ГОСТ Р 51317.4.15—99
(МЭК 61000-4-15—97)

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Совместимость технических средств электромагнитная

ФЛИКЕРМЕТР

Технические требования и методы испытаний

Издание официальное

БЗ 9—99/356И

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации в области электромагнитной совместимости технических средств (ТК 30)

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 24 декабря 1999 г. № 703-ст

3 Настоящий стандарт содержит аутентичный текст международного стандарта МЭК 61000-4-15—97 (1997—11), изд. 1 «Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4. Методы испытаний и измерений. Раздел 15. Фликерметр. Функциональные и конструктивные требования» с дополнительными требованиями, отражающими потребности экономики страны

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 2000

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован или распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

Содержание

Введение IV
1 Область применения и цель 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Описание прибора 2
3.1 Общие положения 2
3.2 Блок 1 — преобразователь входного напряжения и устройство калибровки 2
3.3 Блок 2 — квадратичный демодулятор 2
3.4 Блоки 3 и 4 — взвешивающие фильтры, устройства квадратичной обработки и сглаживания . 2
3.5 Блок 5 — устройство текущего статистического анализа 3
3.6 Выходы прибора 3
4 Технические требования 4
4.1 Обобщенная частотная характеристика прибора 4
4.2 Входной трансформатор 5
4.3 Преобразователь входного напряжения 6
4.4 Встроенный генератор сигналов для калибровки 6
4.5 Квадратичный демодулятор 6
4.6 Взвешивающие фильтры 6
4.7 Передаточная функция блока 3 6
4.8 Переключатель пределов измерений 7
4.9 Блок квадратичной обработки и низкочастотный сглаживающий фильтр 7
4.10 Общий метод статистического анализа 7
4.11 *Рабочие условия применения прибора (климатические и механические воздействующие факторы)* . 8
5 Проверка функционирования 8
6 Методы испытаний 8
6.1 Общие положения 8
6.2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции и испытания на соответствие требованиям электромагнитной совместимости 8
6.3 *Испытания на воздействие климатических и механических факторов* 10
Рисунки . . . . .
1 Функциональная схема прибора 11
2 Основные положения метода статистического анализа «время—уровень фликера» 12
Приложение А Способы повышения точности оценки фликера 13

Введение

Настоящий стандарт является частью стандартов МЭК серии 61000 согласно следующей структуре:

Часть 1 Основы
- Общее рассмотрение (введение, фундаментальные принципы)
- Определения, терминология

Часть 2 Электромагнитная обстановка
- Описание электромагнитной обстановки
- Классификация электромагнитной обстановки
- Уровни электромагнитной совместимости

Часть 3 Нормы
- Нормы помехоэмиссии
- Нормы помехоустойчивости (в тех случаях, когда они не являются предметом рассмотрения техническими комитетами, разрабатывающими стандарты на продукцию)

Часть 4 Методы испытаний и измерений
- Методы измерений
- Методы испытаний

Часть 5 Руководства по установке и помехоподавлению
- Руководства по установке
- Руководства по помехоподавлению

Часть 6 Общие стандарты

Часть 9 Разное

Каждая часть подразделяется на разделы, которые будут опубликованы как международные стандарты либо как технические отчеты.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Совместимость технических средств электромагнитная

ФЛИКЕРМЕТР

Технические требования и методы испытаний

Electromagnetic compatibility of technical equipment. Flikermeter.
Technical requirements and test methods

Дата введения 2001—01—01

1 Область применения и цель

Настоящий стандарт устанавливает технические требования к приборам для измерений количественных характеристик фликера (фликерметрам), предназначенным для индикации воспринимаемого уровня фликера применительно к встречающимся на практике характеристикам изменения напряжения (далее в тексте — приборы), и методы испытаний приборов.

На основе показаний прибора, удовлетворяющего требованиям стандарта, определяют кратковременную и длительную дозу фликера.

Требования к приборам, установленные в настоящем стандарте, относятся к измерениям в низковольтных электрических сетях напряжением 230 В, частотой 50 Гц. Требования к приборам, предназначенным для измерений при других напряжениях и частотах, находятся на рассмотрении.

Целью стандарта является обеспечение основными сведениями, необходимыми для конструирования и изготовления прибора аналогового или цифрового вида.

Настоящий стандарт не устанавливает норм фликера.

В настоящем стандарте используют термины, установленные в ГОСТ 13109, ГОСТ 30372/ ГОСТ Р 50397.

Нормы кратковременных и длительных доз фликера для электрических сетей систем электроснабжения общего назначения и создаваемых техническими средствами в системах электроснабжения установлены в ГОСТ 13109 и ГОСТ Р 51317.3.3 соответственно.

Требования настоящего стандарта, за исключением установленных в 4.11, 6.3, являются обязательными.

Содержание стандарта МЭК 61000-4-15—97 набрано прямым шрифтом, дополнительные требования к стандарту МЭК 61000-4-15, отражающие потребности экономики страны, — курсивом.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 13109—97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах энергоснабжения общего назначения

ГОСТ 22261—94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 30372—95/ГОСТ Р 50397—92 Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения

ГОСТ Р 50648—94 (МЭК 1000-4-8—93) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитным полям промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 50649—94 (МЭК 1000-4-9—93) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к импульсным магнитным полям. Технические требования и методы испытаний

Издание официальное

ГОСТ Р 51317.3.3—99 (МЭК 61000-3-3—94) Совместимость технических средств электромагнитная. Колебания напряжения и фликер, создаваемые в системах электроснабжения техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.2—99 (МЭК 61000-4-2—95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.3—99 (МЭК 61000-4-3—95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.4—99 (МЭК 61000-4-4—95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.5—99 (МЭК 61000-4-5—95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.6—99 (МЭК 61000-4-6—96) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.11—99 (МЭК 61000-4-11—94) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.12—99 (МЭК 61000-4-12—95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебательным затухающим помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51318.22—99 (СИСПР 22—97) Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от оборудования информационных технологий. Нормы и методы испытаний

3 Описание прибора

3.1 **Общие положения**

Приведенное ниже описание основано на конструкции прибора аналогового вида.

Функциональная схема прибора приведена на рисунке 1 и состоит из двух частей, выполняющих следующие задачи:

- моделирование реакции цепи «лампа—глаз—мозг»;
- статистический анализ фликера в реальном времени и отображение результатов измерений.

Для выполнения первой задачи предназначены блоки 2, 3 и 4, второй задачи — блок 5.

Приборы цифрового вида в части алгоритма и структуры должны соответствовать описанию, приведенному в настоящем разделе.

3.2 **Блок 1 — преобразователь входного напряжения и устройство калибровки**

Блок 1 включает генератор сигналов для калибровки прибора в процессе эксплуатации и преобразователь входного напряжения, который приводит усредненное среднеквадратичное значение входного напряжения основной частоты к внутреннему опорному уровню напряжения прибора. Тем самым измерения фликера могут быть осуществлены независимо от действительного уровня напряжения на входе прибора и выражены в процентном отношении. Отводы первичной обмотки входного трансформатора выбирают таким образом, чтобы привести сигнал на входе преобразователя напряжения к требуемому опорному напряжению прибора.

Примечание — В приборах цифрового вида преобразование напряжения обеспечивают умножением мгновенных значений входного напряжения на 230 В и делением на значение входного напряжения, усредненное на интервале 60 с.

3.3 **Блок 2 — квадратичный демодулятор**

Назначение блока 2 — воспроизведение колебаний напряжения путем возведения в квадрат входного напряжения, приведенного к внутреннему опорному уровню напряжения прибора, для имитации характеристик лампы.

3.4 **Блоки 3 и 4 — взвешивающие фильтры, устройства квадратичной обработки и сглаживания**

Блок 3 состоит из двух селективных фильтров, включенных последовательно, и переключателя пределов измерений, который может быть установлен до или после селективных фильтров.

Первый фильтр подавляет постоянную составляющую выходного напряжения квадратичного демодулятора и переменную составляющую удвоенной частоты сети (100 Гц).

Второй фильтр является взвешивающим фильтром, который моделирует частотную характеристику газонаполненной электрической лампы (60 Вт, 230 В) с биспиральной нитью накаливания в комбинации со зрительной системой человека при колебаниях напряжения синусоидальной

формы. Частотная характеристика фильтра соответствует порогу восприимчивости человека к колебаниям светового потока.

Блок 4 состоит из устройства квадратичной обработки сигналов и низкочастотного фильтра первого порядка. Восприятие фликера человеком с учетом характеристик лампы, глаза и мозга человека моделируется нелинейной характеристикой, обеспечиваемой блоками 2, 3 и 4. При этом функционирование блока 3 основано на отображении кривой восприимчивости человека при синусоидальных колебаниях напряжения; соответствующее взвешивание при несинусоидальных и случайных колебаниях напряжения достигается за счет выбора комплексной передаточной функции блоков 3 и 4. Благодаря этому обеспечивается правильное функционирование прибора при периодических колебаниях напряжения, имеющих форму меандра, и при импульсных колебаниях напряжения переходного характера.

На выходе блока 4 формируется мгновенное значение фликера.

3.5 **Блок 5 — устройство текущего статистического анализа**

Блок 5 представляет собой микропроцессор, осуществляющий текущий анализ уровня фликера для непосредственного расчета его основных характеристик. Соответствующий интерфейс обеспечивает отображение и регистрацию результатов. Этот блок обеспечивает измерение дозы фликера путем статистического анализа, осуществляемого в реальном времени. Статистический анализ основан на разбиении амплитуды сигнала, характеризующего уровень фликера, на определенное число классов. Сигнал уровня фликера опрашивается с постоянной частотой.

Каждый раз, когда уровень фликера достигает определенного значения, счетчик соответствующего класса добавляет единицу к имеющемуся числу. Выбирая частоту опроса по крайней мере в два раза большей, чем максимальная частота фликера, получают в конце интервала измерения окончательный результат анализа, который представляет собой распределение длительностей уровней фликера. Суммируя показания счетчиков всех классов и выражая показание счетчика каждого класса по отношению к общей сумме, получают функцию плотности вероятности уровня фликера.

Из этой функции получают интегральную функцию вероятности, применяемую при осуществлении статистического анализа «время—уровень фликера». Применяемый метод статистического анализа иллюстрируется на рисунке 2 (для простоты представлены 10 классов).

С использованием интегральной функции вероятности могут быть получены основные статистические характеристики фликера, такие как среднее значение, стандартное отклонение, уровень фликера, превышаемый на заданной части интервала наблюдения (в процентах), и, наоборот, относительное время, в течение которого уровень фликера превышает заданное значение.

Интервал наблюдения может быть кратковременным T_s и длительным T_l, причем длительный интервал должен быть кратен кратковременному, т.е. $T_l = n \cdot T_s$.

При проведении статистического анализа в реальном времени сразу после получения результатов на кратковременном интервале T_s (значение кратковременной дозы фликера P_{st}) начинается анализ следующего временного интервала наблюдения и результаты предыдущего интервала поступают на выход фликерметра.

При обработке измерений на длительном интервале T_l конечный результат (значение длительной дозы фликера P_{lt}) будет получен совместно с результатами измерений на n кратковременных интервалах. Графики интегральной функции вероятности, как правило, соответствуют нормальному закону распределения.

3.6 **Выходы прибора**

3.6.1 Общие положения

В соответствии с функциональной схемой (рисунок 1) в приборе предусмотрены выходы между блоками 1 и 5. Выходы, отмеченные звездочкой, не являются обязательными, но могут быть полезны для более полного использования возможностей прибора при анализе колебаний напряжения. При разработке приборов конкретного типа могут быть предусмотрены дополнительные выходы.

3.6.2 Выход 1

Назначение выхода 1 и связанного с ним измерителя огибающей среднеквадратичных значений напряжения заключается в том, чтобы представить форму колебаний входного напряжения. Для этого осуществляют квадратичную обработку сигнала, интегрирование на интервале между моментами перехода напряжения каждой полуволны через нуль и извлечение квадратного корня.

При необходимости обеспечить достаточную разрешающую способность для наблюдения на выходе 1 колебаний напряжения малой амплитуды предусматривают компенсацию постоянной составляющей.

3.6.3 Выход 2

Выход 2 в основном предназначен для контроля и настройки блока 3.

3.6.4 Выход 3

На выходе 3 получают в реальном времени значения относительных изменений напряжения $\Delta U/U$, выраженные в процентах, соответствующие относительным изменениям напряжения синусоидальной формы частотой 8,8 Гц. Этот выход предназначен для регулировки пределов измерений прибора.

3.6.5 Выход 4

Выход 4 предназначен для отображения результатов интегрирования мгновенных значений фликера на интервале времени 1 мин.

3.6.6 Выход 5

На выходе 5 получают мгновенные значения фликера для их индикации и регистрации с целью быстрой оценки на месте или, при длительных измерениях, с целью последующей обработки.

3.6.7 Выход 6

Выход 6 имеет интерфейс связи с устройством отображения информации или запоминающим устройством. Непосредственно с выхода 6 при использовании преобразователя «цифра—аналог» могут быть получены кривые интегральной функции вероятности.

4 Технические требования

4.1 **Обобщенная частотная характеристика прибора**

Обобщенная частотная характеристика «вход прибора — выход блока 4» приведена в таблице 1 для колебаний напряжения синусоидальной формы и в таблице 2 для колебаний напряжения, имеющих форму меандра. Порог восприимчивости фликера человеком соответствует единичному уровню на выходе блока 4.

Обобщенная частотная характеристика прибора центрирована на частоте 8,8 Гц при колебаниях напряжения синусоидальной формы.

Требования к погрешности прибора обеспечиваются, если при отклонениях амплитуды относительных измерений входного напряжения синусоидальной формы или формы меандра, не превышающих ±5 % по отношению к значениям, установленным в таблицах 1 и 2, выходное значение восприимчивости равно единице.

Таблица 1 — Нормализованная частотная характеристика прибора для колебаний напряжения синусоидальной формы (относительное изменение входного напряжения $\Delta U/U$ для единичного уровня восприимчивости на выходе)

Частота, Гц	Амплитуда относительных изменений напряжения $\Delta U/U$, %	Частота, Гц	Амплитуда относительных изменений напряжения $\Delta U/U$, %
0,5	2,340	9,5	0,254
1,0	1,432	10,0	0,260
1,5	1,080	10,5	0,270
2,0	0,882	11,0	0,282
2,5	0,754	11,5	0,296
3,0	0,654	12,0	0,312
3,5	0,568	13,0	0,348
4,0	0,500	14,0	0,388
4,5	0,446	15,0	0,432
5,0	0,398	16,0	0,480
5,5	0,360	17,0	0,530
6,0	0,328	18,0	0,584
6,5	0,300	19,0	0,640
7,0	0,280	20,0	0,700
7,5	0,266	21,0	0,760
8,0	0,256	22,0	0,824
8,8	0,250	23,0	0,890
		24,0	0,962
		25,0	1,042

Таблица 2 — Нормализованная частотная характеристика прибора для колебаний напряжения в форме меандра (относительное изменение входного напряжения $\Delta U/U$ для единичного уровня восприимчивости на выходе)

Частота, Гц	Амплитуда относительных изменений напряжения $\Delta U/U$, %	Частота, Гц	Амплитуда относительных изменений напряжения $\Delta U/U$, %
0,5	0,514	9,5	0,200
1,0	0,471	10,0	0,205
1,5	0,432	10,5	0,213
2,0	0,401	11,0	0,223
2,5	0,374	11,5	0,234
3,0	0,355	12,0	0,246
3,5	0,345	13,0	0,275
4,0	0,333	14,0	0,308
4,5	0,316	15,0	0,344
5,0	0,293	16,0	0,376
5,5	0,269	17,0	0,413
6,0	0,249	18,0	0,452
6,5	0,231	19,0	0,498
7,0	0,217	20,0	0,546
7,5	0,207	21,0	0,586
8,0	0,201	22,0	0,604
8,8	0,199	23,0	0,680
		24,0	0,743

4.2 **Входной трансформатор**

Входной трансформатор напряжения должен быть рассчитан на широкий диапазон номинальных напряжений сети, преобразуемых к максимальному уровню, обеспечивающему нормальное функционирование прибора. Рекомендуемые для использования при конструировании прибора значения номинальных напряжений сети и их отклонений в пределах —30 %, + 20 % приведены в таблице 3.

Диапазон допустимых значений напряжения на входе может в соответствии с таблицей 3 составлять от 40 до 504 В.

Кратность изменения вторичного напряжения ограничивают в диапазоне до 3,5 раз. Для этого входной трансформатор должен иметь, по крайней мере, два промежуточных отвода. Коэффициент трансформации (от первичной обмотки ко вторичной) должен быть равным соответственно $504/U_т$, а для указанных отводов — $276/U_т$ и $138/U_т$, где $U_т$ — внутренний опорный уровень напряжения прибора (см. 4.3).

Полоса пропускания по входам прибора должна быть такой, чтобы не вносить затухания на частотах до 700 Гц.

Изоляция между первичной обмоткой входного трансформатора и другими частями прибора, не присоединенными к ней, должна выдерживать напряжение 2 кВ (среднеквадратичное значение) в течение 1 мин. Между обмотками должен быть электростатический экран.

Таблица 3 — Диапазоны номинальных входных напряжений сети

Входное номинальное напряжение U_o (среднеквадратичное значение), В	U_o — 30 %, (U_{min}), В	U_o + 20 %, (U_{max}), В
57,7	40	68
100	70	120
115	80,5	138
127	89	152
160	112	192
220	154	264
230	161	276
240	168	288
380	266	456
420	294	504

4.3 **Преобразователь входного напряжения**

Преобразователь должен поддерживать на входе блока 2 среднеквадратичное значение модулированного напряжения частотой 50 Гц, равное внутреннему опорному уровню напряжения прибора U_r в соответствии с характеристиками входного трансформатора, сохраняя неизменным относительное значение изменения напряжения. Время отклика преобразователя на ступенчатое изменение входного напряжения (время изменения выходного напряжения от 10 до 90 % установившегося значения) должно быть равно 1 мин. Полоса пропускания преобразователя должна быть достаточно широкой для правильного воспроизведения колебаний входного напряжения, вызывающих фликер.

4.4 **Встроенный генератор сигналов для калибровки**

Генератор сигналов для калибровки должен создавать синусоидальное напряжение частотой 50 Гц, модулированное напряжением, имеющим форму меандра частотой (50/17) = 2,94 Гц.

Контроль при проведении калибровки должен осуществляться по индикатору, позволяющему установить соответствие с заданным значением.

Основные характеристики генератора для калибровки:

- синусоидальное напряжение генератора должно быть синфазно с напряжением сети;
- глубина модуляции $\Delta U/U$ должна составлять 1 %;
- погрешность установки частоты модуляции не должна превышать 1 %;
- уровень синусоидального напряжения генератора должен обеспечивать работу прибора для всех пределов измерений.

4.5 **Квадратичный демодулятор**

Блок 2 должен обеспечивать на выходе составляющую выходного напряжения, пропорциональную амплитуде модулирующих колебаний на входе. Рабочий диапазон демодулятора входного напряжения должен составлять 150 % внутреннего опорного напряжения U_r.

4.6 **Взвешивающие фильтры**

Взвешивающие фильтры, входящие в блок 3, предназначены:

- для подавления постоянной составляющей и составляющей двойной частоты напряжения сети, присутствующих на выходе демодулятора (амплитуды составляющих более высоких частот пренебрежимо малы);
- для взвешивания колебаний напряжения в соответствии с чувствительностью цепи «лампа—глаз—мозг».

Фильтр, подавляющий нежелательные частотные составляющие входного сигнала, должен содержать высокочастотное звено первого порядка (частота среза на уровне 3 дБ около 0,05 Гц) и низкочастотное звено, в качестве которого применяют фильтр Баттерворта 6-го порядка с частотой среза на уровне 3 дБ, равной 35 Гц.

При этом учитывается, что составляющая двойной частоты (100 Гц) подавляется также взвешивающим фильтром блока 3. Для дополнительного подавления частоты 100 Гц может быть применен режекторный фильтр, однако это не должно существенно повлиять на реакцию прибора в области его рабочих частот.

4.7 **Передаточная функция блока 3**

С учетом того, что фильтры, описанные выше, подавляющие нежелательные частотные составляющие входного сигнала, незначительно влияют на полосу пропускания частот, создаваемых колебаниями напряжения, передаточная функция «вход-выход» блока 3 должна иметь вид:

$$F(s) = \frac{K\,\omega_1\,s}{s^2 + 2\lambda s + \omega_1^2} \cdot \frac{1 + \frac{s}{\omega^2}}{\left(1 + \frac{s}{\omega_3}\right)\left(1 + \frac{s}{\omega_4}\right)},$$

где s — комплексный оператор Лапласа.

Параметры передаточной функции должны иметь следующие значения:

$$K = 1{,}74802;\ \lambda = 2\pi \times 4{,}05981;\ \omega_1 = 2\pi \times 9{,}15494;\ \omega_2 = 2\pi \times 2{,}27979;$$
$$\omega_3 = 2\pi \times 1{,}22535;\ \omega_4 = 2\pi \times 21{,}9.$$

Примечание — Требования к погрешности прибора должны быть подтверждены при испытаниях в соответствии с разделом 6.

4.8 **Переключатель пределов измерений**

Переключатель пределов измерений предназначен для установки чувствительности прибора путем изменения коэффициента усиления в зависимости от амплитуды измеряемых изменений напряжения.

Пределы измерений, выраженные в относительных значениях изменений напряжения $\Delta U/U$, при синусоидальной форме модуляции с частотой 8,8 Гц составляют: 0,5; 1; 2; 5; 10; 20 %.

Пределы измерений, соответствующие 20 %, не являются обязательными, так как при большом уровне модуляции нелинейность демодулятора может привести к ошибкам измерения.

4.9 **Блок квадратичной обработки и низкочастотный сглаживающий фильтр**

Блок 4 выполняет две функции:

- возводит в квадрат значения взвешенного сигнала фликера, моделируя нелинейность характеристик восприятия цепи «глаз—мозг»;
- сглаживает сигнал, моделируя эффект накопления в мозге.

Блок квадратичной обработки должен иметь необходимую чувствительность для измерения допустимых значений фликера на частоте 8,8 Гц.

Сглаживающий фильтр должен представлять из себя низкочастотный RC-фильтр первого порядка с постоянной времени 300 мс.

4.10 **Общий метод статистического анализа**

Блок 5 должен осуществлять обработку сигналов на выходе блока 4 в цифровой форме с разрешающей способностью не менее 6 бит при использовании не менее 64 классов. Частота опроса должна быть не менее 50 измерений в секунду.

Взаимосвязь между положением переключателя пределов измерений и уровнем, соответствующим наивысшему классу интегральной функции вероятности, полученной при статистическом анализе, приведена в таблице 4.

Таблица 4 — Взаимосвязь между положением переключателя пределов измерений и уровнями фликера

$\Delta U/U$, %	Уровень фликера в единицах порога восприимчивости
0,5	4
1	16
2	64
5	400
10	1600
20	6400

Интервал наблюдения T_s при определении P_{st} выбирают из ряда: 1, 5, 10 и 15 мин.

Длительность интервала наблюдения T_l при определении P_{lt} должна быть кратна T_s. При кратности не менее 1008 T_l = 7 сут при T_s = 10 мин.

4.10.1 Оценка кратковременной дозы фликера

Измерение на интервале наблюдения T_s = 10 мин позволяет определять кратковременную дозу фликера P_{st}, значение которой может быть получено в результате проводимого в реальном времени статистического анализа в блоке 5.

При этом применяется следующая формула:

$$P_{st} = \sqrt{0{,}0314P_{0{,}1} + 0{,}0525P_{1s} + 0{,}0657P_{3s} + 0{,}28P_{10s} + 0{,}08P_{50s}},$$

где $P_{0,1}, P_{1s}, P_{3s}, P_{10s}, P_{50s}$ — уровни фликера, значения которых были превышены в течение 0,1; 1; 3; 10 и 50 % времени за интервал наблюдения T_s. Индекс «s» в формуле указывает на сглаженные значения P_1, P_3, P_{10}, P_{50}. Сглаженные значения рассчитывают по следующим формулам:

$$P_{50s} = (P_{30} + P_{50} + P_{80})/3;$$

$$P_{10s} = (P_6 + P_8 + P_{10} + P_{13} + P_{17})/5;$$

$$P_{3s} = (P_{2,2} + P_3 + P_4)/3;$$

$$P_{1s} = (P_{0,7} + P_1 + P_{1,5})/3.$$

Вследствие того, что постоянная времени прибора составляет 0,3 с, значение $P_{0,1}$ не может быстро изменяться и сглаживание для $P_{0,1}$ не требуется.

4.10.2 Оценка длительной дозы фликера

Интервал наблюдения 10 мин, применяемый при оценке кратковременной дозы фликера, удобен для оценки колебаний напряжения, создаваемых техническими средствами с коротким рабочим циклом. В случаях, когда необходимо учитывать суммарный эффект нескольких нагрузок, создающих помехи случайным образом (например, сварочных аппаратов, электродвигателей), или принимать во внимание источники фликера с длительным и меняющимся рабочим циклом

(например, дуговые электрические печи), необходимо оценивать длительную дозу фликера. Для этого длительную дозу фликера P_{lt} определяют на основе измерений кратковременных доз фликера P_{st} применительно к периоду наблюдения, связанному с длительным рабочим циклом нагрузки или периодом, в течение которого наблюдатель может воспринимать фликер, например, несколько часов, используя выражение:

$$P_{lt} = \frac{\sqrt[3]{\sum_{i=1}^{N} P_{sti}^3}}{3},$$

где P_{sti} (i = 1,2,...N) — последовательные значения кратковременной дозы фликера.

4.11 ***Рабочие условия применения прибора (климатические и механические воздействующие факторы)***

Значения влияющих величин, характеризующих климатические и механические воздействия в рабочих условиях применения приборов, а также в предельных условиях транспортирования, устанавливают в технических условиях на приборы конкретного типа в соответствии с требованиями ГОСТ 22261 (таблицы 2, 4, 5).

5 Проверка функционирования

На вход прибора должны быть последовательно поданы колебания напряжения, имеющие форму меандра, с характеристиками, приведенными в таблице 5.

Таблица 5 — Характеристики испытательного сигнала

Число изменений в минуту	Относительное изменение напряжения ΔU/U, %
1	2,72
2	2,21
7	1,46
39	0,905
110	0,725
1620	0,402

Во всех случаях кратковременная доза фликера P_{st}, измеряемая прибором, должна быть равна 1,0±0,05 (см. 4.10.1).

Дополнительно необходимо определить диапазон относительных изменений напряжения, для которых соответствующие значения P_{st} имеют погрешность не более ±5 %. Для этого величины ΔU/U, приведенные в таблице 5, увеличивают и уменьшают, сохраняя неизменной частоту повторения, и измеряют P_{st}.

Если, например, при частоте повторения 7 изменений в минуту колебания входного напряжения увеличить в 3 раза от 1,46 до 4,38 %, то P_{st} должно увеличиваться от (1,0±5) % до (3,0±5) %.

Диапазон относительных изменений напряжения, в пределах которого погрешность прибора не превышает 5 %, является рабочим диапазоном прибора. При наличии в приборе переключателя пределов измерений, указанные испытания должны быть проведены для каждого его положения.

Примечание — Оценка влияния фазовой модуляции входного напряжения и изменяющихся гармонических составляющих напряжения на показания фликерметра находится на рассмотрении.

6 Методы испытаний

6.1 **Общие положения**

При испытаниях приборов проверку отдельных блоков не проводят. В соответствии с таблицами 1 и 2 должна быть проверена обобщенная частотная характеристика «вход прибора — выход блока 4» при воздействии синусоидальных колебаний напряжения и колебаний, имеющих форму меандра. Кроме того, проверяют результаты статистического анализа (блок 5) в соответствии с разделом 5 и таблицей 5. Испытания проводят путем изменения глубины модуляции колебаний напряжения на входе прибора таким образом, чтобы пиковое значение показаний прибора оставалось постоянным и равным единице. Если относительные изменения напряжения на входе прибора при указанных условиях находятся в пределах ±5 %, то прибор признается удовлетворяющим требованиям.

6.2 **Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции и испытания на соответствие требованиям электромагнитной совместимости**

Виды испытаний изоляции электрических цепей прибора указаны в таблице 6.

Таблица 6 — Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции электрических входных цепей и цепей электропитания

Номер испытания	Наименование испытания	Единица измерения	Способ подачи испытательного напряжения[1], значение параметра	
			а	б
1	Электрическая прочность изоляции	кВ (среднеквадратичное значение)	2	—
2	Сопротивление изоляции	кВ (постоянный ток)	0,5	—
[1] См. примечание *1* к таблице 7				

Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции электрических цепей прибора — по ГОСТ 22261.

Виды испытаний для оценки устойчивости прибора к электромагнитным помехам (далее в тексте — помехи) указаны в таблице 7. При проведении испытаний общая нулевая точка электронных схем должна быть соединена с корпусом прибора и защитным заземлением.

Испытания, указанные в таблице 7 под номерами 1—4, проводят для входных цепей и цепей электропитания прибора, под номером 5 — для цепей электропитания, под номерами 6—9 — для прибора в целом.

Степени жесткости испытаний установлены с учетом того, что при нормальных условиях применения прибора внешнее оборудование подключают к его выходам с помощью коротких экранированных кабелей.

При проведении испытаний в период воздействия и после прекращения помехи проверяют функционирование прибора в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону его входной характеристики.

Таблица 7 — Испытания на устойчивость к помехам

Номер испытания	Вид помехи		Единица измерения	Примечание	Способ подачи испытательного напряжения (см. примечание 1), значение параметра		Критерий качества функционирования (см. примечание 2)
					а	б	
1	Кондуктивные помехи	Микросекундные импульсные помехи большой энергии 1/50 мкс по *ГОСТ Р 51317.4.5*	кВ	3	2	1	B
2		Кондуктивные помехи, наводимые радиочастотными полями (0,15—80 МГц) по *ГОСТ Р 51317.4.6*	В	4	10	—	A
3		Колебательные затухающие помехи по *ГОСТ Р 51317.4.12)*	кВ	5	1	0,5	B
4		Наносекундные импульсные помехи по *ГОСТ Р 51317.4.4*	кВ	6	2	2	B
5		Динамические изменения напряжения электропитания по *ГОСТ Р 51317.4.11*: прерывания напряжения, длительность	Период	7	5		A
		Провалы напряжения: уровень	% $U_{ном}$	7	30		A
		длительность	Период		25		
		Выбросы напряжения: уровень	% $U_{ном}$	7	120		A
		длительность	Период		25		

Окончание таблицы 7

Номер испытания	Вид помехи		Единица измерения	Примечание	Способ подачи испытательного напряжения (см. примечание 1), значение параметра		Критерий качества функционирования (см. примечание 2)
					а	б	
6	Кондуктивные помехи	Электростатические разряды по *ГОСТ Р 51317.4.2*	кВ	8	8 (воздушный разряд) 4 (контактный разряд)		А В
7	Излучаемые помехи	Магнитное поле промышленной частоты по *ГОСТ Р 50648*	А/м	9	30		А
8		Импульсное магнитное поле по *ГОСТ Р 50649*	А/м	10	100		В
9		Радиочастотное электромагнитное поле (80—1000 МГц) по *ГОСТ Р 51317.4.3*	В/м	11	10		А

Примечания к таблицам 6 и 7:

1 Способы подачи испытательных напряжений:

а) между каждым зажимом цепи и заземленным корпусом прибора;

б) между каждыми двумя из зажимов цепи.

2 Критерии качества функционирования прибора при испытаниях на помехоустойчивость, как в период воздействия, так и после прекращения помехи, должны быть установлены в технической документации на прибор и отражены в протоколе испытаний на основе указанных ниже критериев.

Критерий качества функционирования А

В период воздействия и после прекращения помехи прибор должен продолжать функционировать в соответствии с назначением. Не допускается ухудшения рабочих характеристик прибора ниже уровня, установленного изготовителем применительно к использованию прибора в соответствии с назначением, или прекращения выполнения прибором установленной функции.

Критерий качества функционирования В

После прекращения помехи прибор должен продолжать функционировать в соответствии с назначением. Не допускается ухудшения рабочих характеристик прибора ниже уровня, установленного изготовителем применительно к использованию прибора в соответствии с назначением, или прекращения выполнения прибором установленной функции. В период воздействия помехи допускается ухудшение рабочих характеристик прибора. Вместе с тем прекращение выполнения прибором установленной функции или изменение данных, хранимых в памяти прибора, не допускается.

3 Метод испытаний — по *ГОСТ Р 51317.4.5.*

4 Метод испытаний — по *ГОСТ Р 51317.4.6.*

5 Метод испытаний — по *ГОСТ Р 51317.4.12.*

6 Метод испытаний — по *ГОСТ Р 51317.4.4.*

7 Метод испытаний — по *ГОСТ Р 51317.4.11, $U_{ном}$ — номинальное напряжение сети электропитания.*

8 Метод испытаний — по *ГОСТ Р 51317.4.2.*

9 Метод испытаний — по *ГОСТ Р 50648.*

10 Метод испытаний — по *ГОСТ Р 50649.*

11 Метод испытаний — по *ГОСТ Р 51317.4.3.*

Допускаемые значения индустриальных радиопомех, создаваемых прибором, и методы испытаний — в соответствии с ГОСТ Р 51318.22 (класс Б).

6.3 ***Испытания на воздействие климатических и механических факторов***

Методы испытаний на воздействие климатических и механических факторов — по ГОСТ 22261.

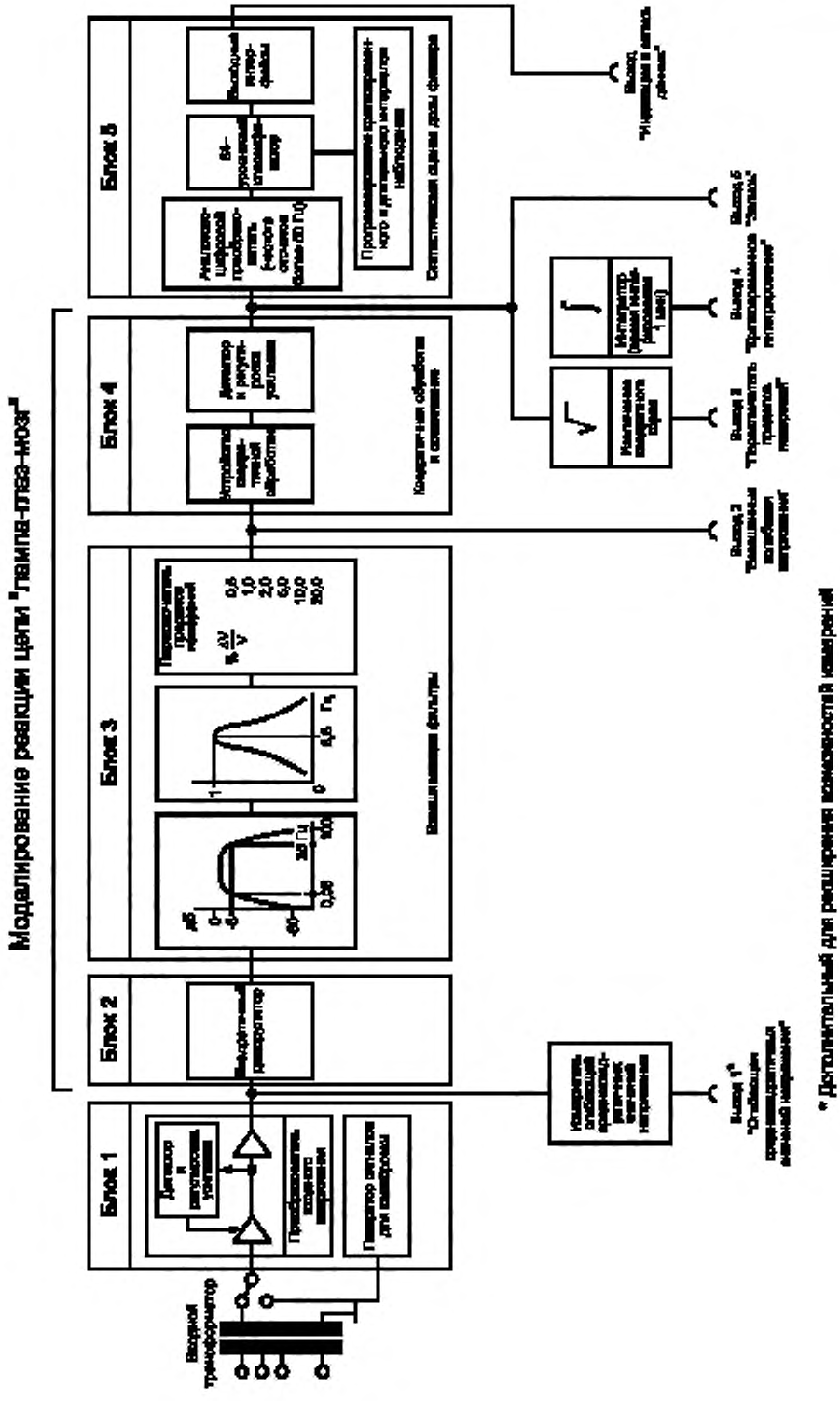

Рисунок 1 — Функциональная схема прибора

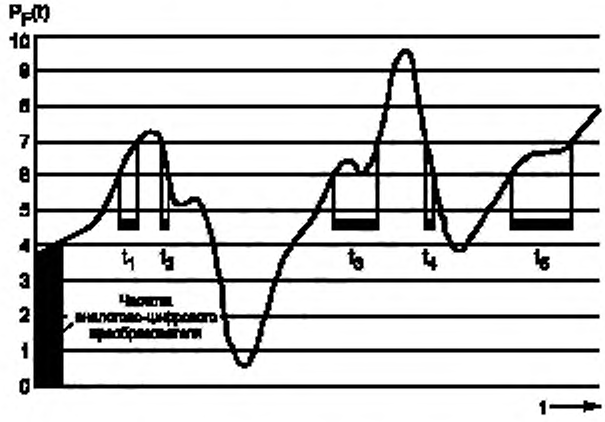

Рисунок 2а — Уровень фликера как функция времени

В качестве примера показано наличие сигнала в классе 7

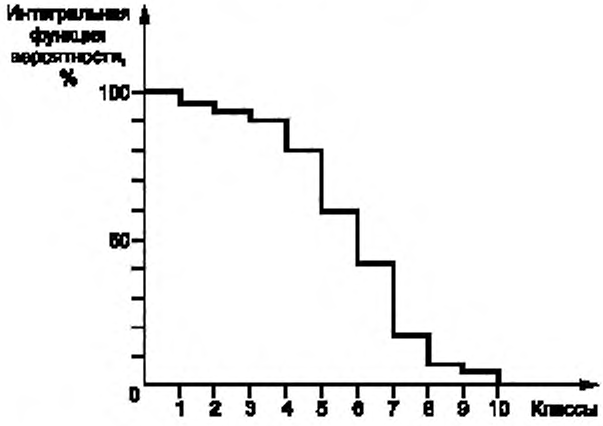

Рисунок 2б — Интегральная функция вероятности наличия сигнала в классах 1—10

Рисунок 2 — Основные положения метода статистического анализа «время — уровень фликера»

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Способы повышения точности оценки фликера

Существуют различные способы обеспечения точности оценки фликера применительно к широкому диапазону условий. Некоторые из этих способов указаны ниже. При условии обеспечения установленной в настоящем стандарте погрешности измерений (±5 %) для требуемого диапазона значений относительных изменений входного напряжения может быть применен любой из этих способов или их комбинация.

Во многих случаях частные значения уровней фликера P_k, необходимые для вычисления P_{st}, не будут соответствовать определенному классу и должны быть получены путем интерполяции (или экстраполяции) между имеющимися значениями.

А.1 **Линейная интерполяция**

При линейной интерполяции полную шкалу классификатора F_s разделяют на N равных частей, так что интервал значений, соответствующий отдельному классу, составляет F_s/N. Обозначим через n номер класса, которому соответствует уровень фликера P_k. Уровень фликера, соответствующий классу n, расположен между значением $(n-1)F_s/N$, превышаемым в течение Y_{n-1} процентов времени интервала наблюдений, и значением $n\,F_s/N$, превышаемым в течение Y_n процентов времени. При линейной интерполяции уровень фликера P_k, соответствующий проценту времени Y_k, равен:

$$P_k = \frac{F_s}{N}\left(n - \frac{Y_k - Y_n}{Y_{n-1} - Y_n}\right).$$

А.2 **Нелинейная интерполяция**

Если линейная интерполяция не обеспечивает необходимой точности, используют нелинейную интерполяцию. При этом рекомендуется применять квадратичную формулу для уровней фликера, соответствующих трем смежным классам на интегральной функции вероятности. Значение P_k определяют из выражения

$$P_k = \frac{F_s}{N}\left(n - 1 + \frac{1}{2H_2}(H_1 - \sqrt{H_3})\right),$$

где $H_1 = \frac{3}{2}Y_{n-1} - 2Y_n + \frac{1}{2}Y_{n+1}$;

$$H_2 = \frac{1}{2}Y_{n-1} - Y_n + \frac{1}{2}Y_{n+1};$$

$$H_3 = H_1^2 - 4H_2(Y_{n-1} - Y_k);$$

Y_n — процент вероятности, соответствующий классу n (см. А.1).

А.3 **Псевдонулевая точка пересечения**

Может случиться, что одно или несколько значений уровней фликера P_k, представляющих интерес, находится в интервале, принадлежащем первому классу.

Опыт показывает, что интерполяция между нулевым значением и верхней границей первого класса приводит к ошибочным результатам, при этом подразумевается, что нулевой уровень будет превышен с вероятностью 100 %. На практике кривая типовой интегральной функции вероятности может пересекать ось вероятностей в точке значительно ниже отметки 100 % и затем проходить вертикально вверх по оси. Способ уменьшения ошибок в этой области заключается в экстраполяции кривой интегральной функции вероятности до пересечения с осью Y для получения псевдонулевой точки пересечения Y_0. Y_0 определяют из следующего выражения:

$$Y_0 = (3Y_1 - Y_2 + Y_3).$$

А.4 **Нелинейная шкала**

Статистический анализ может быть более эффективным и точным, если классы имеют изменяемую ширину интервалов.

Может быть использована логарифмическая шкала, которая обычно позволяет применить линейную интерполяцию и избежать определения псевдонулевых точек пересечения. При этом обработка полного диапазона входных напряжений может осуществляться без переключения пределов измерений. С другой стороны, линейный классификатор может быть использован на выходе блока 3 прибора, но при этом необходимо переключение пределов измерений.

УДК 621.396/.397.001.4:006.354 ОКС 33.100 Э02 ОКСТУ 0020

Ключевые слова: электромагнитная совместимость; системы электроснабжения; фликер; фликерметр; технические требования; методы испытаний

Редактор *И.Н. Зайончковская*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *В.С. Черная*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 31.01.2000. Подписано в печать 21.03.2000. Усл. печ. л. 2,32.
Уч.-изд. л. 1,85. Тираж 222 экз. С 4738. Зак. 256.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. "Московский печатник", 103062, Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru