

Серия  
руководств

**ILAC –G24**  
Издание  
2007 (E)

Международный  
документ

**OIML D 10**  
Издание  
2007 (E)

---

**Руководство по определению интервалов  
калибровки средств измерений**

Guidelines for the determination of calibration  
intervals of measuring instruments

---

*Неофициальный перевод публикации МОЗМ подготовлен КОOMET  
(тема КОOMET 845/KG/21, координатор - Кыргызстандарт, Кыргызстан)*

## СОДЕРЖАНИЕ

Авторское право -ИЛАК	3
Предисловие - МОЗМ	4
Преамбула	5
Цель	5
Авторское право	5
1. Введение	5
2. Первоначальный выбор интервалов калибровки	7
3. Методы пересмотра интервалов калибровки	7
Метод 1: Автоматическая регулировка или «лестница» (календарное время)	8
Метод 2: Контрольная карта (календарное время)	8
Метод 3: Время «В использовании»	8
Метод 4: Проверка в процессе эксплуатации или тестирование «черным ящиком»	9
Метод 5: Другие статистические подходы	9
Библиография	11

## **Авторское право (ИЛАК)**

**ILAC-G24:2007**

**© Авторское право ИЛАС 2007**

ИЛАК поощряет санкционированное воспроизведение своих публикаций или их частей организациями, желающими использовать такие материалы в областях, связанных с образованием, стандартизацией, аккредитацией, надлежащей лабораторной практикой или другими целями, относящимися к сфере компетенции или деятельности ИЛАК.

Организации, запрашивающие разрешение на воспроизведение материалов из публикаций ИЛАК, должны связаться с Председателем или Секретариатом ИЛАК в письменной форме или с помощью электронных средств, таких как электронная почта.

Запрос на разрешение должен быть четко детализирован:

- 1) публикация ИЛАК или ее часть, для которой требуется разрешение;
- 2) где будет размещен воспроизведенный материал и для чего он будет использоваться;
- 3) будет ли документ, содержащий материалы ИЛАК, распространяться на коммерческой основе, где он будет распространяться или продаваться и в каких количествах будет задействован;
- 4) любая другая справочная информация, которая может помочь ИЛАК предоставить разрешение.

ИЛАК оставляет за собой право отказать в разрешении без раскрытия причин такого отказа.

Документ, в котором воспроизводится материал, должен содержать заявление, подтверждающее вклад ИЛАК в этот документ.

Разрешение ИЛАК на воспроизведение своих материалов распространяется только на то, что подробно описано в первоначальном запросе. О любых изменениях в заявленном использовании материалов ИЛАК необходимо заранее уведомить ИЛАК в письменной форме для получения дополнительного разрешения.

ИЛАК не несет ответственности за любое использование своих материалов в другом документе. Любое нарушение вышеуказанного разрешения на воспроизведение или любое несанкционированное использование материалов ИЛАК строго запрещено и может привести к судебным искам.

Для получения разрешения или для получения дополнительной помощи необходимо связаться с:

Секретариат ИЛАК  
с/о NATA  
Почтовый ящик 7507  
Сильверуотер Новый Южный Уэльс 2128  
Австралия  
Факс: +61 2 9743 5311  
Электронная почта: [ilac@nata.asn.au](mailto:ilac@nata.asn.au)

## Предисловие (МОЗМ)

Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ) является всемирной межправительственной организацией, основной целью которой является согласование правил и метрологического контроля, применяемых национальными метрологическими службами или связанными с ними организациями государств-членов. Основными категориями публикаций МОЗМ являются:

- **Международные Рекомендации (OIML R)**, которые представляют собой типовые правила, устанавливающие метрологические характеристики, требуемые для определенных средств измерений, и которые определяют методы и оборудование для проверки их соответствия. Государства-члены МОЗМ должны выполнять эти Рекомендации в максимально возможной степени;
- **Международные Документы (OIML D)**, которые носят информативный характер и которые предназначены для согласования и улучшения работы в области законодательной метрологии;
- **Международные Руководства (OIML G)**, которые также носят информативный характер и которые призваны дать руководящие принципы применения определенных требований к законодательной метрологии;
- **Международные Базовые Публикации (OIML B)**, которые определяют правила работы различных структур и систем МОЗМ.

Проекты Рекомендаций, Документов и Руководств МОЗМ разрабатываются Техническими комитетами или Подкомитетами, в состав которых входят представители государств-членов. Некоторые международные и региональные учреждения также участвуют в консультациях. Соглашения о сотрудничестве были заключены между МОЗМ и некоторыми учреждениями, такими как ИСО и МЭК, для того чтобы избежать противоречивых требований. Следовательно, производители и пользователи измерительных приборов, испытательные лаборатории и т.д. могут одновременно применять публикации МОЗМ и публикации других учреждений.

Международные Рекомендации, Документы, Руководства и Базовые Публикации публикуются на английском языке (E) и переводятся на французский язык (F) и подлежат периодическому пересмотру.

Кроме того, МОЗМ публикует или участвует в публикации Словарей (OIML V) и периодически поручает экспертам по законодательной метрологии составлять экспертные отчеты (OIML E). Экспертные отчеты предназначены для предоставления информации и рекомендаций и написаны исключительно с точки зрения их автора, без участия Технического комитета или Подкомитета, а также CIML. Таким образом, они не обязательно отражают взгляды МОЗМ.

Эта публикация - справочник ILAC-G24 / OIML D 10, издание 2007 года - была разработана Комитетом по аккредитации ИЛАК (ILAC) и техническим комитетом МОЗМ (OIML TC 4) «Измерительные эталоны и калибровочные и поверочные устройства». Эта версия заменяет OIML D 10 (издание 1984 года). Он был одобрен для окончательной публикации ИЛАК в ноябре 2005 года и Международным комитетом законодательной метрологии в 2002 году.

Публикации МОЗМ могут быть загружены с веб-сайта МОЗМ в виде файлов PDF. Дополнительную информацию о публикациях МОЗМ можно получить в штаб-квартире организации:

Международное бюро законодательной метрологии,  
11, улица Тюрго - 75009 Париж - Франция  
Телефон: 33 (0)1 48 78 12 82  
Факс: 33 (0)1 42 82 17 27  
Электронная почта: [biml@oiml.org](mailto:biml@oiml.org)  
Интернет: [www.oiml.org](http://www.oiml.org)

# Руководство по определению интервалов калибровки средств измерений

## Преамбула

Настоящий Руководящий документ является пересмотром OIML D 10. Он был разработан ИЛАК (Международная кооперация по аккредитации лабораторий) и МОЗМ (Международная организация законодательной метрологии) как совместная работа и публикуется как таковая.

Важно отметить, что:

- В обязанности органов по аккредитации не входит обучение лабораторий тому, как вести их бизнес.
- Каждая отдельная лаборатория несет ответственность за выбор в пользу применения любого или ни одного из методов, описанных в этом Документе, исходя из своих собственных потребностей и индивидуальной оценки рисков.
- Лаборатория также несет ответственность за оценку эффективности метода, который она выбирает для внедрения, и берет на себя ответственность за последствия решений, принятых в результате выбранного метода.

## Цель

Цель настоящего документа состоит в том, чтобы дать лабораториям, особенно при создании их калибровочной системы, руководство относительно того, как определять интервалы калибровки.

В этом документе определены и описаны доступные и известные методы оценки интервалов калибровки.

## Авторство

Эта публикация была разработана МОЗМ и ИЛАК в качестве совместной работы и в качестве пересмотра OIML D 10. В рамках ИЛАК координационным центром является Комитет по аккредитации.

## 1. Введение

Важным аспектом поддержания способности лаборатории получать прослеживаемые и достоверные результаты измерений является определение максимального периода, который должен быть разрешен между последовательными калибровками (рекалибровками – повторными калибровками) исходных или рабочих эталонов и применяемых средств измерений. Этот аспект учитывается в различных международных стандартах, например:

ISO/IEC 17025: 2005 [1] содержит следующие требования:

*Пункт 5.5.2: «Программы калибровки должны быть установлены для основных параметров или характеристик средств измерений, если эти характеристики оказывают значительное влияние на результаты измерений».*

*Пункт 5.5.8: «Все оборудование, находящееся под контролем лаборатории и нуждающееся в калибровке, должно быть маркировано, закодировано или каким-либо другим образом идентифицировано (обозначен статус калибровки, включая дату проведения последней калибровки, а также дату и критерии необходимости проведения повторной калибровки), если это практически осуществимо».*

*Пункт 5.6.1 " Все средства измерений, используемые для испытаний и/или калибровочных работ, включая средства для вспомогательных измерений (например, для контроля параметров окружающей среды), имеющих значительное влияние на точность и достоверность результатов испытания, калибровки или отбора образцов, должны быть калиброваны перед вводом в эксплуатацию. В лаборатории должны быть установлены программа и процедура проведения калибровки средств измерений».*

*Примечание: Такая программа должна включать в себя систему выбора, использования, калибровки, проверки, контроля и поддержания эталонов единиц физических величин, стандартных образцов, применяемых в качестве эталонов, а также измерительного и испытательного оборудования, используемого при проведении испытаний и калибровки.*

ISO 9001: 2000 [10] содержит требование:

*Пункт 7.6: «Там, где необходимо гарантировать имеющие законную силу результаты, измерительное оборудование должно быть:*

*а) откалибровано и/или поверено в установленные интервалы времени или перед его применением с использованием эталонов, передающих размеры единиц, прослеживаемых к международным или национальным эталонам. При отсутствии таких эталонов основа, использованная для калибровки или поверки, должна быть зарегистрирована».*

*Примечание:* Настоящий документ посвящен определению интервалов калибровки средств измерений. Описанные методы могут также использоваться соответствующим образом для исходных эталонов, рабочих эталонов и других средств измерений, которые находятся под контролем лаборатории.

В соответствии с терминологией VIM [11] в настоящем документе вместо термина «измерительное оборудование» используется термин «средство измерений».

Общая цель периодической калибровки заключается в следующем:

- для улучшения оценки отклонения между эталонным значением и значением, получаемым с помощью средства измерений, а также неопределенности в этом отклонении, в момент фактического использования средства измерений;
- для подтверждения неопределенности, которая может быть достигнута с помощью средства измерений; и
- чтобы подтвердить, не было ли каких-либо изменений в средстве измерений, которые могли бы вызвать сомнения в результатах, полученных за истекший период.

Одно из наиболее значимых решений относительно калибровки – «Когда её проводить?» и «Как часто её проводить?». Большое число факторов влияет на временной интервал, который должен быть допущен между калибровками и должен быть принят во внимание лабораторией. Наиболее важными факторами являются:

- неопределенность измерений, требуемая или заявленная лабораторией;
- риск превышения пределов предельно допустимой погрешности средства измерений при эксплуатации;
- стоимость необходимых корректирующих измерений, когда выясняется, что средство измерений не было подходящим в течение длительного периода времени;
- тенденция к износу и дрейфу;
- рекомендация производителя;
- степень и значимость использования;
- условия окружающей среды (климатические условия, вибрация, ионизирующее излучение и др.);
- данные тренда, полученные из предыдущих калибровочных записей;
- зафиксированная история обслуживания и ремонта;
- частота перекрестной проверки с другими эталонами или измерительными приборами;
- частота и качество промежуточных проверок за определенный промежуток времени;
- организация перевозок и риски; и
- степень подготовки обслуживающего персонала.

Хотя стоимость калибровки обычно не может быть проигнорирована при определении интервалов калибровки, увеличенная неопределенность измерений или более высокий риск с точки зрения качества измерений и услуг, возникающих из-за более длительных интервалов, могут смягчить кажущуюся высокую стоимость калибровки.

Процесс определения калибровочных интервалов представляет собой сложный математико-статистический процесс, требующий точных и значимых данных, полученных в процессе калибровки. По-видимому, не существует универсально применимой единой наилучшей практики установления и корректировки интервалов калибровки. Это создало необходимость в более глубоком понимании определения калибровочного интервала. Поскольку ни один метод не подходит идеально для всех средств измерений, в настоящем документе рассматриваются некоторые из более простых методов приписывания и пересмотра калибровочных интервалов и их пригодности для различных типов средств измерений. Эти методы были более подробно опубликованы в некоторых стандартах (например, [2]) или авторитетными техническими организациями (например, [5], [6], [7]) или в соответствующих научных журналах.

Эти методы могут быть использованы для первоначального выбора калибровочных интервалов и корректировки этих интервалов на основе опыта. Разработанные лабораторией методы или методы, принятые лабораторией, могут также использоваться, если они уместны и если они валидированы.

Лаборатория должна выбрать соответствующие методы и документировать те, которые используются. Результаты калибровки должны собираться в виде статистического набора данных, которые станут основой для будущих принимаемых решений по установлению интервалов калибровки средств измерений.

Независимо от установленных интервалов калибровки лаборатория должна иметь соответствующую систему для обеспечения надлежащего функционирования и действующего статуса калибровки эталонов и средств измерений, используемых лабораторией в течение интервалов калибровки (см. пункты 5.5.10 и 5.6.3.3 стандарта ISO/IEC 17025:2005).

## **2. Первоначальный выбор интервалов калибровки**

Первоначальное решение при определении интервала калибровки основывается на следующих факторах:

- рекомендация производителя средства измерений;
- ожидаемая степень и значимость использования;
- влияние окружающей среды;
- требуемая неопределенность в измерениях;
- максимально допустимые ошибки (например, органами законодательной метрологии);
- юстировка (или изменение) отдельного средства измерений;
- влияние измеряемой величины (например, воздействие высокой температуры на термометры); и
- объединенные или опубликованные данные для одних и тех же или подобных средств измерений.

Решение должно приниматься лицом или лицами с общим опытом измерений или опытом измерений конкретных приборов, подлежащих калибровке, и предпочтительно также со знанием интервалов, используемых другими лабораториями. Для каждого прибора или группы приборов должна быть сделана оценка времени, в течение которого показания прибора могут оставаться в пределах максимально допустимой ошибки после калибровки.

## **3. Методы пересмотра интервалов калибровки**

После того, как калибровка установлена на регулярной основе, должна быть возможна регулировка интервалов калибровки, чтобы оптимизировать баланс рисков и затрат, как указано во введении. Вероятно, будет обнаружено, что первоначально выбранные интервалы не дают желаемых оптимальных результатов по ряду причин, например:

- средства измерений могут быть менее надежными, чем ожидалось;
- использование может быть не таким, как ожидалось;
- может быть достаточно выполнить ограниченную калибровку определенных средств измерений вместо полной калибровки; и
- дрейф, определенный при повторной калибровке средств измерений, может показать, что более длительные интервалы калибровки могут быть возможны без увеличения рисков и т. д.

Доступен ряд методов для пересмотра интервалов калибровки. Выбранный метод отличается в зависимости от того:

- средства измерений обрабатываются индивидуально или группами (например, по модели производителя или по типу);
- средства измерений превышают калибровку по дрейфу во времени или по использованию;
- средства измерений показывают разные виды нестабильности;
- средства измерений подверглись юстировке; и
- данные доступны, и важное значение придается статистическому набору данных результатов калибровки средств измерений.

Так называемая «инженерная интуиция», которая фиксировала начальные интервалы калибровки, и система, которая поддерживает фиксированные интервалы без пересмотра, не считаются достаточно надежными и поэтому не рекомендуются.

### ***Метод 1: Автоматическая настройка или «лестница» (календарное время)***

Каждый раз, когда средство измерений калибруется на регулярной основе, последующий интервал увеличивается, если выясняется, что характеристики средства измерений находятся в пределах, например, 80% от максимально допустимой погрешности, требуемой для измерения, или уменьшается, если обнаружено, что они выходят за пределы этой максимально допустимой погрешности. Этот «лестничный» отклик может привести к быстрой регулировке интервалов и легко выполняется без оформительских усилий. При ведении и использовании записей будут известны возможные неполадки с группой приборов, указывающие на необходимость технической модификации или профилактического обслуживания.

Недостатком систем, обрабатывающих средства измерений по отдельности, может быть то, что трудно поддерживать плавную и сбалансированную рабочую нагрузку по калибровке и что это требует детального предварительного планирования.

Было бы неуместно доводить интервал до крайности, используя этот метод. Риск, связанный с отзывом большого количества выданных сертификатов или повторным выполнением большого количества работы, в конечном итоге может оказаться неприемлемым.

### ***Метод 2: Контрольная карта (календарное время)***

Контрольные карты являются одним из наиболее важных инструментов статистического контроля качества (SQC) и хорошо описаны в публикациях (например, [3], [4]).

В принципе, это работает следующим образом: выбираются значимые точки калибровки и результаты калибровки наносятся на график в виде их зависимости от времени. Из этих графиков рассчитываются как дисперсия результатов калибровки, так и дрейф, причем дрейф представляет собой либо средний дрейф за один интервал калибровки, либо, в случае очень стабильных средств измерений, дрейф за несколько интервалов. Исходя из этих цифр может быть рассчитан оптимальный интервал.

Этот метод сложно применить (на самом деле его очень трудно применять в случае комплексных средств измерений), и его можно использовать практически только при автоматической обработке данных. Прежде чем приступить к расчетам, требуется знание характеристик стабильности средства измерений или подобных средств измерений. Опять же, трудно достичь сбалансированной рабочей нагрузки на средство измерений. Тем не менее, значительное отклонение интервалов калибровки от предписанных допустимо без аннулирования расчетов надежности; надежность может быть рассчитана и теоретически, что по крайней мере, позволяет получить эффективный интервал калибровки. Кроме того, расчет дисперсии результатов калибровки будет указывать, являются ли пределы погрешности средства измерений, указанные в спецификации производителя, разумными, и анализ обнаруженного дрейфа характеристик может помочь в определении причины этого дрейфа.

### ***Метод 3: Время «в использовании»***

Это вариант вышеуказанных методов. Основной метод остается неизменным, но интервал калибровки выражается в часах использования, а не в календарных месяцах. Средство измерений оснащается индикатором истекшего времени и возвращается для калибровки, когда индикатор достигает указанного значения. Примерами таких средств измерений являются термометры, используемые при экстремальных температурах, грузопоршневой манометр давления газа, меры длины (т. е. приборы, которые могут



подвергаться механическому износу). Важным теоретическим преимуществом этого метода является то, что количество выполненных калибровок и, следовательно, стоимость калибровки непосредственно изменяется в зависимости от продолжительности использования средства измерений.

Кроме того, существует автоматическая проверка использования средства измерений. Однако использование автоматической проверки имеет много практических недостатков, в том числе:

- его нельзя использовать с пассивными средствами измерения (например, аттенуаторами) или мерами (сопротивления, емкости и т. д.);
- его нельзя использовать, когда известно, что средство измерений имеет дрейф показаний или портится, когда оно находится на полке или когда его используют, или когда оно подвергается нескольким коротким циклам включения-выключения;
- первоначальная стоимость предоставления и установки подходящих таймеров высока, и, поскольку пользователи могут вмешиваться в их работу, может потребоваться надзор, что снова увеличит затраты;
- добиться плавного хода работ еще сложнее, чем при использовании вышеупомянутых методов, поскольку (калибровочная) лаборатория не имеет знаний относительно окончания интервала калибровки.

#### ***Метод 4: Проверка работоспособности или метод «черного ящика»***

Это вариант методов 1 и 2 и особенно подходит для комплексных средств измерений или испытательных консолей. Критические параметры часто проверяются (один раз в день или даже чаще) с помощью портативного калибровочного устройства или, предпочтительно, «черного ящика», специально созданного для проверки выбранных параметров. Если «черный ящик» обнаруживает, что показания прибора выходят за пределы максимально допустимой погрешности, он возвращается для полной калибровки.

Основным преимуществом этого метода является то, что он обеспечивает максимальную доступность для пользователя средства измерений. Он очень подходит для приборов, географически удаленных от калибровочной лаборатории, поскольку полная калибровка выполняется только тогда, когда известно, что это требуется. Трудность заключается в выборе критических параметров и разработке «черного ящика».

Хотя теоретически метод является очень надежным, его применение неоднозначно, поскольку средство измерений может давать сбой по какому-либо параметру, который не измеряется «черным ящиком». Кроме того, характеристики самого «черного ящика» могут не оставаться постоянными.

Примерами средств измерений, подходящих для этого метода, являются измерители плотности (резонансного типа); платиновые термометры сопротивления Pt (в сочетании с методами календарного времени); дозиметры (источник включен) и измерители уровня звука (источник включен).

#### ***Метод 5: Другие статистические подходы***

Методы, основанные на статистическом анализе отдельного средства измерений или типа средства измерений, также могут быть возможными. Эти методы приобретают все больший интерес, особенно при использовании в сочетании с адекватными программными инструментами. Пример такого программного инструмента и его математическое обоснование описан А. Лепеком [9].

Когда необходимо откалибровать большое количество идентичных средств измерений (т.е. средства измерений одной группы), интервалы калибровки можно пересмотреть с помощью статистических методов. Подробные примеры можно найти, например, в работе Л. Ф. Пау [7].

### **Сравнение методов**

Ни один из методов не подходит идеально для всех применяемых средств измерений (см. Таблицу 1). Кроме того, следует отметить, что выбранный метод будет зависеть от того, намерена ли лаборатория ввести плановое техническое обслуживание. Могут быть и другие факторы, которые будут влиять на выбор метода лабораторией. Выбранный метод, в свою очередь, повлияет на форму сохраняемых записей.

Таблица 1: Сравнение методов пересмотра интервалов калибровки

	<b>Метод 1</b> «Лестница»	<b>Метод 2</b> Контрольные карты	<b>Метод 3</b> «Время в использовании»	<b>Метод 4</b> «Чёрный ящик»	<b>Метод 5<sup>1)</sup></b> Другие статистические подходы
Надежность	средняя	высокий	средняя	высокая	средняя
Сложность применения	низкая	высокая	средняя	низкая	высокая
Сбалансированная рабочая нагрузка	средняя	средняя	плохая	средняя	плохая
Применимость с учетом конкретных приборов	средняя	низкая	высокая	высокая	низкая
Доступность средств измерений	средняя	средняя	средняя	высокая	средняя

1) Лучшая оценка достигается при использовании соответствующего программного средства.

## Библиография

- [1] ISO/IEC 17025:2005  
General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
- [2] ISO 10012-1, Edition:1992-01  
Quality Assurance Requirements for Measuring Equipment;  
Management of Measuring Equipment
- [3] Montgomery, D. C.: Introduction to Statistical Quality Control  
John Wiley & Sons, 4th ed., 2000
- [4] ANSI/ASQC B1-B3-1996: Quality Control Chart Methodologies
  
- [5] Methods of reviewing calibration intervals  
Electrical Quality Assurance Directorate  
Procurement Executive, Ministry of Defense  
United Kingdom (1973)
- [6] Establishing and Adjustment of Calibration Intervals  
NCSL Recommended Practice RP-1, 1996
- [7] Pau, L.F.: Périodicité des Calibrations  
Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, 1978
- [8] Garfield, F.M.: Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories  
AOAC Int., 3rd Edition, 2000
- [9] Lepek, A.: Software for the prediction of measurement standards  
NCSL International Conference, 2001
- [10] ISO 9001:2000  
Quality management systems – Requirements
- [11] International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM),  
BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, OIML. Published by ISO, Geneva, Switzerland, 2nd ed.,1993