

УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

# Постижение сути электрических сигналов

**Устройства, преобразующие электрическую энергию в механическую, приводят в движение промышленное оборудование: насосы, компрессоры, двигатели, конвейеры, роботов и многое другое. Управляющие этими электромеханическими устройствами сигналы напряжения являются важной, но невидимой силой. Как же зарегистрировать и увидеть эту невидимую силу?**

Осциллографы фиксируют сигналы напряжения и отображают их в виде осциллограмм, наглядных графиков изменения напряжения во времени. Значения отображаются в форме графика, показывающего изменения сигнала. По вертикальной оси (Y) откладывают измеренное напряжение, а по горизонтальной оси (X) — время.

Большинство современных осциллографов являются цифровыми, что позволяет точнее измерять величину сигнала, быстро выполнять расчеты, расширяет возможности хранения и автоматизированного анализа данных. Портативные цифровые осциллографы, такие как измерительные инструменты Fluke ScopeMeter®, имеют ряд преимуществ по сравнению с настольными моделями. Они работают от батарей, имеют электрически изолированные дифференциальные входы и встроенные функции, которые облегчают использование осциллографа и его доступность для различных специалистов.

Последнее поколение портативных осциллографов ScopeMeter® разработано для быстрой и легкой эксплуатации в полевых условиях и даже допускает совместное использование результатов измерений в реальном масштабе времени с помощью приложения для смартфона для консультаций с коллегами или другими экспертами или для сохранения данных

в облаке для последующего анализа.

Такая конструкция также сертифицирована по безопасности для выполнения измерений в условиях категорий CAT III 1000 В и CAT IV 600 В, что абсолютно необходимо для безопасного устранения неисправностей в мощных электротехнических устройствах.

## Мультиметр или осциллограф?

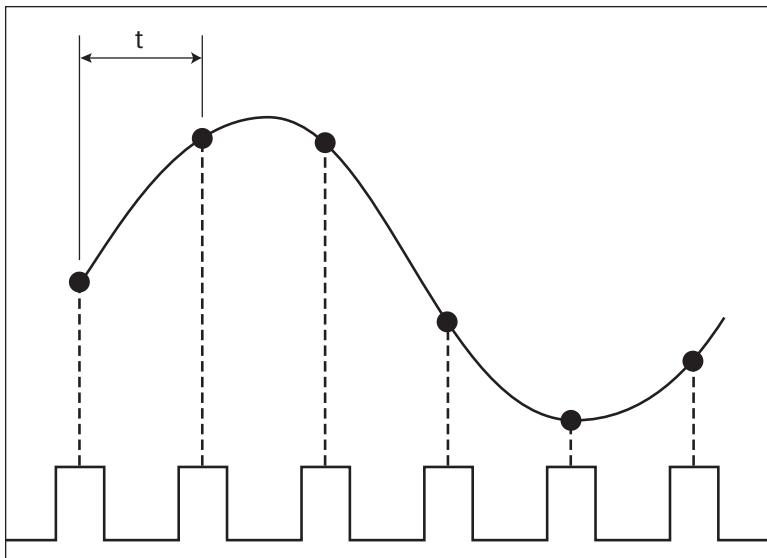
Разницу между осциллографом и цифровым мультиметром можно наиболее просто описать противопоставлением «изображение или цифры». Цифровой мультиметр является инструментом для выполнения точных измерений дискретных сигналов, что позволяет получать значения напряжения, тока или частоты сигнала с точностью до восьми разрядов. С другой стороны, он не позволяет визуально отобразить сигнал для выявления интенсивности, формы колебания или мгновенного значения сигнала. Он также не позволяет обнаруживать переходный или гармонический сигнал, который может нарушать работу системы.

Осциллограф добавляет значительную информацию к числовым показаниям цифрового мультиметра. Показывая мгновенные числовые значения параметров сигнала, он одновременно отображает форму, включая амплитуду (напряжение) и частоту.



**Граф на экране осциллографа может предоставить следующую важную информацию:**

- Сигналы напряжения и тока при нормальной работе
- Аномалии сигнала
- Расчетная частота колебаний сигнала и наличие отклонений частоты
- Наличие помехи в сигнале и искажения сигнала помехой



Дискретизация и интерполяция: отсчеты отображаются точками, а результат интерполяции показан черной линией.

С такой визуальной информацией опасный для работы системы переходный сигнал можно отобразить, измерить и изолировать.

При необходимости получить количественные измерения и качественную оценку воспользуйтесь осциллографом. Используйте цифровой мультиметр для точного измерения напряжения, тока, сопротивления и других электрических параметров.

## Функции портативного осциллографа ScopeMeter®

### Дискретизация

Дискретизация — это процесс преобразования отрезка входного сигнала в набор дискретных электрических величин с целью хранения, обработки и отображения. Значение в каждой выбранной точке равно амплитуде входного сигнала в момент выборки.

Форма входного сигнала отображается на дисплее последовательностью точек. Если точки располагаются с большим интервалом так, что по ним трудно представить форму сигнала, их можно соединить с помощью линий или векторов с использованием метода, называемого интерполяцией.

### Пуск развертки

Управление пуском развертки позволяет стабилизировать изображение и отображать периодические сигналы.

Пуск по фронту сигнала — наиболее распространенный способ пуска развертки. В этом режиме уровень срабатывания и выбор направления перепада фронта обеспечивают определение основных параметров точки запуска развертки. Выбор направления перепада определяет, находится ли точка пуска на восходящем или нисходящем фронте сигнала, а установка уровня определяет положение точки пуска на фронте сигнала.

При работе со сложными сигналами, например с последовательностью импульсов, может потребоваться пуск по длительности импульса. При этом методе точки уровня запуска на переднем фронте и на следующем за ним нисходящем фронте сигнала должны оказаться в заданном временном промежутке. При выполнении этих двух условий происходит пуск развертки осциллографа.

Другой метод — одноразовая пусковая схема, где осциллограф отображает форму сигнала только при соответствии параметров входного сигнала заданным условиям запуска. При достижении условий пуска осциллограф получает данные и отображает

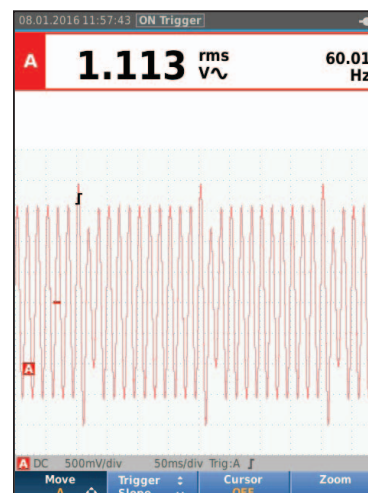
их на экране, а затем удерживает на экране изображение формы сигнала.

### Получение изображения формы сигнала на экране

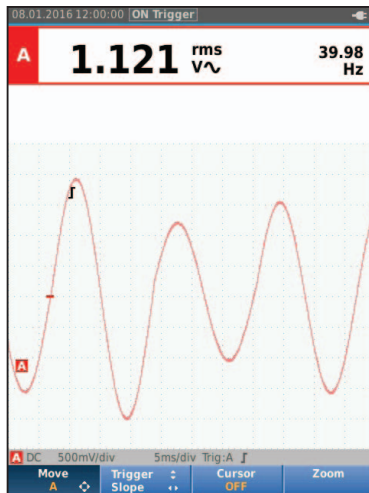
Задача регистрации и анализа сигнала неизвестной формы на осциллографе может быть рутинной процедурой, а может напоминать фотосъемку в темноте. Во многих случаях систематический подход к настройке осциллографа позволяет получить изображение формы стабильного сигнала или помогает определить положение органов управления осциллографа для регистрации формы сигнала.

Традиционный метод регистрации сигнала для получения изображения на осциллографе сводится к ручной настройке трех основных параметров в попытке достичь оптимальных установок, часто не зная правильных значений переменных.

- **Чувствительность по вертикали.** Меняет чувствительность отклонения по вертикали, чтобы амплитуда сигнала составляла приблизительно от трех до шести делений по вертикали на экране.

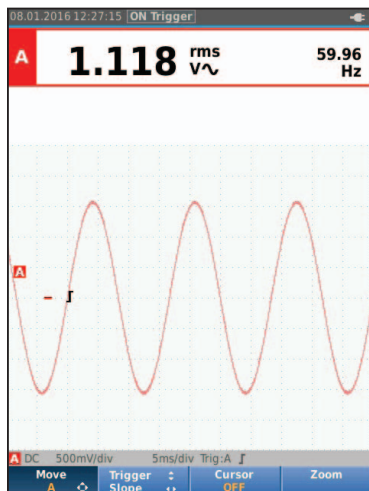


Размах неизвестного сигнала на экране настраивают в размер 3–6 вертикальных делений.

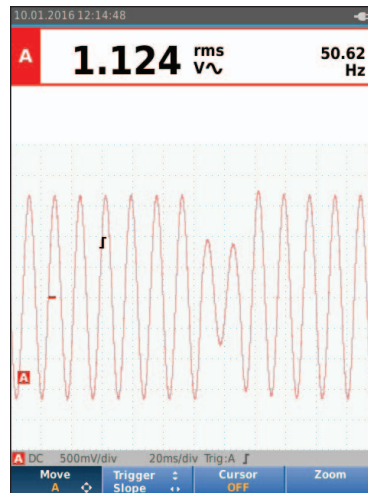


Настраивают, чтобы отображалось 3–4 периода неизвестного сигнала по горизонтали.

- **Синхронизация по горизонтали.** Регулировка скорости горизонтальной развертки, чтобы на ширине экрана отображалось три-четыре периода сигнала.
- **Уровень запуска.** Устанавливает пороговое значение запуска при отклонении кривой сигнала по вертикали. С помощью этой регулировки иногда (в зависимости от характеристик сигнала) можно добиться устойчивого изображения сигнала.



Уровень запуска устанавливается на уникальном повторяющемся значении за пределами искажений во втором периоде.



Уровень запуска установлен корректно, но из-за искажения переднего фронта во втором периоде дополнительный пуск развертки вызывает неустойчивость изображения.

При правильной установке значений этих трех параметров отображается симметричная форма сигнала — соединяющая отсчеты линия создает графическое представление формы сигнала. Форма сигналов может варьироваться бесконечно от наиболее распространенных синусоидальных, с идеально симметричными отрицательными и положительными периодами или однополярного меандра, типичного для цифровых систем, до острых треугольных зубчатых форм.

Метод ручной установки часто требует утомительной подстройки параметров для того, чтобы сделать изображение сигнала «читаемым» и пригодным для анализа.

### Автоматизация настройки

В противоположность сказанному, в портативном осциллографе Fluke ScopeMeter® имеется технология Connect-and-View™ автоматизации процесса оцифровки аналогового сигнала для четкого отображения его формы. При использовании Connect-and-View осуществляется подстройка вертикальной и горизонтальной синхронизации и уровня запуска, что позволяет отображать сложные сигналы заранее неизвестной формы и освободить руки для работы. Эта функция оптимизирует и стабилизирует изображение почти

любых сигналов. При изменении сигнала соответственно меняются параметры настройки прибора.

Включение функции Connect-and-View происходит при нажатии на кнопку AUTO. После этого на экране появляется осциллограмма, которая (1) вписывается в вертикальный размер дисплея, (2) включает не менее трех периодов сигнала и (3) является достаточно стабильной для определения общих характеристик сигнала. Теперь можно выполнить точную подстройку параметров.

### Прочтение и распознавание сигналов

Большинство встречающихся в электронных системах видов сигналов являются периодическими и повторяющимися, имеют известные формы. Однако существует ряд подлежащих оценке характеристик формы сигнала, учет которых на осциллограммах различных размеров следует обучиться.

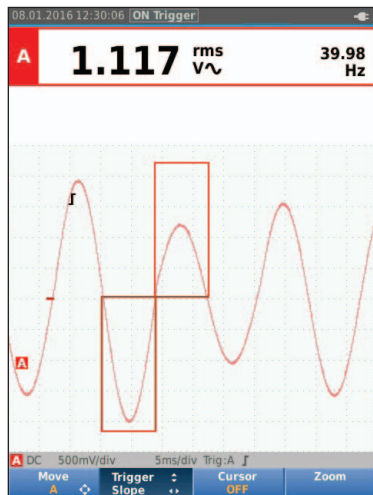
Некоторые измерительные приборы Fluke ScopeMeter® имеют встроенный фирменный алгоритм IntellaSet™ для облегчения анализа формы сигнала. При включенной новой функции IntellaSet™ выполняется оценка отображаемого на дисплее сигнала и сравнение его формы с известными формами сигналов, хранящимися в базе данных. Затем измерительный прибор ScopeMeter® предлагает характеризующие неизвестный сигнал значения важных измеренных параметров для определения потенциальных проблемных областей. Например, при измерении характеристик линии электропитания автоматически отображаются измеренные значения напряжения переменного, постоянного тока и частоты.

Хотя интеллектуальные программы помогают сократить время на изучение осциллограмм, важно знать, на что следует обращать внимание при использовании осциллографа.



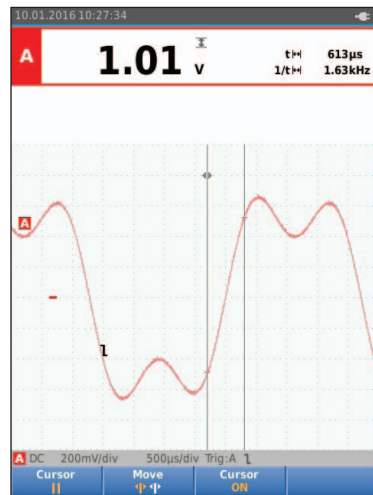
Ниже перечислены особенности, которые необходимо учитывать при анализе осциллограмм.

**Форма сигнала.** Повторяющиеся сигналы должны быть симметричными. То есть, если осциллограмму отпечатать и разрезать на две примерно равные части, изображения на обеих частях должны быть одинаковы. Наличие различия может указывать на присутствие проблемы.



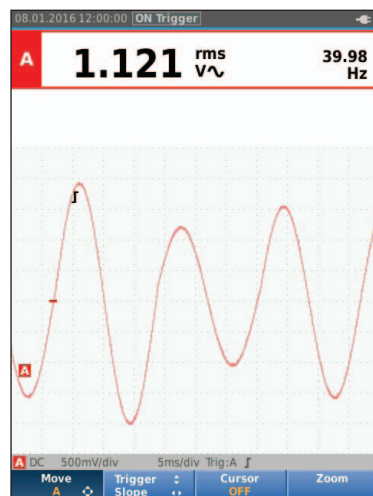
Если два элемента формы сигнала несимметричны, возможно, имеется проблема с сигналом.

**Восходящий и нисходящий фронты.** В частности, форма восходящего или нисходящего фронта меандра и прямоугольных импульсов могут значительно влиять на синхронизацию цифровых цепей. Может потребоваться увеличить временной масштаб, чтобы рассмотреть фронт сигнала с большим разрешением.



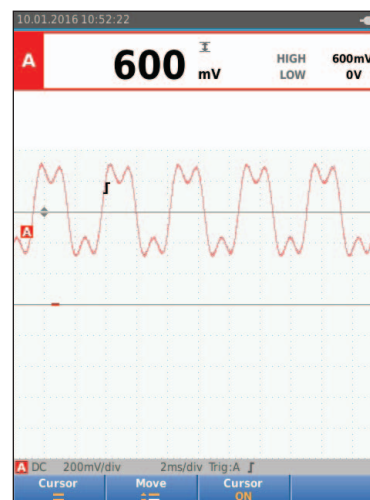
Используйте курсор и линии координатной сетки, чтобы оценить длительности нарастания и спада переднего и заднего фронта сигнала.

**Амплитуда.** Убедитесь, что значение амплитуды находится в пределах эксплуатационных технических характеристик цепи. Кроме того, проверьте соответствие между одним периодом сигнала и следующим. Следите за сигналом в течение продолжительного периода времени, отмечая любые изменения амплитуды.



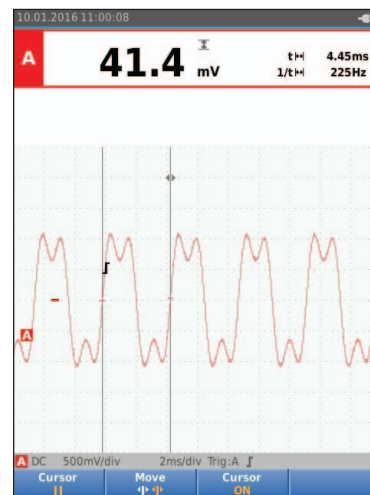
Используйте горизонтальные курсоры для определения величины колебаний амплитуды.

**Смещение амплитуды.** Подключите сигнал к открытому входу и определите, где находится опорный маркер заземления. Оцените наличие постоянной составляющей и проследите, остается ли это смещение постоянным или меняется со временем.



Оцените величину смещения постоянной составляющей сигнала.

**Периодические сигналы.** Генераторы и другие цепи создают сигналы с постоянно повторяющимися периодами. Оцените длительность каждого отображаемого периода с помощью курсоров для обнаружения несоответствий.

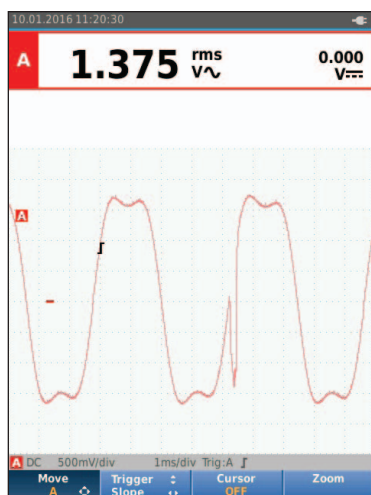


Оцените изменения временных параметров между периодами.

## Искажения формы сигнала

Ниже перечислены типичные обнаруживаемые искажения формы сигнала с указанием типовых причин этих аномалий.

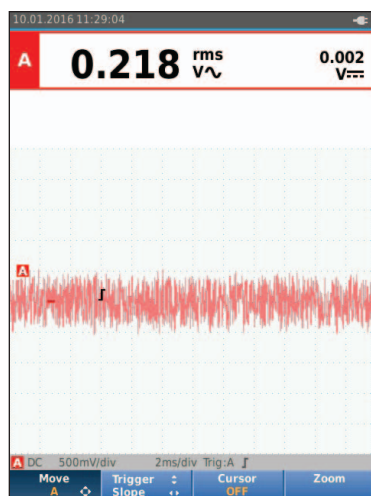
**Переходные процессы или выбросы.** Когда сигналы снимаются с активных устройств, например с транзисторов или ключей, переходные процессы или другие искажения формы могут возникать из-за ошибок синхронизации, задержек распространения, плохих контактов или из-за других причин.



Переходный процесс проявляется в искажении переднего фронта импульса.

**Помехи.** Помехи могут быть вызваны неисправностью цепей питания, перегрузкой цепей, перекрестными наводками или влиянием соседних кабелей.

Кроме того, помехи могут быть индуцированы извне такими источниками, как преобразователи постоянного тока, системы освещения и силовыми электрическими цепями.

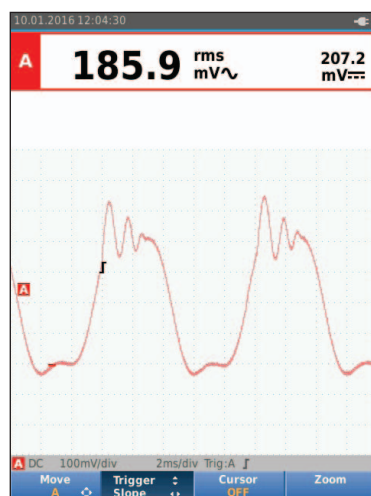


Величина измеренного потенциала точки заземления указывает на индуцированную случайную помеху.

## Затухающие колебания.

Затухающие колебания можно наблюдать в основном в цифровых схемах, радиолокационных и широтно-импульсных системах. Затухающие колебания проявляются при переходе от положительного или отрицательного фронта к постоянному значению сигнала.

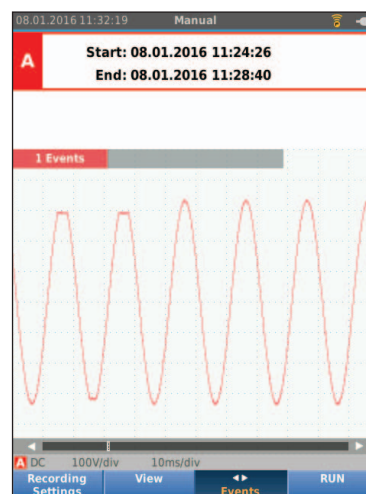
Проверьте наличие избыточных затухающих колебаний, подстраивая масштаб временной оси до получения четкого изображения переходного процесса или импульса.



Возникновение избыточных затухающих колебаний происходит в верхней части прямоугольного импульса.

## Кратковременный выброс

Кратковременные изменения наблюдаемого сигнала обычно возникают в результате внешнего воздействия, такого как просадка или бросок напряжения сети электроснабжения, пуск устройства большой мощности, подключенного к той же электрической цепи, или слабый контакт в соединении. Используйте функцию ScopeRecord и режим Event Capture регистрации события измерительного прибора ScopeMeter для наблюдения за сигналом в течение длительного периода времени и обнаружения трудноуловимых кратковременных событий.



Кратковременное изменение примерно 1,5 периодов амплитуды синусоиды.

## Диагностика и устранение неисправностей

Хотя успешное устранение неисправностей является одновременно искусством и наукой, применение методологии поиска неисправностей и использование функций передового портативного осциллографа ScopeMeter® может значительно упростить процесс.

Передовые методы устранения неисправностей позволят сэкономить время и избежать разочарований. Известный проверенный временем метод сравнения с заведомо исправным устройством позволяет достичь обеих целей. Из метода сравнения с заведомо исправным устройством вытекает простой вывод: нормально работающая электронная система создает в критических точках схемы сигналы предсказуемой формы, которые можно зафиксировать и сохранить.

Эту эталонную библиотеку можно хранить в измерительном приборе ScopeMeter в качестве важного источника или передать через приложение Fluke Connect® на смартфон и в облако. Ее можно также вывести на печатающее устройство и использовать в качестве справочного документа в форме «твердой копии». Если в данной или в идентичной системе позже обнаружатся неполадки или неисправность, сигналы, зарегистрированные в неисправной системе, называемой проверяемым устройством, можно сравнить с сигналами заведомо исправного устройства. Впоследствии проверяемое устройство можно отремонтировать или заменить.

Для создания справочной библиотеки начните с определения важных контрольных точек или узлов в проверяемом устройстве.

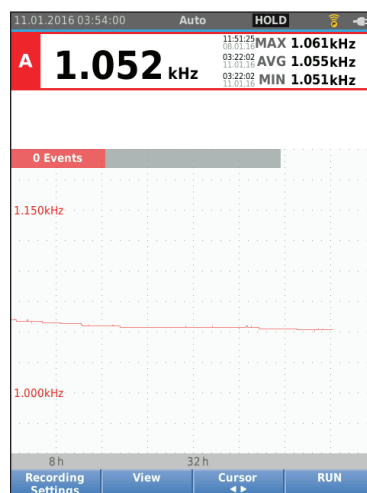
Теперь выполните эти действия для заведомо исправного устройства, зарегистрировав формы сигналов в каждом узле. Снабдите каждую записанную осциллограмму необходимым комментарием.

Заведите привычку всегда документировать важные осциллограммы и результаты измерений. Эталонные данные для последующего сравнения окажутся неоценимыми при будущем поиске неисправностей.

При устранении неисправностей важно проверить сигналы на быстропротекающие нестационарные процессы или выбросы, даже если контроль параметров сигнала не показал никаких аномалий.

Эти события может быть трудно засечь, но высокая частота дискретизации современных измерительных приборов ScopeMeter вместе с эффективным механизмом запуска делают обнаружение возможным. Кроме того, возможности регистрации в новейших измерительных приборах ScopeMeter позволяют отслеживать направление отклонения важнейших измеряемых параметров электрических сигналов во времени, обнаруживать изменения или случайные события, которые выходят за пределы заданных пользователем пороговых значений и вызывают остановку или сброс системы.

**Дрейф.** Обнаружение дрейфа или малых изменений напряжения сигнала с течением времени может быть затруднительным. Часто изменение происходит настолько медленно, что его трудно обнаружить. Изменения температуры и старение могут влиять на пассивные электронные компоненты, такие как резисторы, конденсаторы и кварцевые резонаторы. Одной из затруднительных для диагностики неисправностью может быть дрейф эталонного источника питания постоянного тока или цепи генератора. Часто единственным решением является наблюдение за измеренными значениями (напряжения постоянного тока, частоты и т. д.) в течение продолжительного времени.



Измерения частоты кварцевого генератора в течение длительного периода времени (дней или даже недель) могут выявить влияние дрейфа, вызванного изменением температуры и старением.

**ОСТОРОЖНО!** Для правильного и безопасного использования электрических измерительных приборов важно, чтобы операторы выполняли правила техники безопасности, установленные в компании и местными органами по охране труда.

**Fluke. Keeping your world up and running.®**

ООО «Флюк СИАЙЭС»  
125993, г. Москва, Ленинградский  
проспект д. 37 к. 9 подъезд 4, 1 этаж,  
БЦ «Аэростар»  
Тел: +7 (495) 664-75-12  
Факс: +7 (495) 664-75-12  
e-mail: info@fluke.ru

© Авторское право 2016 Fluke Corporation.  
Авторские права защищены. Данные могут  
быть изменены без уведомления.  
Самые надежные инструменты в мире  
01/2016 6006757a-ru

Не разрешается вносить изменения в  
данный документ без письменного согласия  
компании Fluke Corporation.