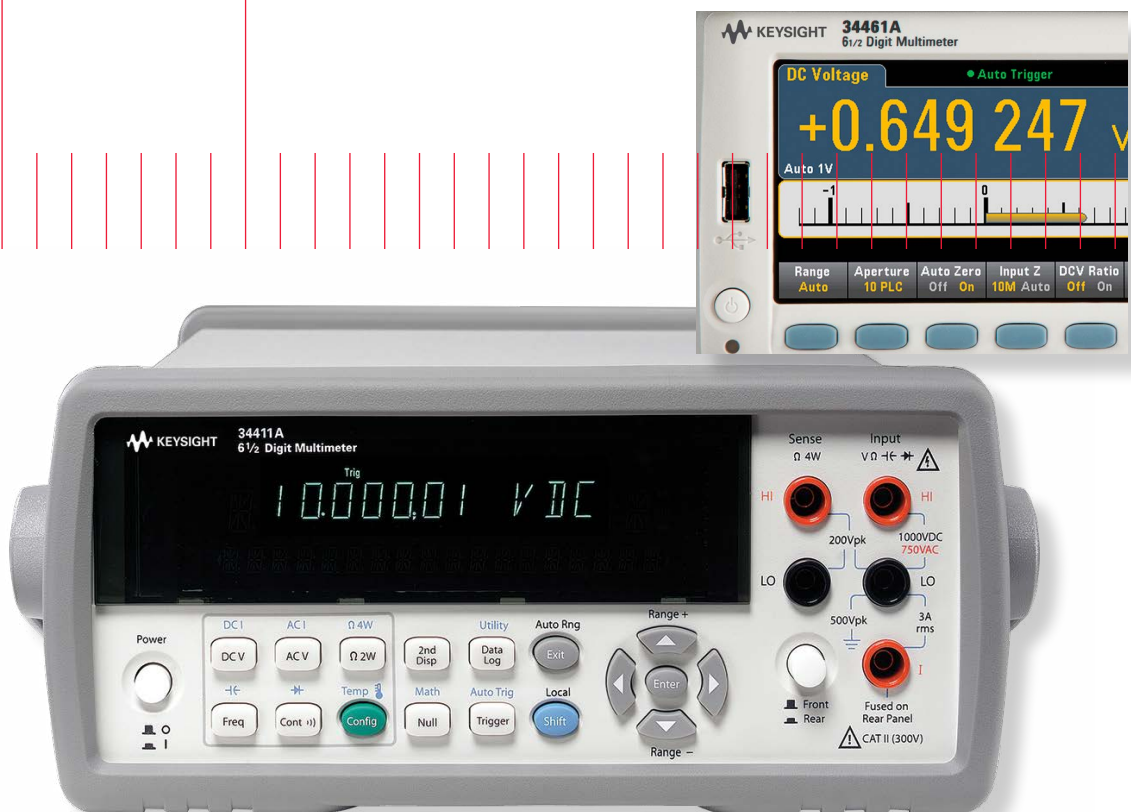


## Keysight Technologies

Дискретизация сигналов и анализ данных с помощью цифрового мультиметра без программирования

Рекомендации по применению



## Введение

Цифровые мультиметры компании Keysight Technologies, Inc. повсеместно используются на рабочих местах и в автоматизированных испытательных системах (АИС). В своё время Вы, вероятно, тоже использовали один из них. Они измеряют основные электрические параметры и обеспечивают чёткое отображение результата измерения (отсчёта). Цифровые мультиметры с расширенными функциональными возможностями обеспечивают более высокую точность, возможность регистрации данных и более высокие скорости измерений. Если Ваш цифровой мультиметр обладает такими возможностями, его можно использовать для дискретизации сигналов. Дискретизация полезна для лучшего понимания поведения сигналов, а построение графика на основе данных измерения позволяет получить визуальное представление сигнала. Дискретизация с помощью цифрового мультиметра упрощается при использовании прикладной программы DMM Connectivity Utility компании Keysight.

Последующее краткое описание примера применения объясняет, как эта новая прикладная программа может помочь быстрее дискретизировать исследуемые сигналы и проанализировать полученные данные. С помощью двух щелчков мышью она позволяет построить график, используя данные измерений. Эта прикладная программа также синхронизирует работу нескольких цифровых мультиметров и позволяет объединить их в многоканальную систему.

### Пример применения

В процессе изучения курса гидроаэродинамики студент машиностроительного факультета разработал крыло самолёта. Для оценки параметров деформации крыла при различных условиях ему необходимо было измерить усилия, воздействующие на крыло, по меньшей мере в четырёх различных точках. У него было некоторое количество тензометрических датчиков силы (усилия), электрическое сопротивление которых изменяется в результате растяжения или сжатия. Эти датчики были ровесниками студента. Поскольку студент ещё не получил степень бакалавра, у него не было доступа к дорогостоящему оборудованию, которое используют студенты старших курсов. Он выяснил, что может использовать электронное лабораторное оборудование и взял для решения своей задачи несколько цифровых мультиметров. Студент загрузил прикладную программу DMM Connectivity Utility компании Keysight и использовал её для установки параметров своего измерения. Он собирался выполнить сбор ряда дискретных точек данных, чтобы затем поместить все эти данные в Excel для последующей обработки. Но он обнаружил, что эту прикладную программу можно использовать для дискретизации сигналов и построения графиков сразу во всех четырёх точках. После полудня он смог выполнить дискретизацию выходных сигналов датчиков одновременно во всех точках и во всём диапазоне изменений условий испытаний. Затем он потратил оставшееся в выходной день время на изучение полученных результатов.

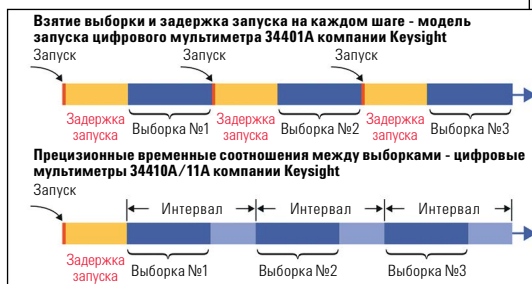
## Упрощенная дискретизация

При использовании дискретизации сигналов можно анализировать переходные процессы, неповторяющиеся сигналы и другие сигналы переменного тока во временной и частотной областях. Для лучшего понимания поведения сигналов используют быстродействующие методы дискретизации. Если рассматривать стандартные решения (дигитайзеры, прецизионные осциллографы), их стоимость часто превышает \$10000, и они не всегда способны обеспечить разрешение, требуемое для измерения.

Цифровые мультиметры общего назначения также можно использовать для дискретизации сигналов, но они не относятся к тем приборам, о которых вспоминают в первую очередь, когда речь заходит о дискретизации. Исторически цифровые мультиметры устанавливались для выполнения дискретных измерений с изменяющимися интервалами выборки. Современные цифровые мультиметры имеют детерминированные интервалы выборки и модели дискретизации, которые позволяют дискретизировать исследуемый сигнал. Цифровые мультиметры являются гибкими и относительно недорогими приборами с разрешением до 22 бит. Дополнительное преимущество цифровых мультиметров заключается в возможности дискретизации величин сопротивления, силы тока и температуры в самом приборе. Новая прикладная программа DMM Connectivity Utility компании Keysight упрощает установку параметров тестирования, сбор дискретизованных данных и их визуализацию во временной области.

Программа поддерживает цифровые мультиметры с возможностями дискретизации, включая 34410A, 34411A, 34460A и 34461A, и может связываться с ними по шинам GPIB, USB или LAN. Работая с этой программой, можно использовать один и тот же интуитивно-понятный интерфейс при установке параметров дискретизации для всех этих цифровых мультиметров.

Программа поможет настроить параметры для используемых функций измерения. Она представляет цифровые мультиметры в виде окон на рабочем столе экрана компьютера. С помощью программы можно визуализировать сигналы, для измерения которых одновременно используется до четырёх разных мультиметров, а также управлять и проводить измерения с использованием до девяти цифровых мультиметров.



## Установка параметров для дискретизированных измерений

Чтобы изменить параметры для каждого мультиметра, нажмите пиктограмму конфигурирования (с изображением гаечного ключа) в каждом окне. Появится меню Measurement (измерение) и меню Data logger/Digitizer (регистратор данных/дигитайзер) в окнах с закладками. Рассмотрим дискретизацию простого сигнала. Захватываемый сигнал представляет собой модель кардиосигнала.

В этом примере измеряется напряжение постоянного тока. Меню Measurement (измерение) используется для выбора функции измерения напряжения постоянного тока (DC Voltage). Контекстно-зависимая закладка Measurement представляет все параметры, которые можно использовать при измерении напряжения постоянного тока с помощью мультиметра. На рисунке 2 показана типовая установка параметров для измерений напряжения постоянного тока.

## СОВЕТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ №1

### Интервалы выборки

При использовании цифрового мультиметра для регистрации или дискретизации данных необходимо минимизировать изменения отсчёта времени между выборками. Исключение источников дополнительных задержек может улучшить согласованность между отсчётами. Время, требуемое для автоматического переключения пределов, изменений пределов, автоматической установки нуля, выполнения математических функций и обновления отсчётов на экране дисплея, может внести дополнительный вклад в нестабильность результатов измерений. См. рекомендации по применению “Повышение производительности цифровых мультиметров”, 5990-3218EN.

Вместо того, чтобы вставлять задержку запуска между соседними выборками, используется интервал выборки. Интервал выборки определяет время ожидания после возникновения события запуска перед проведением следующего измерения. Использование цифрового мультиметра, который позволяет задавать интервал выборки вместо задержки запуска, обеспечивает прецизионные временные соотношения между выборками даже при использовании таких свойств, как автоматическое переключение пределов и автоматическая установка нуля. Более подробная информация приведена в брошюре “Регистрация и дискретизация данных с использованием цифрового мультиметра”, 5990-3220EN.

Рисунок 1. Установка интервала выборки более точно определяет временные соотношения в процессе измерений, чем задержка между выборками.

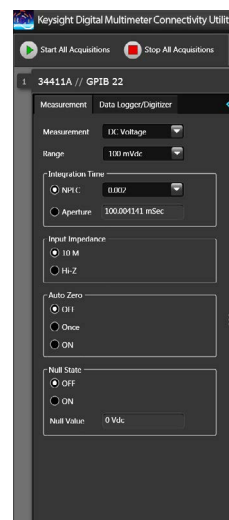


Рисунок 2. Установка параметров при измерении напряжения постоянного тока

## СОВЕТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ №2

### Удобное подключение к ПК

Используйте набор библиотек ввода-вывода IO Libraries Suite компании Keysight для удобства идентификации цифровых мультиметров, подключённых к Вашему ПК. Приборы, использующие прямое подключение к ПК с помощью интерфейсов USB и GPIB, будут автоматически идентифицироваться и распознаваться во время начального запуска программы. Для цифровых мультиметров, подключённых через LAN или RS-232, потребуется шаг конфигурирования в программе Connection Expert компании Keysight, доступ к которой производится из программы DMM Connectivity Utility.

Унифицированный интерфейс прикладной программы DMM Connectivity Utility поддерживает цифровые мультиметры компании Keysight, выпущенные за последние 25 лет. Программа поддерживает старые модели цифровых мультиметров, включая 34401A, 34405A, 34410A и 34411A, а также цифровые мультиметры последнего поколения: 34450A, 34460A и 34461A.

Как было указано раньше, используя данную прикладную программу, Вы можете установить свой рабочий стол для дискретизации нескольких сигналов. Более подробная информация приведена в рекомендациях по применению "Захват и анализ нескольких сигналов с помощью цифровых мультиметров без программирования", 5991-2283RURU. После завершения настройки параметров для дискретизации нажмите клавишу Start All Acquisitions (запуск сбора данных на всех приборах). Это действие автоматически запустит измерения на всех измерительных приборах на Вашем рабочем столе. После получения данных измерения Вы можете визуализировать их, используя графический режим программы, как показано на рисунке 4.

### Анализ дискретизованных данных

Прикладная программа DMM Connectivity Utility компании Keysight может помочь Вам интерпретировать данные визуально в реальном времени. Программа имеет режим графика тренда, который отображает изменение данных во времени. Эта возможность позволяет быстро понять причины возникновения пиков, шумов или дрейфа результатов измерения. Как и в осциллографе, в этом режиме доступны маркеры измерений, которые позволяют анализировать результаты измерений между маркерами. Настраиваемые свойства, такие как автоматическое масштабирование, увеличение масштаба изображения и цвет графика, позволяют модифицировать вид представления данных. Возможности программы позволяют Вам также снабжать события измерений комментариями.

Если Вы хотите для анализа данных использовать собственную программу, то после завершения измерений Вы сможете экспортировать данные в различных форматах (см. рисунок 5). Эти форматы включают: Microsoft Excel, Microsoft Word, MATLAB и .csv. Меню экспорта также позволяет быстро захватывать экранные изображения. Экспортированные данные включают временные метки, которые показывают, когда были проведены измерения.

Закладка Data Logger/Digitizer (регистратор данных/дигитайзер) предоставляет Вам расширенные функциональные возможности, такие как установки параметров регистрации данных и дигитайзера. Содержание контекстно-зависимых меню зависит от используемой модели цифрового мультиметра. В меню регистратора данных (Data Logger) Вы сможете найти меню запуска, опции допусковых испытаний, реализуемых программой, и установки интервала выборки. Новые функциональные возможности позволяют устанавливать программу для отправки сообщения по электронной почте, когда результат измерения выйдет за предел. Используя этот режим, Вы можете визуализировать реальные данные по мере выполнения измерений.

В меню дигитайзера (Digitizer) приведены установки параметров для наиболее распространённых конфигураций дигитайзера, использующих один сигнал запуска для сбора множества отсчётов (см. рисунок 3). При использовании этого меню для интервала выборки устанавливается минимальное значение.

В этом режиме выборки берутся и запоминаются внутри цифрового мультиметра. После завершения сбора данных они передаются в прикладную программу. Это позволяет минимизировать любые ошибки синхронизации выборок, связанные со скоростями передачи данных.

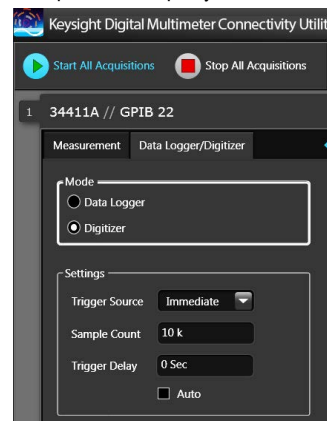


Рисунок 3. Меню Digitizer Configuration (конфигурация дигитайзера)

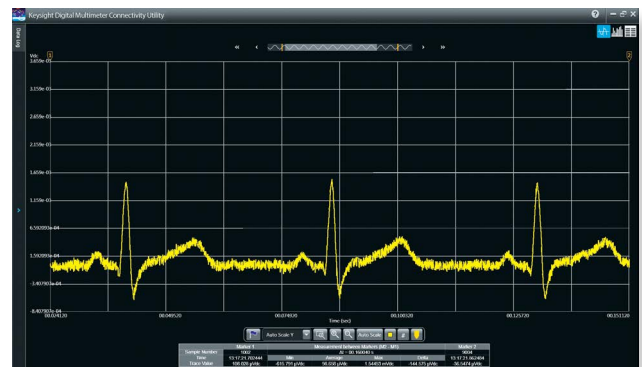


Рисунок 4. Дискретизированные данные

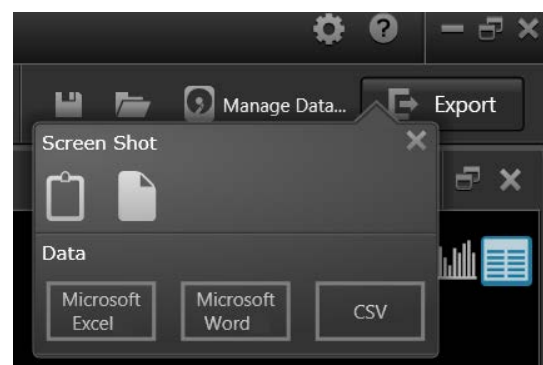


Рисунок 5. Меню Export (экспорт)

Если Вы забыли сохранить Ваши данные, прикладная программа DMM Connectivity Utility компании Keysight поможет Вам. Функция Data Manager (см. рисунок 6), доступная после нажатия клавиши Manage Data, отслеживает данные последних сессий. Эти данные сохраняются в виде файла в ПК, и с этим файлом можно обращаться, как и с другими файлами ПК. Можно открыть данные последней сессии и использовать те же инструментальные средства цифрового мультиметра для анализа данных, как если бы Вы только что собрали их. Используя это свойство, можно вернуться назад на 20 лет и просмотреть результаты измерений, полученные в то время, когда Вы впервые начали использовать цифровой мультиметр. Можно также использовать это свойство для пересылки группы результатов измерений в другой ПК для последующего просмотра данных в знакомой прикладной программе DMM Connectivity Utility компании Keysight

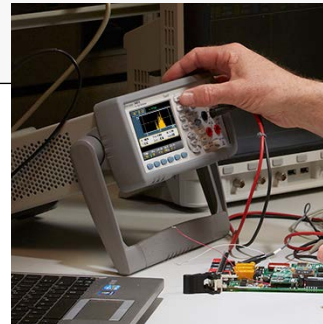
Name	Instrument	Data Points	Measurement	Date
Data 03 15 2013 16 16 41 751 (2)	34611A	158	DC Current	3/15/2013 4:16:41 PM
Data 03 15 2013 16 16 41 300 (1)	34611A	108	Resistance (Ω)	3/15/2013 4:16:40 PM
Data 03 15 2013 16 16 41 453 (1)	34605A	100	DC V	3/15/2013 4:16:41 PM
Data 03 15 2013 16 17 45 406 (2)	34605A	94	DC V	3/15/2013 4:17:46 PM
Data 03 15 2013 16 17 45 539 (1)	34605A	59	DC V	3/15/2013 4:17:45 PM
Data 03 15 2013 16 17 45 555 (1)	34611A	48	DC Current	3/15/2013 4:17:45 PM
Data 03 15 2013 16 18 10 286 (1)	34605A	31	DC V	3/15/2013 4:18:10 PM
Data 03 15 2013 16 18 10 334 (1)	34605A	52	DC V	3/15/2013 4:18:10 PM
Data 03 15 2013 16 18 10 381 (2)	34611A	43	DC Current	3/15/2013 4:18:10 PM
Data 03 15 2013 16 19 16 364 (1)	34605A	52	DC V	3/15/2013 4:19:16 PM
Data 03 15 2013 16 19 16 370 (1)	34605A	17	DC V	3/15/2013 4:19:16 PM
Data 03 15 2013 16 19 29 477 (1)	34605A	7	DC V	3/15/2013 4:19:30 PM
Data 03 15 2013 16 19 29 552 (1)	34605A	13	DC V	3/15/2013 4:19:30 PM
Data 03 15 2013 16 20 53 050 (2)	34605A	94	DC V	3/15/2013 4:20:53 PM
Data 03 15 2013 16 20 53 039 (1)	34605A	16	DC V	3/15/2013 4:20:53 PM
Data 03 15 2013 16 20 53 113 (1)	34605A	31	DC V	3/15/2013 4:20:53 PM
Data 03 15 2013 16 21 25 200 (1)	34605A	29	DC V	3/15/2013 4:21:25 PM
Data 03 15 2013 16 21 25 294 (1)	34605A	53	DC V	3/15/2013 4:21:25 PM
Data 03 15 2013 16 22 51 055 (2)	34611A	99	DC Current	3/15/2013 4:22:51 PM
Data 03 15 2013 16 22 51 030 (1)	34611A	125	DC V	3/15/2013 4:22:51 PM
Data 03 15 2013 16 27 51 451 (1)	34605A	137	DC V	3/15/2013 4:27:51 PM
Data 03 15 2013 16 27 51 453 (1)	34611A	102	DC Current	3/15/2013 4:27:51 PM

Summary  
Name: Data 03 15 2013 16 27 51 453 (2)  
Application: Keysight Digital Multimeter Connectivity Utility  
Instrument: 34611A  
Measurement Type: DC Current  
Date: 03/15/2013 16:27:53  
Number of Data Points: 7152  
Delete    Open File Location  
Remove

Рисунок 6. Функция Data Manager

## КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

Упрощенная дискретизация сигналов может быть выполнена с использованием цифровых мультиметров. Прикладная программа DMM Connectivity Utility компании Keysight позволяет сэкономить время и усилия. Вы можете дискретизировать сигналы нескольких каналов одновременно с проведением синхронизированных измерений. При этом установка параметров цифрового мультиметра и сбор данных потребует меньше времени, чем на выполнение проводных соединений для Вашего измерения. Анализ данных измерения становится проще; Вы можете визуализировать их немедленно, либо экспортировать в популярные программы, такие как Excel или Word. Прикладная программа DMM Connectivity Utility компании Keysight позволяет Вам начать использовать оборудование немедленно, не затрачивая время на обучение. Эту программу можно бесплатно загрузить с сайта [keysight.com](http://keysight.com).





myKeysight

**myKeysight**

[www.keysight.com/find/mykeysight](http://www.keysight.com/find/mykeysight)

Персонализированное представление наиболее важной для Вас информации.



**Трёхлетняя гарантия**

[www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty](http://www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty)

Приверженность компании Keysight традициям высочайшего качества продукции и снижения общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, предлагающий стандартную трехлетнюю гарантию на все приборы по всему миру.



**Планы обслуживания компании Keysight**

[www.keysight.com/find/AssurancePlans](http://www.keysight.com/find/AssurancePlans)

Гарантийные планы до пяти лет и отсутствие непредвиденных расходов обеспечивают, что Ваше измерительное оборудование будет работать в соответствии с заявленными техническими характеристиками, а Вы будете уверены в точности своих измерений.

**Торговые партнеры компании Keysight**

[www.keysight.com/find/channelpartners](http://www.keysight.com/find/channelpartners)

Получите двойную выгоду: глубокие профессиональные знания в области измерительной техники и широкую номенклатуру выпускаемой продукции компании Keysight в сочетании с удобствами, предоставляемыми торговыми партнёрами.

[www.keysight.com/find/DMMutilitysoftware](http://www.keysight.com/find/DMMutilitysoftware)

Российское отделение

**Keysight Technologies**

115054, Москва,

Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954

8 800 500 9286

(звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902

e-mail: [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)

[www.keysight.ru](http://www.keysight.ru)

**Сервисный Центр**

**Keysight Technologies в России**

115054, Москва,

Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)