует отсчету 8 мВ на стрелочном индикаторе ВИТ-2 с датчиком ПМТ-4М;

---

*) Примечание. Работа с приборами, выпускаемыми промышленностью (ЧI-50, ВИТ-2, ЭВМ(ДВК), ЛГН-302, осциллограф, тестер) выполняется в соответствии с Инструкциями по их эксплуатации.

- подать воду для охлаждения диффузионного насоса;

- закрыть вентиль 2;

- включить плитку диффузионного насоса;

- через 30 мин. приоткрыть вентиль I, убедиться в том, что вакуум улучшается по термопарной части вакуумметра, затем вентиль I закрывается и вновь открывается; это повторяется 4-5 раз;

- включить ионизационную часть вакуумметра "измерение", кроме ПМИ-2;

- открыть вентиль I до конца, и воздух откачивается до давления 0,I Па ($I \cdot IO^{-3}$мм рт.ст.), что соответствует 9-IO мВ на стрелочном индикаторе ВИТ-2;

- при достижении давления 0,I Па ($I \cdot IO^{-3}$мм рт.ст.) включается ПМИ-2 и режим работы ВИТ-2 переводится на ионизационную часть;

- ведется откачка воздуха в баллистическом блоке до рабочего давления $\sim 4 \cdot IO^{-4}$ Па $(2 \div 5 \cdot IO^{-6})$ мм рт.ст.;

- непрерывно работает форвакуумный и диффузионный насосы и подается вода для охлаждения диффузионного насоса;

- выполнить нивелировку ГБЛ по п. 8.3 Настоящих МИ.

5. По окончании измерений выполняются следующие операции:

- отключить ПМИ-2 и ионизационную часть ВИТ-2;

- закрыть вентиль I;

- отключить электроплитку и снять ее с диффузионного насоса;

- дождаться охлаждения диффузионного насоса до комнатной температуры;

- закрыть вентиль 3;

- прекратить подачу воды;

- выключить форвакуумный насос и снять с него вакуумный шланг.

6. Измерение ускорения силы тяжести :

- включить ЛГН-302, ЭВМ (ДВК-2М), ЧI-50;

- за 30 мин. до начала работы включить тумблер "Сеть" и "Вентилятор" Крейта;

- включить электропитание всех модулей Крейта (блок управления, стабилизатор напряжения, блок привода); одновременно загораются сигнальные лампы;

- по счетчику блока управления (множитель, наборное поле) установить число бросков;

- тумблер "Цикл-стоп" ж) установить в положение "Стоп";

- тумблер "Сброс уголкового отражателя" установить в положение "включено (вверх)" ;

- ввести программу Приложения 2 настоящих МИ;

- в момент ожидания по программе нажать кнопку "Пуск" блока управления и через I-2 с тумблер "Цикл-стоп" перевести в положение "Цикл".

ж) Примечание I. "Цикл" - ряд измерений; "Стоп" - одно измерение.

Примечание 2. Если произойдет "сбой" в процессе измерения и одно измерение будет исключено, то следует повторно нажать кнопку "Пуск" и тумблер перевести в положение "Стоп" на последнем необходимом домере.

Приложение 2

РАБОТА С ДВК-2М

I. В соответствии с программой обработки измерений включить дисплей и устновить режим его работы.

2. Включить ЭВМ, вставить диск и установить режим ввода.

3. Загрузить машину.

4. Ввести дату, время.

5. Набрать стартовый файл: stazts. com

6. Ввести программу GRAVIT вычисления " g " .

7. Выбрать из MAIN MENU соответсвующее вычисление.

8. Ввести условия измерений и соответствующие параметры.

9. Нажать кнопку "Пуск" - См. раздел 6 Приложения I.

На табло (если надо и на цифропечати) через некоторое время высветится результат измерения " g " и его погрешность.

На ГБЛ автоматически будут выполняться измерения из стольких бросков, сколько их установлено на счетчике. См. раздел 6 Приложения I .

Затем вычисляется ср.весовое значение по п. I2 Приложения I к ТЗ.

Приложение 3

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА"
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОДЕЗИИ,
АЭРОСЪЕМКИ И КАРТОГРАФИИ
им. Ф.Н.КРАСОВСКОГО
ГОЛОВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

С В И Д Е Т Е Л Ь С Т В О №
о ведомственной метрологической аттестации
средств измерений

Наименование средства измерений

Дата выпуска I9 г., предназначено

Основные метрологические характеристики

Условия эксплуатации

По результатам метрологической аттестации (протокол № от " " I9 г.) средство измерения допускается к применению в качестве

Очередную поверку произвести не позднее " " I9 г.

Зам. директора института
Главный метролог ГОМС

м.п.

" " _____ I9 г.

Приложение 3

РЕЗУЛЬТАТЫ АТТЕСТАЦИИ

№ п/п	Метрологическая характеристика		
	Наименование	Полученное значение	Погрешность определения

Зав. отделом стандартизации,
метрологического обеспечения
и госиспытаний

Ст. научный сотрудник ОСМОГИ

"____" 19 г.

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА" НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ГЕОДЕЗИИ, АЭРОСЪЕМКИ И КАРТОГРАФИИ
им. Ф.Н.КРАСОВСКОГО

С В И Д Е Т Е Л Ь С Т В О №

о ведомственной поверке

_____
наименование прибора

_____ № _____

с пределами измерения _____

_____

изготовлен _____

принадлежит _____

на основании результатов ведомственной поверки признан годным и допущен к применению в качестве

Свидетельство действительно по 19 г.

Результаты ведомственной поверки

_____

_____

_____

_____

_____

Зав.отделом стандартизации,
метрологического обеспечения
и госиспытаний

Ведомственный поверитель

_____ 19 г.

gost.e-ecolog.ru