ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 54859— 2011

ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Определение параметров основного тона собственных колебаний

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2012

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Общие положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Государственным унитарным предприятием города Москвы «Московский научно-исследовательский и проектный институт типологии, экспериментального проектирования» (ГУП «МНИИТЭП»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2011 г. № 1564-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2012

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Основные положения . . . 2
5 Требования к измерительной системе . . . 3
6 Определение значений периода и логарифмического декремента основного тона собственных колебаний здания . . . 4
6.1 Общие требования к порядку выполнения измерений параметров основного тона собственных колебаний здания . . . 4
6.2 Порядок проведения измерений периода и обработки их результатов . . . 4
6.3 Порядок определения значений декремента . . . 5
6.4 Представление результатов измерений . . . 5
Приложение А (обязательное) Порядок обработки записей для определения значений периода . . . 6
Приложение Б (обязательное) Форма протокола измерений параметров основного тона собственных колебаний здания (сооружения) . . . 7
Приложение В (обязательное) Требования к методике измерений и метрологическим характеристикам элементов измерительной системы и измерительной системы в целом . . . 11
Приложение Г (обязательное) Допущения, принимаемые при оценке точности измерений параметров собственных колебаний зданий . . . 12
Приложение Д (обязательное) Порядок обработки записей для определения значений декремента . . . 13
Приложение Е (справочное) Значения коэффициента μ при заданной доверительной вероятности p . . . 15
Приложение Ж(справочное) Ориентировочные данные о границах диапазона (T_1, T_2) . . . 16
Библиография . . . 17

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Определение параметров основного тона собственных колебаний

Buildings and constructions. Determination of the parameters of the basic tone of free oscillations of buildings

Дата введения — 2012—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает правила определения значений следующих параметров основного тона собственных колебаний зданий и сооружений (далее — зданий): период и логарифмический декремент, а также инструментальный метод определения значений периода и логарифмического декремента основного тона собственных колебаний зданий и сооружений (далее — периода и декремента).

Настоящий стандарт применим также для определения значений периодов обертонов собственных колебаний зданий с ограничениями в соответствии с приложением А.

Настоящий стандарт также устанавливает общие требования к составу и метрологическим характеристикам применяемой измерительной системы.

Требования настоящего стандарта распространяются на проведение измерений для целей и на объектах, входящих в область применения ГОСТ Р 53778.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 8.563—2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ Р 53778—2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Общие требования

ГОСТ 8.009—84 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений

ГОСТ 8.207—76 Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 53778, а также по [1] — [5].

4 Основные положения

4.1 Период и логарифмический декремент основного тона собственных колебаний здания являются важными расчетными параметрами при анализе изменений напряженно-деформированного состояния здания в процессе эксплуатации, в том числе при проведении обследований и мониторинга технического состояния здания. Стандартизация метода определения значений этих параметров проводится в соответствии с требованиями [6], а также для обеспечения соблюдения требований [3] и ГОСТ Р 53778.

4.2 Для определения значений периода применяют косвенный метод измерений, при котором регистрируют процессы колебаний здания по трем взаимно перпендикулярным осям. Значения периода по каждой из осей определяют по результатам измерений по соответствующей оси расчетным методом, основанным на анализе спектров мощности колебаний здания.

4.3 Значения декремента по каждой из взаимно перпендикулярных осей определяют также расчетным методом по результатам измерений, проведенных для определения значений периода.

4.4 Колебания здания представляют собой суперпозицию собственных и вынужденных колебаний, вызванных различными внутренними (работой бытовой техники и различных технических систем здания) и внешними (городским транспортом, стройками и т. п.) воздействиями.

4.4.1 Для определения значений периода, как правило, регистрируют собственные колебания здания, вызванные естественным динамическим природно-техногенным фоном города (при наличии оборудования, чувствительного к уровням естественного динамического воздействия), поэтому в процессе измерений дополнительных воздействий на здание не производят.

Примечание — Этот метод определения значений периода имеет ограничения по точности, если фоновый шум и вызываемые им собственные колебания здания близки по амплитуде.

4.4.2 В зависимости от требований к погрешности измерений для создания собственных колебаний здания, имеющих более высокую по сравнению с шумом амплитуду, на здание могут оказываться дополнительные динамические воздействия.

Примечание — Ввиду нелинейности характеристик здания как колебательной системы, значения периода, определенные методами, описанными в 4.4.1 и 4.4.2, могут различаться друг от друга. Наличие такого различия не создает препятствий при использовании полученных результатов. Сравнение результатов проводят только для одинаковых методов (в соответствии с 4.4.1 или 4.4.2). В случае применения метода по 4.4.2 способ и места оказания дополнительных динамических воздействий, а также уровни таких воздействий должны быть приблизительно одинаковыми.

4.4.3 Требования к способу создания дополнительных динамических воздействий на здание в настоящем стандарте не устанавливаются. Интенсивность вибраций здания, вызванных дополнительными динамическими воздействиями, не должна превышать допустимых значений, определяемых в соответствии с [7].

4.4.4 Для обеспечения возможности сопоставления результатов измерений, проводимых на здании в различные периоды времени и при различных технических состояниях здания, необходимо принимать меры к тому, чтобы при проведении измерений нагрузки, которым подвергается здание, были одинаковыми.

Примечания

1 Одним из основных факторов, которые могут повлиять на результаты измерения периода, является снеговая нагрузка, поэтому измерения рекомендуется проводить в летнее время. В случае необходимости проведения измерений при наличии снеговой нагрузки, ее значение должно быть задокументировано.

2 Для зданий промышленного назначения характерно наличие и перемещение внутри зданий тяжелого технологического оборудования. В этом случае необходимо проводить измерения во время перерывов в работе или когда движущееся технологическое оборудование находится на одинаковых позициях, для чего эти позиции должны быть задокументированы в представляемом по результатам проведения измерений протоколе измерений. Допускается также проведение дополнительных исследований с целью установления связи между колебаниями конструкции здания и работой конкретного оборудования (см. также примечание 1 к пункту 1 приложения А).

4.5 Измерительная система должна обеспечивать преобразование аналоговых входных сигналов, пропорциональных измеряемым амплитудам колебаний здания, в цифровые, их регистрацию и сохранение, а также последующую обработку.

4.6 Метрологические характеристики применяемой измерительной системы должны обеспечивать погрешность измерений периода и декремента не выше допустимой погрешности измерения, значение которой, как правило, непосредственно связано с расчетами, определяющими зависимость изменений периода и декремента от напряженно-деформированного состояния конкретного здания. Требования к применяемым при этом методикам измерений — в соответствии с ГОСТ Р 8.563, [1], [8], [9].

Примечание — Термин «методика измерений» установлен в [1]. Согласно ГОСТ Р 8.563 вместо него применяют термин «методика выполнения измерений».

4.7 Результаты определения значений периода и декремента заносят в протокол измерений, форма которого приведена в приложении Б.

5 Требования к измерительной системе

5.1 Применяемая для определения периода и декремента измерительная система включает в себя следующие подсистемы:

- сбора данных;
- регистрации и обработки данных.

5.1.1 Подсистема сбора данных состоит из трех первичных преобразователей, для которых измеряемой величиной являются параметры колебательных перемещений основания, на котором эти первичные преобразователи установлены. Первичные преобразователи устанавливают так, чтобы измерения проводились вдоль трех взаимно перпендикулярных осей, одна из которых является вертикальной плоскостью, а две другие — расположены в горизонтальной плоскости и совпадают с главными осями здания.

Примечание — В качестве первичных преобразователей могут применяться линейные акселерометры, датчики линейной скорости, датчики линейного перемещения.

5.1.1.1 Подсистема сбора данных предназначена для преобразования аналоговых входных сигналов первичных преобразователей, пропорциональных изменяющейся во времени измеряемой величине $A(t)$, в цифровые сигналы $A(\tau_k)$, где τ_k — дискретные значения времени t (аналого-цифровое преобразование).

5.1.1.2 Цифровые выходные сигналы первичных преобразователей передаются в подсистему регистрации и обработки.

5.1.2 Подсистема регистрации и обработки данных предназначена для хранения информации, поступившей из подсистемы сбора данных, и выполнения всех необходимых операций по ее обработке. Входными сигналами для подсистемы регистрации и обработки данных являются цифровые выходные сигналы первичных преобразователей подсистемы сбора данных $A(\tau_k)$, пропорциональные изменяющейся во времени амплитуде колебаний здания, выходными — значения периода T и декремента D.

Примечание — Рекомендуется применение компьютера с соответствующим программным обеспечением. Требования к типу применяемого компьютера и программному обеспечению измерительной системы относительно конкретных способов обработки полученных данных настоящим стандартом не устанавливаются.

5.2 При проектировании (выборе) измерительной системы и разработке методики проведения измерений соблюдают требования приложения В, а также принимают допущения в соответствии с приложением Г, что позволяет выделить при оценке точности измерений наиболее значимые составляющие общей погрешности измерения и исключить из рассмотрения те составляющие, вклад которых в общую погрешность пренебрежимо мал.

5.3 Соблюдение требований и принятие допущений по 5.2 соответствуют ГОСТ Р 8.563, ГОСТ 8.009, [10] и позволяют сделать следующие выводы:

- случайная составляющая общей погрешности измерений значительно больше систематической;
- погрешностями, источниками которых являются подсистема регистрации и обработки, а также применяемые при градуировке средства измерений и устройства, можно пренебречь.

6 Определение значений периода и логарифмического декремента основного тона собственных колебаний здания

6.1 Общие требования к порядку выполнения измерений параметров основного тона собственных колебаний здания

6.1.1 В соответствии с разделом 4 для определения значений параметров основного тона собственных колебаний здания проводят измерения, каждое из которых, осуществляемое с помощью измерительной системы, представляет собой серию из нескольких последовательно проводимых, одинаковых по времени дискретизации и продолжительности записей сигналов первичных преобразователей.

6.1.1.1 Число записей сигналов первичных преобразователей n выбирают в зависимости от требований к точности (погрешности) измерений с учетом выбранного значения доверительной вероятности p так, чтобы погрешность измерения не превышала допустимой.

Связь числа записей со значением погрешности измерения приведена в 6.4, а также в А.5 приложения А и в Д.4 приложения Д.

Значение доверительной вероятности выбирают, исходя из назначения здания и его элементов.

6.1.1.2 Время дискретизации сигналов первичных преобразователей $\Delta\tau = \tau_{k+1} - \tau_k$ (или соответствующую ему частоту дискретизации сигналов $\Delta\varphi = 1/\Delta\tau$) выбирают также в зависимости от требований к точности (погрешности) измерений, учитывая то, что частота дискретизации сигналов определяется требуемым частотным диапазоном измеряемого сигнала и ограничениями амплитудно-частотных характеристик первичных преобразователей. Частота дискретизации должна не менее чем в два-три раза превышать максимальную частоту возможного частотного диапазона измеряемого сигнала.

6.1.1.3 При выборе продолжительности записей сигналов первичных преобразователей L учитывают, что установленный в настоящем стандарте инструментальный метод определения значений периода и декремента основан на анализе спектров мощности колебаний здания, поэтому продолжительность записей определяет разность между ближайшими частотами и минимальную частоту в разложении сигнала при его преобразовании для получения спектра мощности.

6.1.2 При подготовке к выполнению измерений разрабатывают схему размещения первичных преобразователей. Поскольку амплитуда собственных колебаний возрастает с высотой здания, то для повышения уровня полезного выходного сигнала первичные преобразователи размещают на несущих конструкциях верхней части здания, по возможности вблизи оси центра масс здания. При исследовании элементов зданий первичные преобразователи размещают в соответствии с разработанной программой исследований.

6.1.3 Первичные преобразователи градуируют в соответствии с полученными от их производителей методиками градуировки.

6.1.4 Подготавливают для протокола измерений (см. приложение Б) материалы, характеризующие объект, измерительную систему и методику измерений (см. приложение 1 к протоколу измерений), а также заполняют графы 1—4 протокола измерений.

6.2 Порядок проведения измерений периода и обработки их результатов

6.2.1 В соответствии со схемой размещения в здании устанавливают проградуированные первичные преобразователи.

Примечание — В зависимости от значения допустимой погрешности измерения ориентирование измерительных осей первичных преобразователей в соответствии с 5.1.1 может потребовать применения вспомогательных средств измерений.

6.2.2 Подготавливают для протокола измерений материалы, характеризующие методику и условия проведения измерений (см. приложение 2 к протоколу измерений), а также заполняют графу 5 протокола измерений.

6.2.3 Включают и проводят проверку и настройку измерительной системы.

6.2.4 Проводят серию из n записей выходных сигналов первичных преобразователей.

Примечание — В случае применения метода, описанного в 4.4.2, для каждой записи создают дополнительное динамическое воздействие.

6.2.5 Записи регистрируют и сохраняют в подсистеме регистрации и обработки измерительной системы для последующей обработки.

6.2.6 Обработку полученных записей проводят раздельно по измерительным осям.

6.2.7 Обработку записей для определения значений периода проводят в соответствии с приложением А.

6.3 Порядок определения значений декремента

6.3.1 Значения декремента по каждой из измерительных осей определяют расчетом по результатам измерений, проводимых для определения периода.

6.3.2 Обработку записей для определения значений декремента проводят в соответствии с приложением Д.

6.4 Представление результатов измерений

6.4.1 Выводы, сделанные в 5.3, а также порядок проведения измерений по 6.2 и порядок обработки полученных результатов в соответствии с приложениями А и Д позволяют рассматривать погрешности измерения периода и декремента как случайные величины и оценивать их экспериментальным путем по полученным результатам измерений.

6.4.2 В этом случае в соответствии с ГОСТ 8.207 результаты измерений представляют в следующем виде:

$$T = T_{ср} \pm \Delta_T, \text{ при заданной вероятности } p; \quad (1)$$

$$D = D_{ср} \pm \Delta_T \text{ при заданной вероятности } p, \quad (2)$$

где Δ_T, Δ_D — абсолютные погрешности измерения периода и декремента соответственно;

p — доверительная вероятность определения погрешности.

6.4.3 Для выбранных значений n и p абсолютные погрешности измерений равны:

$$\Delta_T = \mu \cdot \sigma_T ; \quad (3)$$

$$\Delta_D = \mu \cdot \sigma_D . \quad (4)$$

где $\mu(n, p)$ определяют по таблице функции распределения Стьюдента при $n \le 20$ или по таблице функции Лапласа при $n > 20$.

Таблицы функции распределения Стьюдента и функции Лапласа приведены в приложении Е.

6.4.4 Подготавливают для протокола измерений материалы, характеризующие расчеты при обработке полученных записей (см. приложение 3 к протоколу измерений).

6.4.5 Результаты измерений по 6.4.2 вносят в графы 6—11 протокола измерений.

6.4.6 Значения периода и декремента, приведенные в протоколе измерений, используют для заполнения форм паспортов и заключений ГОСТ Р 53778 при обследованиях и мониторинге технического состояния зданий.

Приложение А
(обязательное)

Порядок обработки записей для определения значений периода

А.1 При обработке полученных записей на основании результатов теоретических исследований либо измерений, ранее проведенных на зданиях того же типа, используют данные о границах диапазона (T_1, T_2), в котором находится искомое значение периода T. Ориентировочные данные об этих границах (для горизонтальных осей зданий), определяемые в соответствии с [11], приведены в приложении Ж.

Примечания

1 Если данные о границах диапазона для определения значения периода основного тона собственных колебаний отсутствуют, проводят несколько дополнительных серий записей (например, в дневное время при движущемся лифте, в дневное время при остановленном лифте, в ночное время при остановленном лифте и при пониженном уровне городского шума). Это позволяет на основании анализа спектров мощности записанных сигналов отделить их участки, соответствующие вынужденным колебаниям различной природы. Получить данные о границах диапазона можно также путем анализа передаточных функций, характеризующих степень изменения конструкцией здания (или ее элементами) различных частотных компонентов динамического воздействия.

2 Для определения границ диапазонов периодов обертонов собственных колебаний проводят предварительные расчеты на математических моделях зданий.

А.2 Первым шагом обработки является определение с помощью преобразования Фурье спектра мощности P_i для каждой записи.

Примечание — Спектр мощности:

$$P_i = P_i(\varphi_j) = [S_i(\varphi_j)]^2,$$

где $S_i(\varphi_j)$ — полученный с помощью преобразования Фурье спектр записи $A_i(\tau_k)$;

φ_j — дискретные значения частоты f.

А.3 Далее проводят фильтрацию полученного спектра мощности полосовым фильтром с границами частотной полосы пропускания $f_1 = 1/T_1$ и $f_2 = 1/T_2$.

Примечание — Возможно применение сглаживающих фильтров.

А.4 Затем проводят нормирование полученного в результате фильтрации участка спектра и для каждого нормированного спектра P_i^{norm} серии из n записей находят соответствующее значению максимума $P_j^{norm} = 1$ значение частоты f_j и соответствующее ему значение периода $T_j = 1/f_j$.

А.5 После этого вычисляют среднеарифметическое значение $T_{ср}$ и среднеквадратическое отклонение среднеарифметического значения σ_T.

где

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i}{n}, \qquad (А.1)$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (T_i - T_{ср})^2}{n(n-1)}}. \qquad (А.2)$$

Искомое значение периода T принимают равным $T_{ср}$.

А.6 Операции по пунктам 2—5 повторяют для двух других измерительных осей.

Приложение Б
(обязательное)

Форма протокола измерений параметров основного тона собственных колебаний здания (сооружения)

Протокол измерений периода и логарифмического декремента основного тона собственных колебаний здания (сооружения)		
1	Адрес объекта	
2	Назначение объекта	
3	Организация, проводившая измерения	
4	Заказчик проведения измерений	
5	Время проведения измерений	
6	Период основного тона собственных колебаний вдоль большой оси	
7	Период основного тона собственных колебаний вдоль малой оси	
8	Период основного тона собственных колебаний вдоль вертикальной оси	
9	Логарифмический декремент основного тона собственных колебаний вдоль большой оси	
10	Логарифмический декремент основного тона собственных колебаний вдоль малой оси	
11	Логарифмический декремент основного тона собственных колебаний вдоль вертикальной оси	

Приложение 1
к протоколу измерений периода и логарифмического декремента основного тона собственных колебаний здания (сооружения)

Материалы, характеризующие объект и измерительную систему

- схема объекта;
- схема размещения тяжелого технологического оборудования и его положения в момент проведения измерений (для зданий промышленного назначения);
- наличие и величина снеговой нагрузки;
- состав измерительной системы с указанием типов применяемых первичных преобразователей и других элементов системы;
- основные паспортные технические и метрологические характеристики конкретных экземпляров первичных преобразователей и других элементов измерительной системы, применяемых при измерениях;
- копии свидетельств о поверке (калибровке) всех подлежащих периодической поверке (калибровке) элементов измерительной системы;
- схема размещения первичных преобразователей на объекте.

Приложение 2
к протоколу измерений периода и логарифмического декремента основного тона собственных колебаний здания (сооружения)

Материалы, характеризующие методику и условия проведения измерений:

- число записей n в серии;
- значение доверительной вероятности p;
- время дискретизации сигналов первичных преобразователей $\Delta\tau$;
- длительность записей L;
- границы диапазона (T_1, T_2), в котором находится искомое значение периода;
- результаты градуировки первичных преобразователей;
- климатические условия (температура в месте установки первичных преобразователей, атмосферное давление, влажность) при градуировке и при проведении измерений, если их отличие друг от друга приводит к изменению характеристик первичных преобразователей.

Приложение 3
к протоколу измерений периода и логарифмического декремента основного тона собственных колебаний здания (сооружения)

Материалы, характеризующие расчеты при обработке полученных записей:

- материалы, характеризующие определение значений периода T и декремента D;
- материалы, характеризующие определение значения μ;
- материалы, характеризующие определение значений σ_T, σ_D, Δ_T, Δ_D.

Примечание — Данное приложение составляется в случае, если расчеты при обработке полученных записей не проводятся автоматически соответствующим программным обеспечением.

Приложение В
(обязательное)

Требования к методике измерений и метрологическим характеристикам элементов измерительной системы и измерительной системы в целом

К методике измерений и измерительной системе в целом предъявляют следующие требования:

В.1 Влияние элементов измерительной системы друг на друга, а также взаимное влияние элементов измерительной системы (и измерительной системы в целом) и объекта измерений должны быть пренебрежимо малы.

В.2 Собственные погрешности элементов измерительной системы (и измерительной системы в целом) должны быть малы по сравнению с измеряемыми величинами.

В.3 Применяемые первичные преобразователи должны обладать равномерной амплитудно-частотной характеристикой в рабочем диапазоне, а также минимальной поперечной чувствительностью.

Примечание — При измерениях периода и декремента собственных колебаний здания рабочий диапазон должен находиться в пределах от 0,15 до 20 Гц, при измерениях периода и декремента собственных колебаний элементов конструкции здания — от 0,6 до 100 Гц.

В.4 Технические характеристики средств измерений, градуировочных и регистрирующих устройств должны быть такими, чтобы можно было считать значения среднеквадратической случайной вариации частоты и погрешности воспроизведения частоты пренебрежимо малыми по сравнению с измеряемыми значениями.

В.5 Все первичные преобразователи подлежат индивидуальной градуировке, причем условия градуировки (в частности, по амплитуде, частотному диапазону и способу крепления первичного преобразователя к колеблющемуся основанию) должны по возможности максимально соответствовать ожидаемым условиям измерений.

Примечание — При условии проведения соответствующей аккредитации метрологической службы организации, проводящей измерения (в соответствии с [8] или [12]), используемые для градуировки эталоны или образцовые средства измерений и оборудование могут применяться также для периодических поверок (калибровок) измерительной системы в соответствии с установленным межповерочным (межкалибровочным) интервалом.

В.6 К измерениям допускают только исправные средства измерений, подготовленные к работе в соответствии с нормативными документами и технической документацией на них.

В.7 Средства измерений, подлежащие периодической поверке (калибровке), должны иметь действующие свидетельства (сертификаты) о поверке (калибровке).

Примечание — Если в зависимости от назначения здания и в соответствии с требованиями [1] на проводимые измерения распространяются требования государственного регулирования обеспечения единства измерений, то измерительная система и ее элементы подлежат поверке, в противном случае — калибровке.

Приложение Г
(обязательное)

Допущения, принимаемые при оценке точности измерений параметров собственных колебаний зданий

Г.1 Выполненные в соответствии с разделом 6 отдельные измерения считаются равноточными.

Г.2 Записи в каждой из серий измерений проводятся в неизменных климатических условиях.

Примечание — Дополнительную составляющую погрешности измерения, учитывающую отличие условий измерений от нормальных условий, установленных в паспортных данных применяемых средств измерений, учитывают только в случае совместной обработки записей различных серий измерений.

Приложение Д
(обязательное)

Порядок обработки записей для определения значений декремента

Д.1 Для определения значений декремента по каждой из измерительных осей используют следующее соотношение между декрементом D и добротностью Q колебательной системы.

$$D = \pi/Q. \quad (Д.1)$$

Добротность равна отношению собственной частоты $f = 1/T$ колебательной системы к ширине полосы пропускания $\Delta f = f_в - f_н$, т. е. частотной полосы, на границах которой энергия системы вдвое меньше энергии на собственной частоте:

$$Q = f / \Delta f = f / (f_в - f_н); \quad (Д.2)$$

$$D = \pi(f_в - f_н) / f, \quad (Д.3)$$

где $f_н$ и $f_в$ — нижняя и верхняя границы полосы пропускания, определяемые по нормированному спектру мощности, соответственно.

При этом $P(f)^{norm} = 1$, $P(f_н)^{norm} = P(f_в)^{norm} = 0,5$.

Д.2 Значения $f_н$ и $f_в$ определяют для каждого нормированного спектра мощности серии из n записей на уровне $P_i^{norm} = 0,5$.

Рассмотрим одну из записей (см. рисунок Д.1).



Рисунок Д.1 — Пример полученной записи

Для определения значений $f_н$ и $f_в$ предусмотрен следующий алгоритм:

- находят ближайшие к максимуму $P^{norm} = 1$ пары точек дискретизации сигнала A_k, A_{k+1} и B_m, B_{m+1}, между которыми функция $Y(x) = P^{norm}(x)$ — 0,5 меняет знак;

- по известным координатам этих точек X_{Ak}, Y_{Ak}, X_{Ak+1}, Y_{Ak+1} и X_{Bm}, Y_{Bm}, X_{Bm+1}, Y_{Bm+1}, решая уравнения (Д.1) и (Д.2), находят значения $f_н$ и $f_в$:

$$(f_н - X_{Ak}) / (0,5 - Y_{Ak}) = (X_{Ak+1} - X_{Ak}) / (Y_{Ak+1} - Y_{Ak}); \quad (Д.4)$$

$$(f_в - X_{Bm}) / (0,5 - Y_{Bm}) = (X_{Bm+1} - X_{Bm}) / (Y_{Bm+1} - Y_{Bm}). \quad (Д.5)$$

Примечание — В случае применения сглаживающих фильтров для достижения большей точности уравнения (Д.4) и (Д.5) могут быть заменены уравнениями, включающими в себя формулы сглаживания.

Д.3 Значение декремента для каждой из n записей вычисляют по формуле

$$D_i = \pi[(f_в)_i - (f_н)_i] / f_i. \quad (Д.6)$$

Д.4 Далее вычисляют среднеарифметическое значение $D_{ср}$ и среднеквадратическое отклонение среднего арифметического значения $\tilde{\sigma}_D$,

где

$$D_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{n}; \quad (Д.7)$$

$$\tilde{\sigma}_D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (D_i - D_{СР})^2}{n(n-1)}}. \quad (Д.8)$$

Искомое значение декремента D принимают равным $D_{ср}$.

Д.5 Операции по Д.2—Д.4 повторяют для двух других осей измерения.

Приложение Е
(справочное)

Значения коэффициента μ при заданной доверительной вероятности p

Таблица Е.1 — Функция распределения Стьюдента

Число записей n	Значение коэффициента μ при доверительной вероятности			
	p = 0,90	p = 0,95	p = 0,98	p = 0,99
2	6,31	12,71	31,82	63,66
3	2,92	4,30	6,96	9,93
4	2,35	3,18	4,54	5,84
5	2,13	2,78	3,75	4,60
6	2,02	2,57	3,37	4,03
7	1,94	2,45	3,14	3,71
8	1,90	2,37	3,00	3,50
9	1,86	2,31	2,90	3,36
10	1,83	2,26	2,82	3,25
11	1,81	2,23	2,76	3,17
12	1,80	2,20	2,72	3,11
13	1,78	2,18	2,68	3,06
14	1,77	2,16	2,65	3,01
15	1,76	2,15	2,62	2,98
16	1,75	2,13	2,60	2,95
17	1,75	2,12	2,58	2,92
18	1,74	2,11	2,57	2,90
19	1,73	2,10	2,55	2,88
20	1,73	2,09	2,54	2,86

Таблица Е.2 — Функция Лапласа

p	μ	p	μ
0,96	2,054	0,80	1,282
0,97	2,170	0,85	1,440
0,98	2,326	0,90	1,645
0,99	2,612	0,95	1,960

Приложение Ж
(справочное)

Ориентировочные данные о границах диапазона (T_1, T_2)

Таблица Ж.1 — Период собственных колебаний зданий по горизонтальным осям, с

Число этажей	Период собственных колебаний, с		
	Крупнопанельные здания	Крупноблочные и кирпичные здания	Каркасные здания
5	0,18—0,27	0,22—0,35	0,26—0,42
9	0,28—0,44	0,31—0,50	0,46—0,71
12	0,36—0,57	0,39—0,61	0,61—0,93
14	0,41—0,65	0,42—0,69	0,71—1,07
16	0,46—0,74	0,47—0,77	0,81—1,22
18	0,51—0,83	0,53—0,85	0,91—1,37
20	0,56—0,91	0,56—0,93	1,01—1,51
22	0,61—0,95	0,60—1,01	1,11—1,656
24	0,66—1,09	0,64—1,09	1,21—1,81
26	0,71—1,17	0,69—1,17	1,31—1,95
28	0,76—1,26	0,73—1,25	1,41—2,10
30	0,81—1,34	0,78—1,33	1,51—2,24

Примечание — Для зданий, находящихся в аварийном состоянии (см. ГОСТ Р 53778), диапазон (T_1, T_2) расширяется в сторону увеличения значения T_2.

Библиография

[1] Федеральный закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ

[2] РМГ 29—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

[3] Технический регламент о безопасности зданий и сооружений, введенный в действие Федеральным законом Российской Федерации от 30.12.2009 № 384-ФЗ

[4] Градостроительный кодекс Российской Федерации

[5] Жилищный кодекс Российской Федерации

[6] Федеральный закон Российской Федерации «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ

[7] СН 2.2.4/2.1.8.566—96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы

[8] ПР 50.2.002—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических норм и правил

[9] МИ 2377—98 Государственная система обеспечения единства измерений. Разработка и аттестация методик выполнения измерений

[10] РМГ 64—2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Методы и способы повышения точности измерений

[11] Инженерно-сейсмометрическая служба СССР. — М.: Наука, 1987

[12] ПР 50.2.016—94 Государственная система обеспечения единства измерений. Требования к выполнению калибровочных работ

УДК 69(094):006.354 ОКС 91.200 Ж 19

Ключевые слова: здание, собственные колебания, период, логарифмический декремент, измерения

Редактор *В.Н. Копысов*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 28.05.2012. Подписано в печать 28.06.2012. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 1,50. Тираж 161 экз. Зак. 590.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.