

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование
Российской Федерации

4.3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ОБЩЕЙ
И ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ**

Методические указания по методам контроля
МУК 4.3. *4181* -25

Москва 2025

Методические указания по измерению общей и локальной вибрации на рабочих местах. МУК 4.3.4181 -25

1. Разработаны: ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора (С.В. Мартин, И.Н. Кудряшов, А.А. Калинин, А.А. Федорук); ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» (В.Е. Крийт, Ю.Н. Сладкова, Д.Н. Скляр, О.В. Волчкова).

2. Утверждены руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой «30» октября 2025 г.

3. МУК 4.3. *4181* -25 введены взамен Методических указаний по проведению измерений и гигиенической оценки производственных вибраций, утвержденных заместителем Главного государственного санитарного врача СССР 10.07.1985 № 3911-85.

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации



А.Ю. Попова

«30» октября 2025 г.

Дата введения «30» января 2026 г.

4.3. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ОБЩЕЙ И ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Методические указания по методам контроля
МУК 4.3. 4181-25

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящие методические указания по методам контроля (далее – МУК) описывают алгоритм проведения измерений общей и локальной вибрации на рабочих местах на соответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям¹.

1.2. Настоящие МУК не распространяются на измерение вибрационных характеристик машин и оборудования, на измерение импульсной локальной вибрации, а также на условия труда водолазов, космонавтов, условия выполнения аварийно-спасательных работ или боевых задач.

¹ Глава V СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 (зарегистрировано Минюстом России 29.01.2021, регистрационный № 62296), с изменениями, внесенными постановлениями Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.12.2022 № 24 (зарегистрировано Минюстом России 09.03.2023, регистрационный № 72558); от 16.12.2024 № 12 (зарегистрировано Минюстом России 08.04.2025, регистрационный № 81783) (далее – СанПиН 1.2.3685-21).

1.3. Настоящие МУК применяются при:

- осуществлении федерального государственного санитарно-эпидемиологического контроля (надзора);
- осуществлении санитарно-эпидемиологических экспертиз, обследований, исследований, испытаний, оценок;
- осуществлении производственного контроля;
- обращении работников с жалобами на неблагоприятные условия труда по вибрационному воздействию;
- проведении других видов контроля соблюдения санитарно-эпидемиологических требований (например, лицензионный) и выполнения профилактических мероприятий.

1.4. Контролируемыми показателями вибрации на рабочем месте в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями² являются:

- эквивалентное скорректированное виброускорение за рабочую смену, $a_{w,8h}$ и $a_{hw,8h}$ (в m/s^2) для общей и локальной вибрации соответственно;
- эквивалентный скорректированный уровень виброускорения за рабочую смену, $L_{aw,8h}$ и $L_{ahw,8h}$ (в дБ) для общей и локальной вибрации соответственно.

1.5. Настоящие МУК базируются на методах прямых измерений и методиках, внесенных в эксплуатационную документацию применяемых средств измерений (далее – СИ) утвержденного типа.

1.6. МУК носят рекомендательный характер.

II. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Для проведения измерений общей и локальной вибрации на рабочих местах используются СИ утвержденного типа, имеющие действующую поверку и соответствующие проводимым исследованиям область применения и диапазон измерений, в соответствии с законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений³.

2.2. Сведения об утвержденных типах СИ включены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений⁴.

² Глава V СанПиН 1.2.3685-21.

³ Статья 9 Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»; постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».

⁴ Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (утвержденные типы СИ) – fgis.gost.ru/fundmetrology/registry/4 (в свободном доступе).

2.3. Измерения вибрации выполняются виброметрами, соответствующими требованиям документов по стандартизации⁵, и оснащенными октавными и третьоктавными фильтрами класса 1⁶. Возможно использование виброметров, тип которых утвержден в период действия ГОСТ ИСО 8041-2006.

2.4. Для измерений использование трехканальных СИ с одновременным измерением по трем осям является предпочтительным. Допускается измерение с помощью одноканальных СИ, если обеспечено одинаковое вибрационное воздействие (например, одинаковый режим работы оборудования, качество дорожного покрытия, скоростной режим) при последовательном измерении по трем осям.

2.5. Средства для проверки измерительного тракта, в том числе для проверки чувствительности акселерометра, должны соответствовать документам по стандартизации⁷.

2.6. Эксплуатация, хранение и транспортирование СИ осуществляются в соответствии с эксплуатационной документацией применяемого СИ.

III. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

3.1. Метод измерения эквивалентного скорректированного ускорения на рабочем месте основывается на многократном прямом измерении текущих среднеквадратичных (эквивалентных) скорректированных ускорений или их логарифмических уровней в контрольных точках (далее – КТ) (при вибрации, передающейся через ноги стоящего работника) либо на сиденье оператора машин (при вибрации, передающейся через ягодицы сидячего работника) на периоде(ах) наблюдения с последующим усреднением.

3.2. Измеряемой величиной общей вибрации на рабочих местах является среднеквадратичное значение ускорения со стандартизованной частотной коррекцией W_d (для X_o и Y_o) и W_k (для Z_o), m/s^2 , или его логарифмический уровень, дБ.

3.3. Процедура измерения вибрационного воздействия складывается из нескольких этапов:

– выделение операций, из совокупности которых складывается рабочий день субъекта исследований;

⁵ ГОСТ Р 59701.1-2022 «Вибрация. Средства измерений общей и локальной вибрации. Часть 1. Виброметры общего назначения», введенный приказом Росстандарта от 04.08.2022 № 733-ст (далее – ГОСТ Р 59701.1-2022).

⁶ ГОСТ Р 70024.1-2022 «Фильтры полосовые октавные и на долю октавы. Часть 1. Технические требования», введенный приказом Росстандарта от 15.11.2022 №1292-ст; ГОСТ Р 70024.2-2022 «Фильтры полосовые октавные и на долю октавы. Часть 2. Испытания в целях утверждения типа», введенный приказом Росстандарта от 15.11.2022 № 1293-ст.

⁷ Приложение А ГОСТ Р 59701.1-2022.

- выбор операций, во время которых следует проводить измерения вибрации;
- измерения среднеквадратичного значения скорректированного виброускорения или его логарифмического уровня для каждой выбранной операции;
- оценка типичной продолжительности воздействия вибрации в течение рабочего дня для каждой выбранной операции;
- расчет эквивалентного значения виброускорения или его логарифмического уровня за восьмичасовую рабочую смену.

Подготовка к проведению измерений

3.4. Подготовка к проведению измерений включает.

3.4.1. Предварительное обследование рабочего места, которое заключается:

- в ознакомлении с эксплуатационной и технической документацией на объект исследования, а также директивными документами на проведение работ;
- в определении источников общей вибрации, их расположение и временные характеристики генерации вибрации в течение рабочей смены;
- в составлении «фотографии вибрационного воздействия» в течение рабочей смены с целью определения рабочих операций, оказывающих вклад в значение эквивалентного виброускорения за смену, а также определения периода(ов) наблюдения;
- в определении для каждой выбранной операции продолжительности воздействия вибрации в течение рабочей смены.

3.4.2. Выбор КТ, т.е. места установки акселерометра, в которых следует проводить измерения вибрации, и крепление датчика(ов) вибрации в заданной КТ.

3.4.3. Исключение негативного влияния на точность измерения:

- контроль правильности подбора и крепления акселерометров;
- контроль достаточности времени измерения и адекватности выбора периода наблюдения;
- соответствие внешних условий эксплуатационным характеристикам СИ (например, температура, относительная влажность, атмосферное давление);
- устранение помех, вызванных случайными источниками (например, передвижение людей, нетипичные неровности при движении);
- принятие мер по исключению электромагнитных помех⁸;
- учет временных потерь контакта оператора с сиденьем, обусловленных технологическим процессом⁹.

⁸ Пункт 6.3.2 ГОСТ 31319-2006 «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах», введенного приказом Ростехрегулирования от 12.12.2007 № 363-ст (далее – ГОСТ 31319-2006).

⁹ Пункт 6.3.5 ГОСТ 31319-2006.

3.5. КТ рекомендуется располагать на поверхности в местах контакта с телом человека-оператора (например, на сидении, рабочей площадке или полу рабочей зоны). Для непостоянных рабочих мест или рабочих зон рекомендуется выбирать не менее 3 (трех) точек контроля в местах наибольших колебаний.

3.6. В каждой КТ акселерометр устанавливают на посадочной площадке по трем взаимно перпендикулярным направлениям: вертикальная перпендикулярная опорной поверхности (ось Z); горизонтальная от спины к груди (ось X); горизонтальная от правого плеча к левому (ось Y) в соответствии с базицентрической системой координат человека, приведенной на рисунке 1.

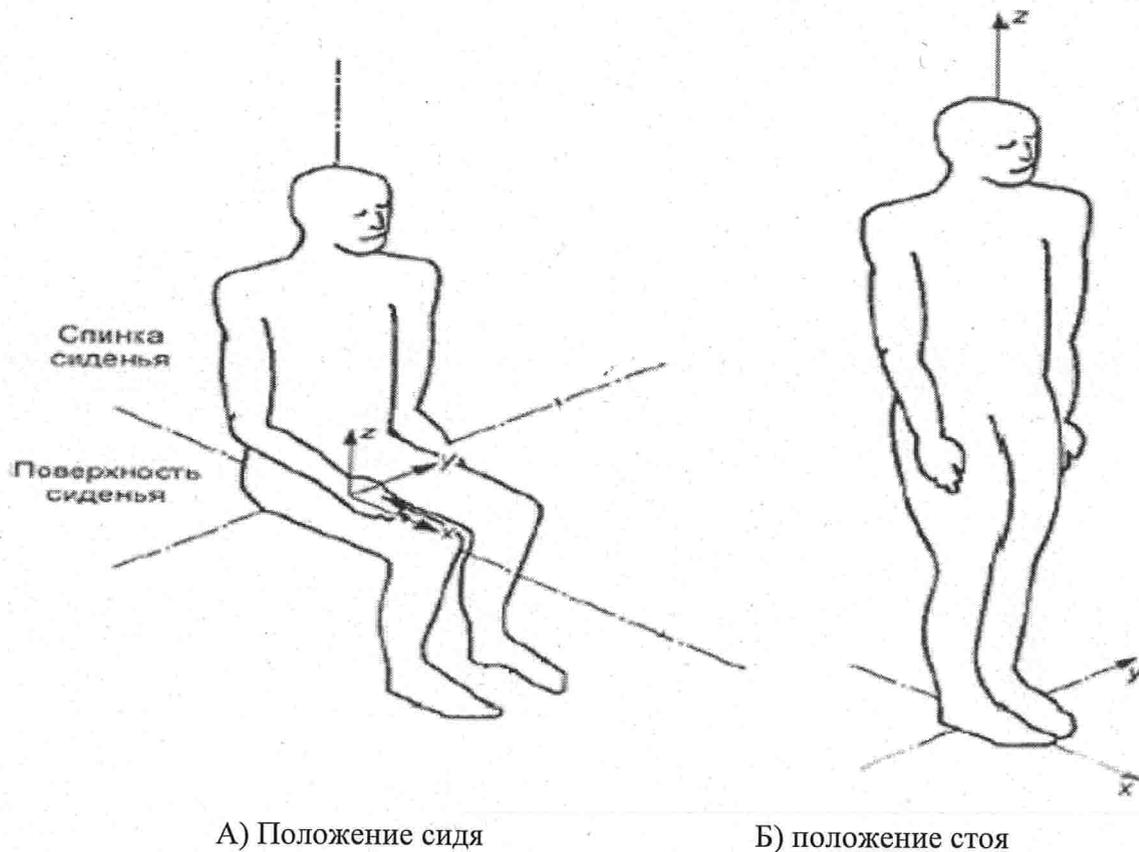


Рисунок 1 – базицентрическая система координат для тела человека

3.7. Датчик(и) вибрации крепится в выбранной точке в соответствии с документами по стандартизации¹⁰ либо способом, указанным в эксплуатационной документации СИ. Конструкция переходного элемента (адаптер, промежуточная платформа, гибкий или жесткий диск) выбирается в соответствии с рекомендациями изготовителя СИ.

3.8. Следует обращать внимание на надежность установки и крепления акселерометра, а также соединительного кабеля. Кабели не должны испытывать резких изгибов и натяжений, для чего рекомендуется оставлять короткую свободную петлю кабеля.

3.9. Измерение вибрации проводится на исправных машинах и исправном

¹⁰ Пункт 6.1.3 ГОСТ 31319-2006.

оборудовании, отвечающих правилам проведения работ. Машины и оборудование должны работать в паспортном или типовом технологическом режиме и при проведении реальных технологических операций. При контроле общей вибрации рекомендуется включить все источники, передающие вибрации на рабочее место в реальных производственных условиях. В качестве альтернативного способа измерений вибрации на достаточном временном периоде рабочие операции могут быть смоделированы искусственно (имитация производственной деятельности).

3.10. При измерении вибрации машина или оборудование должны работать в установившемся режиме. Рекомендуется по возможности выбирать постоянный продолжительный режим работы без лишних рывков, ударов для получения устойчивого показания прибора и надежного их отсчета.

3.11. Проверка работоспособности СИ и чувствительности измерительного тракта проводится в соответствии с эксплуатационной документацией с помощью виброкалибратора до и после проведения измерений. Проверка чувствительности измерительного тракта также проводится в случае сомнения в исправности акселерометра или соединительного кабеля.

За серию измерений принимаются все измерения, выполненные без резкого изменения внешних условий и воздействия на СИ и его компоненты.

Выполнение измерений

3.12. Прямые однократные измерения среднеквадратичного скорректированного виброускорения или их логарифмических уровней выполняются в соответствии с методикой, изложенной в эксплуатационной документации СИ.

3.13. В течение периода наблюдения проводится несколько измерений, следующих друг за другом или с некоторыми перерывами, в зависимости от характера вибрации. Количество измерений – не менее четырех.

3.14. Продолжительность периодов наблюдения и измерений должна обеспечивать получение значений вибрации, представительных для всего периода воздействия.

Для обеспечения необходимой статистической точности получаемых результатов продолжительность каждого измерения должна составлять не менее трех минут.

Продолжительность измерений регистрируется в рабочем журнале или другом документе выполнения измерений (например, акте проведения измерений).

3.15. Вибрацию целесообразно измерять одновременно по трем направлениям осей базицентрической системы координат.

3.16. Результатом измерения на периоде наблюдения является среднее значение эквивалентного скорректированного ускорения или его логарифмического уровня по каждому направлению, рассчитанное по формулам (1-2):

$$a_{w,T_H} = \frac{\sum_{i=1}^N a_{w,i}}{N}, \text{ м/с}^2; \quad (1)$$

$$L_{aw,T_H} = 20 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,05 L_{aw,i}} \right), \text{ Дб}, \quad (2)$$

где: $a_{w,i}$ и $L_{aw,i}$ – результат i -го замера;

N – количество замеров на периоде наблюдения.

3.17. Полученные среднеквадратичные значения скорректированного ускорения при измерениях в абсолютных величинах следует округлять до 2 значащих цифр, а их логарифмические уровни – до десятых долей децибела.

3.18. Во время проведения измерений регистрируется информация в соответствии с документами по стандартизации¹¹ и в соответствии с прописанными в лаборатории требованиями СМК к первичным записям, допускается запись результатов в энергонезависимую память СИ в соответствии с эксплуатационной документацией.

Обработка и оформление результатов измерений

3.19. Эквивалентное ускорение или его логарифмический уровень на периоде воздействия для каждого направления рассчитывается по формулам (3, 4):

$$a_{w,T_{\text{возд}}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^J T_{H,j} \times a_{w,T_{H,j}}^2}{\sum_{j=1}^J T_{H,j}}}, \text{ м/с}^2; \quad (3)$$

$$L_{aw,T_{\text{возд}}} = 10 \lg \left[\frac{\sum_{j=1}^J T_{H,j} \times 10^{0,1 L_{aw,T_{H,j}}}}{\sum_{j=1}^J T_{H,j}} \right], \text{ Дб}, \quad (4)$$

где: $a_{w,T_{H,j}}$ и $L_{aw,T_{H,j}}$ – результат измерения на j -ом периоде наблюдения;

$T_{H,j}$ – продолжительность j -ого периода наблюдения;

J – количество периодов наблюдения на периоде воздействия.

3.20. Эквивалентное скорректированное виброускорение или его логарифмический уровень за рабочую смену для каждого направления рассчитывается по формулам (5-6):

¹¹ ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», введенный приказом Росстандарта от 15.07.2019 № 385-ст (далее – ГОСТ ISO/IEC 17025-2019).

$$a_{w,8h} = a_{w,T_{\text{возд}}} \sqrt{\frac{T_{\text{возд}}}{T_{\text{смены}}}}, \text{ м/с}^2; \quad (5)$$

$$L_{aw,8h} = L_{aw,T_{\text{возд}}} + 10 \lg \left(\frac{T_{\text{возд}}}{T_{\text{смены}}} \right), \text{ дБ}, \quad (6)$$

где: $a_{w,T_{\text{возд}}}$ – эквивалентное значение виброускорения на периоде воздействия в м/с²;

$L_{aw,T_{\text{возд}}}$ – эквивалентный уровень виброускорения на периоде воздействия в дБ.

3.21. Результаты измерений представляются с расширенной неопределенностью измерений. Алгоритм расчета расширенной неопределенности измерений представлен в приложении 1 к настоящим МУК.

3.22. Результаты измерений оформляются в виде протокола измерений, оформленного в соответствии с документами по стандартизации¹² и в соответствии с прописанными в лаборатории требованиями СМК.

Дополнительно вносится информация, необходимая для однозначного толкования результатов (приложение 2 к настоящим МУК), а также данные о СИ.

IV. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

4.1. Метод измерения эквивалентного скорректированного ускорения локальной вибрации при использовании ручного инструмента на рабочем месте либо при управлении транспортным средством основывается на многократном прямом измерении текущих среднеквадратичных (эквивалентных) скорректированных ускорений или их логарифмических уровней в контрольных точках на периоде(ах) наблюдения с последующим усреднением.

4.2. Примеры расположения точек измерения для некоторых наиболее распространенных видах ручных машин показаны на рисунке 2.

¹² Раздел 7.8 ГОСТ ISO/IEC 17025-2019; ГОСТ Р 58973-2020 «Оценка соответствия. Правила к оформлению протоколов испытания», введенный приказом Росстандарта от 27.08.2020 №563-ст (далее – ГОСТ Р 58973-2020).

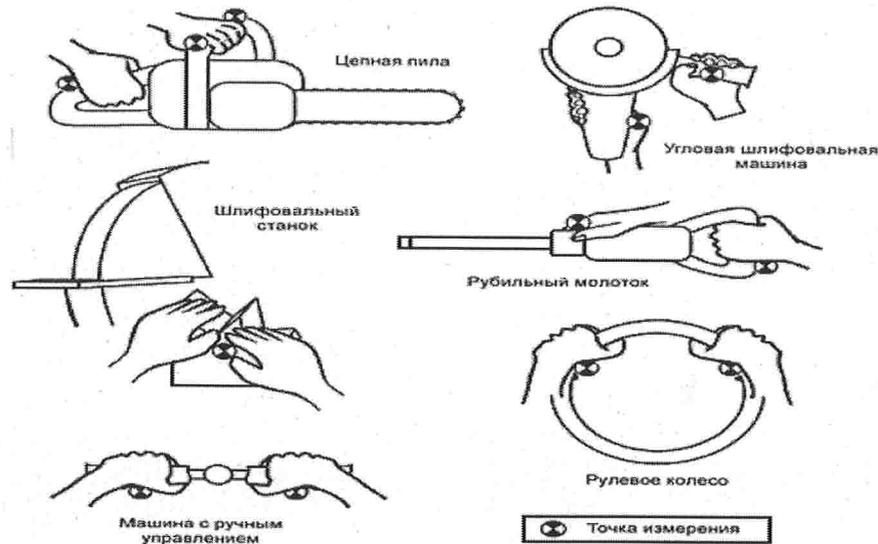


Рисунок 2 – примеры расположения точек измерения для типичных случаев воздействия локальной вибрации¹³

4.3. Измеряемой величиной локальной вибрации на рабочих местах является среднеквадратичное значение ускорения со стандартизованной частотной коррекцией W_h (для X_L , Y_L и Z_L), m/s^2 , или его логарифмический уровень, дБ.

4.4. Процедура измерения вибрационного воздействия складывается из нескольких этапов:

- выделение операций, из совокупности которых складывается рабочий день субъекта исследований;
- выбор операций, во время которых следует проводить измерения вибрации;
- измерения среднеквадратичного значения скорректированного виброускорения или его логарифмического уровня для каждой выбранной операции;
- оценка типичной продолжительности воздействия вибрации в течение рабочего дня для каждой выбранной операции;
- расчет эквивалентного значения виброускорения или его логарифмического уровня за восьмичасовую рабочую смену.

Подготовка к проведению измерений

4.5. Подготовка к проведению измерений включает:

4.5.1. Предварительное обследование рабочего места, которое заключается:

- в ознакомлении с эксплуатационной и технической документацией на объект исследования, а также директивными документами на проведение работ;

¹³ Приложение А ГОСТ 31192.2-2005 «Вибрация. Измерения локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах», введенного приказом Росстандарта от 12.12.2007 № 364-ст (далее – ГОСТ 31192.2-2005).

- в определении источника(ов) локальной вибрации в течение рабочей смены (количество, их расположение и временные характеристики генерации);

- в определении продолжительности воздействия для источника(ов) локальной вибрации в течение рабочей смены.

4.5.2. Выбор КТ, в которых следует проводить измерения вибрации, и крепления акселерометра(ов) в заданной КТ.

4.5.3. Исключение негативного влияния на точность измерения:

- контроль правильности подбора и крепления акселерометров;
- контроль достаточности времени измерения и адекватности выбора периода наблюдения;

- соответствие внешних условий эксплуатационным характеристикам СИ (например, температура, относительная влажность, атмосферное давление);

- принятие мер по исключению электромагнитных помех¹⁴;

- устранение помех, вызванных случайными событиями (например, закусывание диска шлифовальной машины, выпадение вставного инструмента или необходимость краткосрочного переноса руки на другие органы управления ТС);

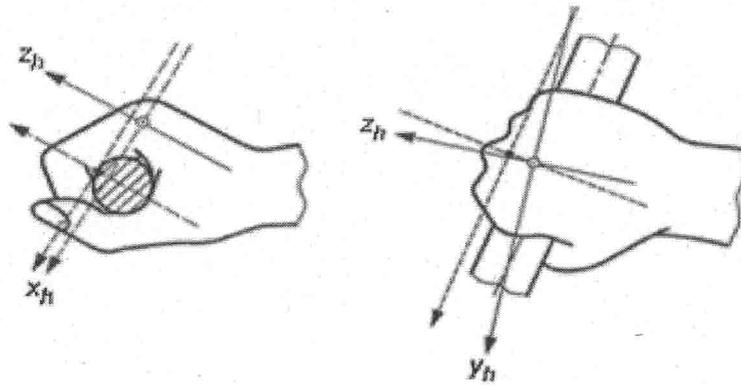
- учет временных потерь контакта акселерометра с источником вибрации для дальнейшего их исключения из анализа.

4.6. КТ рекомендуется располагать на поверхностях в местах контакта с телом человека-оператора (например, в местах контакта рук оператора с рукоятками или рычагами управления).

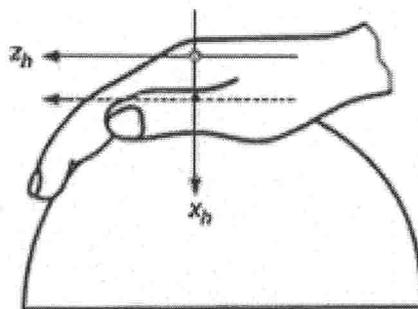
При использовании источников вибрации, предполагающий контакт обеих рук (например, инструмент с двуручным хватом, рычаги управления гусеничным транспортом), КТ располагаются в местах контакта каждой руки.

4.7. В каждой КТ акселерометр устанавливаются на посадочной площадке по трем взаимно перпендикулярным направлениям: направление подачи или приложения силы нажатия (ось Z); ось рукоятки (ось Y); перпендикулярно первым двум направлениям (ось X) в соответствии с базицентрической системой координат кисти человека при выполнении работы, приведенной на рисунке 3.

¹⁴ Пункт 6.2.2 ГОСТ 31192.2-2005.



А) Положение «сжатая ладонь» (кисть обхватывает цилиндрическую рукоятку)



Б) Положение «плоская ладонь» (кисть нажимает на сферическую поверхность)

Обозначения:

————— биодинамическая система координат;

----- базицентрическая система координат

Рисунок 3 – система координат, связанная с кистью руки

4.8. Датчик(и) вибрации крепится в выбранной точке в соответствии с документами по стандартизации¹⁵ либо способом, указанным в эксплуатационной документации СИ. Конструкция переходного элемента (например, адаптер, зажим, хомут, трубочина) выбирается в соответствии с рекомендациями изготовителя СИ.

4.9. Следует обращать внимание на надежность установки и крепления акселерометра, а также соединительного кабеля. Рекомендуется оставлять короткую свободную петлю кабеля с целью устранения резких изгибов и натяжений.

4.10. Измерение вибрации проводится на исправных машинах и исправном оборудовании, отвечающих правилам проведения работ. Машины и оборудование должны работать в паспортном или типовом технологическом режиме и при проведении реальных технологических операций. В качестве альтернативного способа допускается проведение измерений вибрации в процессе имитации рабочей операции, когда периоды действия вибрации искусственно удлиняют, но рабочие условия при этом поддерживают максимально близкими к тем, что имеют

¹⁵ Пункт 6.1.4, приложение D ГОСТ 31192.2-2005.

место при обычном выполнении рабочей операции.

4.11. Проверка работоспособности СИ и чувствительности измерительного тракта проводится в соответствии с эксплуатационной документацией с помощью виброкалибратора до и после проведения измерений. Проверка чувствительности измерительного тракта также проводится в случае сомнения в исправности акселерометра или соединительного кабеля.

За серию измерений принимаются все измерения, выполненные без резкого изменения внешних условий и воздействия на СИ и его компоненты.

Выполнение измерений

4.12. Прямые однократные измерения среднеквадратичного скорректированного виброускорения или их логарифмических уровней выполняют в соответствии с методикой, изложенной в эксплуатационной документации СИ.

4.13. В течении периода наблюдения проводится несколько измерений, следующих друг за другом или с некоторыми перерывами, в зависимости от характера вибрации. Количество измерений – не менее четырех.

4.14. Продолжительность периодов наблюдения и измерений должна обеспечивать получение значений вибрации, представительных для всего периода воздействия.

Для обеспечения необходимой статистической точности получаемых результатов общее время измерения, представляющее собой сумму отдельных измерений, должно быть не менее 1 минуты.

Продолжительность измерений регистрируется в рабочем журнале или другом документе выполнения измерений (например, акте проведения измерений).

4.15. Вибрацию целесообразно измерять одновременно по трем направлениям осей базицентрической системы координат.

4.16. Результатом измерения на периоде наблюдения является среднее значение эквивалентного скорректированного ускорения или его логарифмического уровня по каждому направлению, рассчитанное по формулам (7-8):

$$a_{hw,T_H} = \frac{\sum_{i=1}^N a_{hw,i}}{N}, \text{ м/с}^2; \quad (7)$$

$$L_{ahw,T_H} = 20 \lg \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,05 L_{ahw,i}} \right), \text{ дБ}, \quad (8)$$

где: $a_{hw,i}$ и $L_{ahw,i}$ – результат i -го замера;

N – количество замеров на периоде наблюдения.

При использовании источников вибрации, предполагающий контакт обеих рук, значения a_{hw,T_H} или L_{ahw,T_H} определяются для каждой КТ отдельно.

4.17. Полученные среднеквадратичные значения скорректированного ускорения при измерениях в абсолютных величинах следует округлять до 2 значащих цифр, а их логарифмические уровни – до десятых долей децибела.

4.18. Во время проведения измерений регистрируется информация в соответствии с документами по стандартизации¹⁶ и в соответствии с прописанными в лаборатории требованиями СМК к первичным записям, допускается запись результатов в энергонезависимую память СИ в соответствии с эксплуатационной документацией.

Обработка и оформление результатов измерений

4.19. Эквивалентное ускорение или его логарифмический уровень от источника(ов) локальной вибрации на периоде воздействия для каждого направления рассчитывается по формулам (9-10):

$$a_{hw,T_{возд}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^J T_{H,j} \times a_{hw,T_{H,j}}^2}{\sum_{j=1}^J T_{H,j}}}, \text{ м/с}^2; \quad (9)$$

$$L_{ahw,T_{возд}} = 10 \lg \left[\frac{\sum_{j=1}^J T_{H,j} \times 10^{0,1 L_{ahw,T_{H,j}}}}{\sum_{j=1}^J T_{H,j}} \right] \text{ дБ}, \quad (10)$$

где: $a_{hw,T_{H,j}}$ и $L_{ahw,T_{H,j}}$ – результат измерения на j -ом периоде наблюдения;

$T_{H,j}$ – продолжительность j -ого периода наблюдения;

J – количество периодов наблюдения на периоде воздействия.

При использовании источников вибрации, предполагающий контакт обеих рук, для расчета эквивалентного ускорения или его логарифмического уровня на периоде воздействия от источника(ов) локальной вибрации используется максимальное значение $a_{hw,T_{H,j}}$ или $L_{ahw,T_{H,j}}$, полученных в КТ.

4.20. Эквивалентное скорректированное виброускорение или его логарифмический уровень за рабочую смену для каждого направления рассчитывается по формулам (11-12):

$$a_{hw,8h} = a_{hw,T_{возд}} \sqrt{\frac{T_{возд}}{T_{смены}}}, \text{ м/с}^2; \quad (11)$$

¹⁶ ГОСТ ISO/IEC 17025-2019.

$$L_{ahw,8h} = L_{ahw,T_{возд}} + 10 \lg \left(\frac{T_{возд}}{T_{смены}} \right), \text{ дБ}, \quad (12)$$

где: $a_{hw,T_{возд}}$ – эквивалентное значение виброускорения на периоде воздействия в м/с^2 ;

$L_{ahw,T_{возд}}$ – эквивалентный уровень виброускорения на периоде воздействия в дБ.

4.21. Результаты измерений представляются с расширенной неопределенностью измерений. Алгоритм расчета расширенной неопределенности измерений представлен в приложении 1 к настоящим МУК.

4.22. Результаты измерений оформляются в виде протокола измерений, оформленного в соответствии с документами по стандартизации¹⁷ и в соответствии с прописанными в лаборатории требованиями СМК.

Дополнительно вносится информация, необходимая для однозначного толкования результатов (см. приложение 2 к настоящим МУК), а также данные о СИ.

¹⁷ Раздел 7.8 ГОСТ ISO/IEC 17025-2019; ГОСТ Р 58973-2020.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА РАСШИРЕННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЩЕЙ И ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ

1. Неопределенность измерений среднеквадратичных скорректированных виброускорений и их логарифмических уровней зависит от источника вибрации, продолжительности измерений, расстояния между источником и точкой измерения, измерительной аппаратуры.

2. В качестве расширенной неопределенности измерений $U(N)$ вибрационных характеристик применяется односторонний интервал охвата усредненного значения виброускорения с уровнем доверия N , %, и коэффициентом охвата k .

3. Расширенная неопределенность измерений $U(N)$ определяется по формуле (13):

$$U(N) = k \times u, \quad (13)$$

где: k – коэффициент охвата для данного уровня доверия N ;

u – стандартная неопределенность измерения.

4. Для целей МУК принимается односторонний интервал охвата с уровнем доверия $N = 95$ %, что соответствует коэффициенту охвата $k = 1,65$, в предположении, что полученные значения являются нормально распределенными независимыми повторными наблюдениями.

Расчет расширенной неопределенности измерений общей вибрации

5. Расчет неопределенности измерений виброускорения или его логарифмического уровня выполняется в следующем порядке:

– вычисляется суммарная стандартная неопределенность за рабочую смену $u(8h)$ для каждого направления на основе стандартных неопределенностей входных величин по формуле (14):

$$u(8h) = \sqrt{\sum_{m=1}^M [c_{1,m}^2 (u_{a,m}^2 + u_{b,m}^2)]}, \quad (14)$$

где: $u_{a,m}$ – стандартная неопределенность измерения (тип А) для каждой операции на периоде наблюдения по каждому направлению;

$u_{b,m}$ – стандартная неопределенность инструментальной составляющей неопределенности измерения (тип В) для каждой операции на периоде наблюдения по каждому направлению;

$c_{1,m}$ – коэффициент чувствительности для соответствующих входных величин, действующих во время выполнения операции;

m – номер рабочей операции;

M – число рабочих операций.

Стандартная неопределенность ($u_{a,m}$), характеризующая непостоянство вибрации для каждой операции на периоде наблюдения по каждому направлению, рассчитывается для среднеквадратичного ускорения по формуле (15) или для уровня виброускорения по формуле (16):

$$u_{a,m} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_{w,i} - a_{w,T_H})^2}{N \times (N-1)}}; \quad (15)$$

$$u_{a,m} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (L_{aw,i} - L_{aw,T_H})^2}{N \times (N-1)}}, \quad (16)$$

где: $a_{w,i}$ и $L_{aw,i}$ – результат i -го замера;

a_{w,T_H} и L_{aw,T_H} – результат измерения на периоде наблюдения;

N – количество замеров на периоде наблюдения.

Примечание: в силу логарифмической природы уровней вибрации в дБ формула (16) применима при относительно небольшом разбросе значений в выборке (± 3 дБ).

Стандартная неопределенность ($u_{b,m}$), обусловленная применяемым СИ, оценивается для среднеквадратичного ускорения по формуле (17) или для уровня виброускорения по формуле (18):

$$u_{b,m} = \frac{\Delta a_{\text{инстр.}}}{\sqrt{3}}; \quad (17)$$

$$u_{b,m} = \frac{\Delta L_{\text{инстр.}}}{\sqrt{3}}, \quad (18)$$

где: $\Delta a_{\text{инстр}}$ – инструментальная погрешность измерения уровня виброускорения, м/с²;

$\Delta L_{\text{инстр}}$ – инструментальная погрешность измерения среднеквадратичного виброускорения, дБ, определяется в соответствии с эксплуатационной документацией средства измерения.

Примечание: возможно применение готового значения $u_{b,m}$ в соответствии с документами по стандартизации¹⁸.

¹⁸ ГОСТ Р 70104-2023 «Вибрация. Измерения вибрации на рабочих местах. Методы оценки неопределенности измерения», введенный приказом Росстандарта от 28.09.2023 № 990-ст (далее – ГОСТ Р 70104-2023).

Коэффициент чувствительности ($c_{1,m}$) для каждой операции на периоде наблюдения по каждому направлению рассчитывается для среднеквадратичного ускорения по формуле (19) или для уровня виброускорения по формуле (20):

$$c_{1,m} = \frac{T_{н,m} \times a_{w,T_{н,m}}}{T_{смены} \times a_{w,8h}}; \quad (19)$$

$$c_{1,m} = \frac{T_{н,m}}{T_{смены}} \times 10^{0,1(L_{aw,T_{н,m}} - L_{aw,8h})}, \quad (20)$$

где: $a_{w,T_{н,m}}$ и $L_{aw,T_{н,m}}$ – результат измерения на периоде наблюдения m -ой операции;

$a_{w,8h}$ и $L_{aw,8h}$ – эквивалентное скорректированное виброускорение или его логарифмический уровень за рабочую смену;

$T_{н,m}$ – продолжительность периода наблюдения m -ой операции;

$T_{смены}$ – нормативная продолжительность рабочей смены;

– вычисляется расширенная неопределенность измерения ($U_{0,95}$), по формуле (21):

$$U_{0,95} = 1,65 \times u(8h) \quad (21)$$

6. Результат измерения представляется в виде выражений (22-23):

$$a_{w,8h} + U_{0,95}, \text{ м/с}^2; \quad (22)$$

$$L_{aw,8h} + U_{0,95}, \text{ дБ}, \quad (23)$$

где: $a_{w,8h}$ – эквивалентное скорректированное виброускорение за рабочую смену, м/с²;

$L_{aw,8h}$ – эквивалентный скорректированный уровень виброускорения за рабочую смену, дБ.

Расчет расширенной неопределенности измерений локальной вибрации

7. Расчет неопределенности измерений виброускорения или его логарифмического уровня выполняется в следующем порядке:

– вычисляется суммарная стандартная неопределенность за рабочую смену $u(8h)$ для каждого направления на основе стандартных неопределенностей входных величин по формуле (24):

$$u(8h) = \sqrt{\sum_{m=1}^M [c_{1,m}^2 (u_{a,m}^2 + u_{b,m}^2)]}, \quad (24)$$

где: $u_{a,m}$ – стандартная неопределенность измерения (тип А) для каждого источника вибрации на периоде наблюдения по каждому направлению;

$u_{b,m}$ – стандартная неопределенность инструментальной составляющей неопределенности измерения (тип В) для каждого источника вибрации на периоде наблюдения по каждому направлению;

$c_{1,m}$ – коэффициент чувствительности для соответствующих входных величин, действующих во время выполнения операции;

m – номер рабочей операции;

M – число рабочих операций.

Стандартная неопределенность ($u_{a,m}$), характеризующая непостоянство вибрации от каждого источника на периоде наблюдения по каждому направлению, рассчитывается для среднеквадратичного ускорения по формуле (25) или для уровня виброускорения по формуле (26):

$$u_{a,m} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_{hw,i} - a_{hw,T_H})^2}{N \times (N-1)}}; \quad (25)$$

$$u_{a,m} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (L_{ahw,i} - L_{ahw,T_H})^2}{N \times (N-1)}}, \quad (26)$$

где: $a_{hw,i}$ и $L_{ahw,i}$ – результат i -го замера;

a_{hw,T_H} и L_{ahw,T_H} – результат измерения на периоде наблюдения;

N – количество замеров на периоде наблюдения.

Примечание: в силу логарифмической природы уровней вибрации в дБ формула (26) применима при относительно небольшом разбросе значений в выборке (± 3 дБ).

Стандартная неопределенность ($u_{b,m}$), обусловленная применяемым СИ, оценивается для среднеквадратичного ускорения по формуле (27) или для уровня виброускорения по формуле (28):

$$u_{b,m} = \frac{\Delta a_{\text{инстр.}}}{\sqrt{3}}; \quad (27)$$

$$u_{b,m} = \frac{\Delta L_{\text{инстр.}}}{\sqrt{3}}; \quad (28)$$

где: $\Delta a_{\text{инстр}}$ – инструментальная погрешность измерения уровня виброускорения, м/с²;

$\Delta L_{\text{инстр}}$ – инструментальная погрешность измерения среднеквадратичного виброускорения, дБ, определяется в соответствии с эксплуатационной документацией средства измерения.

Примечание: возможно применение готового значения $u_{b,m}$ в соответствии с документами по стандартизации¹⁹.

Коэффициент чувствительности ($c_{1,m}$) для каждого источника вибрации на периоде наблюдения по каждому направлению рассчитывается для среднеквадратичного ускорения по формуле (29) или для уровня виброускорения по формуле (30):

$$c_{1,m} = \frac{T_{n,m} \times a_{hw,T_{n,m}}}{T_{\text{смены}} \times a_{hw,8h}}, \quad (29)$$

$$c_{1,m} = \frac{T_{n,m}}{T_{\text{смены}}} \times 10^{0,1(L_{ahw,T_{n,m}} - L_{ahw,8h})}, \quad (30)$$

где: $a_{hw,T_{n,m}}$ и $L_{ahw,T_{n,m}}$ – результат измерения на периоде наблюдения m -ого источника вибрации;

$a_{hw,8h}$ и $L_{ahw,8h}$ – эквивалентное скорректированное виброускорение или его логарифмический уровень за рабочую смену;

$T_{n,m}$ – продолжительность периода наблюдения m -ого источника вибрации;

$T_{\text{смены}}$ – нормативная продолжительность рабочей смены;

– вычисляется расширенная неопределенность измерения ($U_{0,95}$), по формуле (31):

$$U_{0,95} = 1,65 \times u(8h) \quad (31)$$

8. Результат измерения представляется в виде выражений (32-33):

$$a_{hw,8h} + U_{0,95}, \text{ м/с}^2; \quad (32)$$

$$L_{ahw,8h} + U_{0,95}, \text{ дБ}, \quad (33)$$

где: $a_{hw,8h}$ – эквивалентное скорректированное виброускорение за рабочую смену, м/с²;

$L_{ahw,8h}$ – эквивалентный скорректированный уровень виброускорения за рабочую смену, дБ.

¹⁹ ГОСТ Р 70104-2023.

ИНФОРМАЦИЯ, ОТРАЖАЕМАЯ В ПРОТОКОЛЕ ИЗМЕРЕНИЙ

1. В протоколе измерений отражается:

- 1) информация, которую просит отразить заказчик;
- 2) информация, требуемая методикой;
- 3) информация, необходимая для толкования результатов измерений.

2. Общие сведения содержат:

- 1) наименование документа (протокол измерений), уникальную идентификацию протокола, идентификацию каждой страницы и конца протокола, наименование и адрес ИЛЦ или органа инспекции;
- 2) наименование и адрес заказчика;
- 3) описание, состояние и однозначную идентификацию объекта измерений;
- 4) дату и время проведения измерений;
- 5) информацию о средствах измерений: тип СИ и его наименование, заводской номер, номер свидетельства и срок действия поверки;
- 6) информацию об использованной методике измерений;
- 7) информацию об условиях измерений, в том числе о наличии помех и мерах по их устранению;
- 8) результаты измерений с указанием единиц измерений, расширенной неопределенности.
- 9) информацию о лицах, проводивших измерения и утвердивших протокол.

3. Дополнительно в протоколе отражается: информация об источниках вибрации, их локализация и временные характеристики (например: а) угловая шлифмашина GA5030, обрубка чугуна литья, 1 ч в смену; б) КАМАЗ 65115, сиденье, движение по асфальтобетону 4 ч в смену); расположение контрольных точек; сведения о процедуре проверки чувствительности измерительного тракта; количество и продолжительность периодов наблюдения; продолжительность периода воздействия вибрации в течении смены, а также сведения о лицах, присутствующих при проведении измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
2. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
3. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1847 «Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
6. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда».
7. ГОСТ Р 59701.1-2022 (ИСО 8041-1:2017) «Вибрация. Средства измерений общей и локальной вибрации. Часть 1. Виброметры общего назначения».
8. ГОСТ Р 70024.1-2022 «Фильтры полосовые октавные и на долю октавы. Часть 1. Технические требования».
9. ГОСТ Р 70024.2-2022 «Фильтры полосовые октавные и на долю октавы. Часть 2. Испытания в целях утверждения типа».
10. ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования».
11. ГОСТ 31191.1-2004 «Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования».
12. ГОСТ 31319-2006 «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах».
13. ГОСТ 31192.1-2004 «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования».
14. ГОСТ 31192.2-2005 «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах».
15. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».
16. ГОСТ Р 58973-2020 «Оценка соответствия. Правила к оформлению протоколов испытаний».
17. ГОСТ 34100.1-2017/ISO/IEC «Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по выражению неопределенности измерения».
18. ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения».
19. ГОСТ Р ИСО 10576-1-2006 «Статистические методы. Руководство по оценке соответствия установленным требованиям. Часть 1. Общие принципы».
20. ГОСТ Р 70104-2023 «Вибрация. Измерения вибрации на рабочих местах. Методы оценки неопределенности измерения».

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В настоящих МУК используются следующие термины, определения и обозначения:

Термины и определения

Вибрация производственная – это механические колебания твердых тел. По способу передачи человеку-оператору вибрация подразделяется на общую и локальную.

Общая вибрация – вибрация, передаваемая на тело стоящего, сидячего или лежащего человека в точках его опоры (ступни ног, ягодицы, спина, голова).

Локальная вибрация – вибрация, передаваемая через кисти рук человека в местах контакта с управляемой машиной или обрабатываемым изделием²⁰.

Период контроля – временной интервал, за который оценивается эквивалентный уровень виброускорения для сопоставления с нормативом. В качестве периода контроля на рабочем месте принимают продолжительность рабочей смены 8 часов (28800 секунд).

Период воздействия – временной интервал в течении рабочей смены, на котором работник подвергается воздействию вибрации. Под периодом воздействия может пониматься, например, время нахождения работника в помещении с работающим вибрационным активным оборудованием или продолжительность работы вибрационно активного оборудования в течении рабочей смены.

Период наблюдения – время, в течении которого может быть проведено несколько измерений, следующих друг за другом подряд или с некоторыми перерывами. Под периодом наблюдения также понимается время, характерное для воздействия вибрации в течении операции или режима эксплуатации машин или оборудования.

Период измерения – собственно время однократного измерения вибрации.

Операция – идентифицируемый рабочий процесс (совокупность выполняемого рабочего задания и рабочих условий), для которого проводят измерения представительной вибрации.

Рабочий цикл – повторяющаяся в течении рабочего дня операция или серия разных операций.

Ручная машина – ручной механизированный инструмент, который в процессе работы удерживается руками оператора, полностью или частично воспринимающего вес инструмента.

²⁰ Примечание: вибрация, передающаяся на ноги сидящего человека и на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, относится к локальной вибрации.

Корректированное виброускорение – значение виброускорения, измеренное с применением стандартизованной частотной коррекцией.

Корректированный уровень виброускорения – десять десятичных логарифмов отношения квадрата корректированного ускорения к квадрату опорного значения виброускорения, равному 10^{-6} м/с².

Текущее корректированное виброускорение – среднеквадратичное значение корректированного виброускорения в данный момент времени, усредненное со стандартизованной постоянной времени усреднения (для локальной вибрации – 1 секунда; для общей вибрации – 10 секунд).

Эквивалентное виброускорение – среднеквадратичное значение корректированного виброускорения на заданном интервале времени.

Эквивалентный уровень виброускорения – десять десятичных логарифмов отношения квадрата эквивалентного ускорения к квадрату опорного значения виброускорения.

$a_{w,8h}$ и $a_{hw,8h}$, (м/с²) – эквивалентное корректированное виброускорение за рабочую смену для общей и локальной вибрации, соответственно.

$L_{aw,8h}$ и $L_{ahw,8h}$, (дБ) – эквивалентный корректированный уровень виброускорения за рабочую смену для общей и локальной вибрации, соответственно.

$a_{w,T_{возд}}$ и $a_{hw,T_{возд}}$, (м/с²) – эквивалентное ускорение на периоде воздействия для общей и локальной вибрации, соответственно.

$L_{aw,T_{возд}}$ и $L_{ahw,T_{возд}}$, (дБ) – эквивалентный корректированный уровень виброускорения на периоде воздействия для общей и локальной вибрации, соответственно.

a_{w,T_n} и a_{hw,T_n} , (м/с²) – эквивалентное ускорение на периоде наблюдения для общей и локальной вибрации, соответственно.

L_{aw,T_n} и L_{ahw,T_n} , (дБ) – эквивалентный корректированный уровень виброускорения на периоде наблюдения для общей и локальной вибрации, соответственно.

$a_{w,i}$ и $a_{hw,i}$, (м/с²) – результат замера текущего эквивалентного корректированного ускорения для общей и локальной вибрации, соответственно.

$L_{aw,i}$ и $L_{ahw,i}$, (дБ) – результат замера текущего эквивалентного корректированного уровня виброускорения для общей и локальной вибрации, соответственно.

$\Delta a_{инстр}$ (м/с²) – инструментальная погрешность измерения уровня виброускорения для общей и локальной вибрации.

Примечание: для случаев, когда погрешность приведена в %, определяется по формулам (34) и (35) для общей и локальной вибрации соответственно:

$$\Delta a_{\text{инстр}} = \frac{\delta}{100} \times a_{w, T_n} \quad (34)$$

$$\Delta a_{\text{инстр}} = \frac{\delta}{100} \times a_{hw, T_n} \quad (35)$$

где: δ – относительная погрешность средства измерения, %;

a_{w, T_n} и a_{hw, T_n} – эквивалентное ускорение на периоде наблюдения для общей и локальной вибрации соответственно, м/с^2 .

Для случаев, когда погрешность приведена в дБ, необходим предварительный пересчет в среднюю относительную погрешность, выраженную в %.

Обозначения

N – количество замеров на периоде наблюдения.

J – количество периодов наблюдения на периоде воздействия.

M – число рабочих операций.

m – номер рабочей операции.

$T_{\text{смены}}$ – нормативная продолжительность рабочей смены (8 часов или 28800 секунд)²¹.

$T_{\text{возд}}$ – длительность воздействия вибрации в течении рабочей смены.

T_n – длительность периода наблюдения, характерное для воздействия вибрации в течении операции или режима эксплуатации машин или оборудования.

²¹ Примечание: при продолжительности рабочей смены, отличной от 8 часов, время $T_{\text{смены}}$ принимается равным фактической продолжительности рабочей смены при общей продолжительности работы 40 часов в неделю.