

Модель 4200A-SCS Clarius

Руководство пользователя

4200A-914-01 Рев. А, Декабрь 2020

P4200A-914-01A

4200A-914-01A



Model 4200A-SCS

Руководство пользователя

Clarius

© 2020, Keithley Instruments
Кливленд, Огайо, США
Все права защищены.

Любое несанкционированное воспроизведение, копирование или использование информации, содержащейся в настоящем документе, полностью или частично, строго запрещено без предварительного письменного разрешения компании Keithley Instruments.

Все наименования продукции Keithley Instruments являются товарными знаками или зарегистрированными торговыми марками компании Keithley Instruments, LLC. Другие названия брендов являются товарными знаками или зарегистрированными торговыми марками соответствующих владельцев.

Actuate®

© 1993-2003 Actuate Corporation.

Все права защищены.

Microsoft, Visual C++, Excel и Windows являются зарегистрированными торговыми марками или товарными знаками корпорации Microsoft в США и/или других странах.

Номер документа: 4200A-914-01 Рев. А Декабрь 2020

Меры предосторожности

Перед использованием данного изделия и сопутствующих приборов, необходимо принять нижеуказанные меры предосторожности. Хотя некоторые приборы и принадлежности обычно используются с неопасным напряжением, существуют ситуации, когда могут возникнуть опасные условия.

Данное изделие предназначено для использования персоналом, который осознает опасность поражения электрическим током и знаком с мерами предосторожности, необходимыми для предотвращения возможных травм. Перед использованием изделия, внимательно прочтайте и соблюдайте все указания по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию. Полные технические характеристики изделия см. в пользовательской документации.

Если изделие используется не по назначению, защита, обеспечиваемая гарантией на изделие, может быть нарушена. К типам пользователей изделия относятся:

Ответственный орган - это лицо или группа лиц, ответственные за использование и техническое обслуживание оборудования, и за обеспечение того, чтобы оборудование эксплуатировалось в соответствии с техническими характеристиками и рабочими лимитами, а также за обеспечение надлежащего обучения операторов.

Операторы используют изделие по его прямому назначению. Они должны быть обучены процедурам электробезопасности и надлежащему использованию прибора. Они должны быть защищены от поражения электрическим током и контакта с опасными токоведущими цепями.

Обслуживающий персонал выполняет рутинные процедуры для поддержания нормальной работы изделия, например, установку напряжения сети или замену расходных материалов. Процедуры технического обслуживания описаны в пользовательской документации. В процедурах четко указано, может ли их выполнять оператор. В противном случае их должен выполнять только обслуживающий персонал.

Сервисный персонал обучен работе с электрическими цепями под напряжением, безопасной установке и ремонту изделий. Только должным образом обученный сервисный персонал может выполнять процедуры установки и сервисного обслуживания. Изделия Keithley предназначены для использования с электрическими сигналами, представляющими собой подключения для измерения, управления и ввода/вывода данных, с низкими переходными перенапряжениями, и не должны напрямую подключаться к сети питания или к источникам напряжения с высокими переходными перенапряжениями. Измерительные подключения категории II (в соответствии с IEC 60664) требуют защиты от высоких переходных перенапряжений, часто связанных с подключением к локальной сети переменного тока. Определенные измерительные приборы Keithley могут быть подключены непосредственно к сети. Эти приборы будут иметь маркировку категории II или выше.

Если это явно не разрешено в спецификации, руководстве по эксплуатации и на шильдиках приборов, не подключайте приборы к сети.

Проявляйте крайнюю осторожность при возникновении опасности поражения электрическим током. На гнездах кабельных разъемов или испытательных приспособлениях может присутствовать смертельно опасное напряжение. Американский национальный институт стандартов (ANSI) указывает, что опасность поражения током существует при наличии напряжения, превышающего 30 В среднеквадратичного переменного, 42,4 В пикового переменного или 60 В постоянного тока. Хорошей практикой безопасности является предположение наличия опасного напряжения в любой неизвестной цепи перед проведением измерений.

Операторы данного изделия должны быть всегда защищены от поражения электрическим током. Ответственный орган должен обеспечить, чтобы операторы были лишены доступа и/или изолированы от каждой точки подключения. В некоторых случаях, соединения должны быть открыты, и доступны для потенциального контакта с человеком. В таких обстоятельствах, операторы должны быть обучены защите от риска поражения электрическим током. Если электрическая цепь способна работать под напряжением 1000 В или выше, ни одна токопроводящая часть цепи не должна быть открыта.

Не подключайте коммутационные карты непосредственно к цепям неограниченного питания. Они предназначены для использования с источниками с импедансным ограничением. НИКОГДА не подключайте коммутационные карты непосредственно к сети переменного тока. При подключении источников к коммутационным картам, устанавливайте защитные устройства для ограничения тока и напряжения КЗ на карте.

Перед эксплуатацией прибора убедитесь, что сетевой шнур подключен к соответствующим образом заземленной розетке. Перед каждым использованием, проверяйте соединительные кабели, тестовые провода и перемычки на предмет возможного износа, трещин или разрывов.

При установке оборудования в условиях ограниченного доступа к основному шнуру питания, например, при монтаже в стойку, необходимо предусмотреть отдельное устройство отключения основного входного питания в непосредственной близости от оборудования и в пределах досягаемости оператора.

Для обеспечения максимальной безопасности, не прикасайтесь к прибору, тестовым кабелям или другим приборам, пока на тестируемую цепь подается питание. ВСЕГДА отключайте питание всей тестовой системы и разряжайте любые конденсаторы перед: подключением или отключением кабелей или перемычек, установкой или удалением коммутационных плат или внесением внутренних изменений, таких как установка или удаление перемычек.

Не прикасайтесь никаким предметам, которые могут обеспечить прохождение тока к общей стороне тестируемой цепи или к заземлению линии питания (земле). Всегда проводите измерения сухими руками, стоя на сухой изолированной поверхности, способной выдержать измеряемое напряжение.

Для обеспечения безопасности, приборы и принадлежности должны использоваться в соответствии с инструкциями по эксплуатации. Если оборудование используется способом, не предусмотренным в руководстве по эксплуатации, то защита, обеспечиваемая устройством, может быть нарушена.

Не превышайте максимальные уровни сигналов для приборов и принадлежностей. Максимальные уровни сигналов определены в спецификациях и эксплуатационной информации, и указаны на панелях приборов, панелях тестовых приспособлений и коммутационных платах.

Если в изделии используются предохранители, заменяйте их на предохранители того же типа и номинала для обеспечения постоянной защиты от пожара.

Соединения шасси должны использоваться только в качестве экранирующих соединений для измерительных цепей, но НЕ в качестве соединений защитного заземления.

Если вы используете тестовое приспособление, при подаче питания на тестируемое устройство, крышка должна быть закрыта. Для безопасности работы требуется использования блокировки крышки.

Если имеется винт , соедините его с защитным заземлением с помощью провода, рекомендованного в документации пользователя.

Символ  на приборе означает «внимание», потенциальная опасность. Во всех случаях, когда на приборе имеется данный символ, пользователь должен обратиться к инструкциям, содержащимся в документации пользователя.

Символ  на приборе означает «предупреждение», опасность поражения электрическим током. Используйте стандартные меры предосторожности, чтобы избежать непосредственного контакта с такими напряжениями.

Символ  на приборе означает, что его поверхность может быть горячей. Избегайте непосредственного контакта во избежание ожогов. Символ  указывает на клемму подключения к корпусу/каркасу оборудования.

Если на изделии находится символ , это означает, что в лампе дисплея присутствует ртуть. Обратите внимание, что такая лампа должна быть утилизирована надлежащим образом, в соответствии с федеральными, государственными и местными законами.

Под заголовком **WARNING** (ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ) в документации пользователя объясняются опасности, которые могут привести к травмам или смерти. Всегда внимательно читайте соответствующую информацию перед выполнением указанной процедуры.

Под заголовком **CAUTION** (ВНИМАНИЕ) в документации пользователя объясняются опасности, которые могут привести к повреждению прибора. Такое повреждение может привести к аннулированию гарантии.

Под заголовком **CAUTION** (ВНИМАНИЕ) с символом  в документации пользователя объясняются опасности, которые могут привести к травмам средней или легкой степени тяжести или к повреждению прибора. Всегда внимательно читайте соответствующую информацию перед выполнением указанной процедуры. Повреждение прибора может привести к аннулированию гарантии.

Приборы и принадлежности не должны подключаться к людям.

Перед выполнением любого технического обслуживания, отсоедините шнур питания и все тестовые кабели.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током и пожара, заменяемые компоненты в цепях питания - включая силовой трансформатор, тестовые провода и входные гнезда - должны приобретаться у компании Keithley. Если номинал и тип предохранителей совпадают, можно использовать стандартные предохранители с соответствующими национальными сертификатами безопасности. Съемный сетевой шнур питания, поставляемый с прибором, может быть заменен только на шнур питания аналогичного номинала. Другие компоненты, не связанные с безопасностью, могут приобретаться у других поставщиков при условии, что они эквивалентны оригинальному компоненту (обратите внимание, что отдельные детали должны приобретаться только через компанию Keithley для сохранения точности и функциональности изделия). Если вы не уверены в применимости того или иного запасного компонента, позвоните в офис компании Keithley для получения информации.

Если в литературе по конкретному изделию не указано иное, приборы Keithley предназначены для эксплуатации только в помещении, при следующих условиях: Высота над уровнем моря не более 2 000 м (6 562 фута); температура от 0 °C до 50 °C (от 32 °F до 122 °F); степень загрязнения 1 или 2.

Для очистки прибора используйте ткань, смоченную деионизированной водой или мягким чистящим средством на водной основе. Очищайте только внешнюю поверхность прибора. Не наносите чистящее средство непосредственно на прибор и не допускайте попадания или проливания жидкостей на прибор. Изделия, состоящие из печатной платы без корпуса или шасси (например, плата сбора данных, предназначенная для установки в компьютер), никогда не требуют очистки, если с ними обращаться в соответствии с инструкциями. Если плата загрязнена и это влияет на работу прибора, ее следует вернуть на завод для надлежащей очистки/обслуживания.

Ревизия мер безопасности по состоянию на июнь 2017 года.

Содержание

Введение	1-1
Начало работы с Clarius	1-1
Интерфейс Clarius	1-2
Основы работы с сенсорным экраном	1-3
Выбор фазы проекта.....	1-3
Выполнение тестов и настройка рабочего пространства.....	1-4
Организация элементов в дереве проекта.....	1-5
Выбор элементов из библиотек	1-6
Конфигурирование проекта	1-7
Анализ данных.....	1-8
Сообщения.....	1-8
Панель справки	1-9
Дополнительные приложения Clarius+.....	1-9
Политика в отношении встроенных компьютеров.....	1-10
Проекты и тесты.....	2-1
Введение	2-1
Настройка простого проекта	2-1
Выбор компонентов проекта	2-2
Добавление устройства и теста в проект	2-3
Перестановка элементов в дереве проекта	2-4
Удаление объектов из дерева проекта.....	2-4
Конфигурирование простого теста	2-5
Настройка ключевых параметров	2-6
Выполнение простого теста	2-7
Работа с диалоговым окном Projects (Проекты).....	2-8
Открытие проекта	2-8
Редактирование информации о проекте	2-9
Создание нового проекта из диалогового окна Projects (Проекты)	2-10
Экспорт проекта	2-10
Импорт проекта	2-10
Копирование или вырезание проекта	2-12
Показать каталоги	2-12
Удаление проекта.....	2-13
Отображение проектов	2-13
Перенос проектов из систем 4200-SCS	2-14
Управление проектами для нескольких пользователей.....	2-14
Настройка комплексного проекта	2-15
Пользовательская настройка тестов	2-15
Пользовательская настройка тестов	2-47
Добавление действия	2-49
Пример: Создание проекта	2-49
Необходимое оборудование	2-50
Подключения устройств.....	2-50
Настройка измерений в Clarius	2-51
Конфигурирование комплексного теста	2-57
Настройки теста и выводов	2-58
Шаг или развертка нескольких выводов устройства в одном тесте.....	2-58

Настройка действий	2-61
Выполнение комплексного теста	2-61
Запуск устройств и выполнение тестов	2-61
Мониторинг теста	2-65
Включение опции Monitor (Мониторинг)	2-65
Запуск теста с помощью опции Monitor	2-65
Обзор демонстрационного проекта Demo Project	2-66
Тесты 4-контактных n-MOP-транзисторов.....	2-67
Тесты 3-контактных NPN ТБП	2-67
Тесты резисторов	2-68
Тесты диодов.....	2-68
Тесты конденсаторов	2-68
Анализ данных	3-1
Введение.....	3-1
Электронная таблица	3-2
Лист Run.....	3-3
Список формул рабочего листа Run.....	3-5
Панель Terminal Settings (Анализ)	3-5
Панель Module Settings (Анализ).....	3-5
Состояние измерений	3-6
Анализ данных теста на уровне проекта	3-8
Выбор данных для панели Analyze (Анализ) на уровне проекта.....	3-9
Удаление данных из панели Analyze (Анализ) на уровне проекта.....	3-10
История выполнения.....	3-10
Изменение имени тестового прогона.....	3-11
Изменение отображения историй выполнения.....	3-12
Поиск истории выполнения	3-12
Копирование настроек истории выполнения на экран Configure (Конфигурация)	3-13
Настройка количества историй выполнения	3-13
Листы Analyze (Анализ) для циклического тестирования подплощадки.....	3-14
Лист Analyze (Анализ) для режима стресс-тестирования/измерений	3-14
График анализа для режима стресс-тестирования/измерения	3-15
Лист Settings (Настройки) для подплощадки.....	3-16
Лист Calc (Расчет)	3-18
Рабочий лист Settings	3-20
Сохранение графиков и результатов тестов	3-20
График.....	3-20
Открытие графика	3-21
Определение данных для построения графика	3-22
Просмотр свойств координат графика и серий данных.....	3-24
Изменение настроек графика	3-24
Графики циклического режима.....	3-47
Определения функций рабочего листа Calc.....	3-48
Функция ABS рабочего листа Calc	3-48
Функция ACOS рабочего листа Calc	3-48
Функция ACOSH рабочего листа Calc.....	3-49
Функция ASIN рабочего листа Calc	3-49
Функция ASINH рабочего листа Calc	3-50
Функция ATAN рабочего листа Calc	3-50
Функция ATAN2 рабочего листа Calc	3-51
Функция ATANH рабочего листа Calc	3-51
Функция AVERAGE рабочего листа Calc	3-52

Функция COS рабочего листа Calc	3-52
Функция COSH рабочего листа Calc.....	3-53
Функция DAY рабочего листа Calc.....	3-53
Функция EXP рабочего листа Calc.....	3-54
Функция FIXED рабочего листа Calc.....	3-54
Функция HOUR рабочего листа Calc.....	3-55
Функция IF рабочего листа Calc	3-55
Функция LN рабочего листа Calc.....	3-56
Функция LOG рабочего листа Calc.....	3-56
Функция LOG10 рабочего листа Calc.....	3-56
Функция LOOKUP рабочего листа Calc	3-57
Функция MATCH рабочего листа Calc.....	3-58
Функция MAX рабочего листа Calc	3-59
Функция MIN рабочего листа Calc.....	3-59
Функция MINUTE рабочего листа Calc.....	3-60
Функция MONTH рабочего листа Calc	3-60
Функция NOW рабочего листа Calc	3-61
Функция PI рабочего листа Calc	3-61
Функция PRODUCT рабочего листа Calc.....	3-62
Функция ROUND рабочего листа Calc	3-62
Функция SECOND рабочего листа Calc.....	3-63
Функция SIGN рабочего листа Calc	3-63
Функция SIN рабочего листа Calc	3-64
Функция SINH рабочего листа Calc.....	3-64
Функция SQRT рабочего листа Calc	3-65
Функция STDEVP рабочего листа Calc.....	3-65
Функция SUM рабочего листа Calc	3-66
Функция SUMSQ рабочего листа Calc	3-66
Функция TAN рабочего листа Calc	3-67
Функция TANH рабочего листа Calc.....	3-67
Функция VARP рабочего листа Calc.....	3-68
Функция YEAR рабочего листа Calc.....	3-68

Индивидуальная настройка Clarius	4-1
Индивидуальная настройка Clarius	4-1
Добавление объектов в библиотеку	4-1
Добавление теста в библиотеку	4-2
Добавление устройства в Библиотеку устройств	4-3
Добавление действия в библиотеку	4-3
Добавление проекта в библиотеку.....	4-3
Редактирование добавленного библиотечного объекта	4-4
Редактирование объекта в библиотеке	4-4
Опции отображения дерева проекта	4-6
Опции отображения сообщений	4-6
Мои Настройки.....	4-6
Задание параметров среды.....	4-6
Задание параметров выполнения.....	4-7
Настройки графика по умолчанию	4-9
Пользовательские опции прерывания по GPIB	4-10
Инструменты.....	4-10
Инструменты прибора.....	4-10
Инструмент Экспорта данных	4 -27

Инструмент Formulator	5-1
Введение.....	5-1
Открытие инструмента Formulator	5-2
Настройка расчетов в Formulator.....	5-3
Диалоговое окно Formulator	5-3
Область формул	5-3
Серия данных	5-3
Панель цифр.....	5-4
Функции	5-4
Константы	5-4
Применить набор к.....	5-5
Использование опций Formulator.....	5-5
Функции, операторы и формулы реального времени.....	5-6
Функции и формулы для использования только после окончания теста	5-6
Редактирование формул и констант инструмента Formulator	5-7
Удаление формул и констант инструмента Formulator	5-8
Определение требований к анализу данных.....	5-8
Определение типа расчетов: пример	5-8
Определение диапазона данных для расчетов: пример.....	5-9
Создание формулы для анализа	5-10
Добавление формулы для анализа в тест	5-10
Исполнение формулы для анализа	5-11
Просмотр результатов анализа на листе анализа	5-11
Просмотр результатов анализа на графике анализа	5-12
Справочник по функциям Formulator	5-13
Функция ABS инструмента Formulator	5-13
Функция SQRT инструмента Formulator.....	5-13
Функция EXP инструмента Formulator	5-14
Функция LOG инструмента Formulator	5-14
Функция LN инструмента Formulator	5-14
Функция DELTA инструмента Formulator	5-15
Статистика	5-15
Функция AVG инструмента Formulator	5-15
Функция MAVG инструмента Formulator	5-16
Функция MAX инструмента Formulator.....	5-16
Функция MEDIAN инструмента Formulator.....	5-17
Функция MIN инструмента Formulator	5-17
Функция STDEV инструмента Formulator.....	5-17
Тригонометрия.....	5-18
Функция ACOS инструмента Formulator	5-18
Функция ASIN инструмента Formulator	5-18
Функция ATAN инструмента Formulator	5-19
Функция COS инструмента Formulator.....	5-19
Функция DEG инструмента Formulator.....	5-19
Функция RAD инструмента Formulator	5-20
Функция SIN инструмента Formulator.....	5-20
Функция TAN инструмента Formulator	5-21
Массивы	5-21
Функция AT инструмента Formulator.....	5-21
Функция DIFF инструмента Formulator.....	5-22
Функция FINDD инструмента Formulator.....	5-22

Функция FINDLIN инструмента Formulator.....	5-23
Функция FINDU инструмента Formulator.....	5-24
Функция FIRSTPOS инструмента Formulator.....	5-24
Функция INTEG инструмента Formulator.....	5-25
Функция INDEX инструмента Formulator.....	5-26
Функция LASTPOS инструмента Formulator	5-27
Функция MINPOS инструмента Formulator	5-27
Функция MAXPOS инструмента Formulator	5-27
Функция SUBARRAY инструмента Formulator	5-28
Функция SUMMV инструмента Formulator	5-28
Аппроксимирующие линии	5-29
Функция EXPFIT инструмента Formulator	5-29
Функция EXPFITA инструмента Formulator.....	5-30
Функция EXPFITB инструмента Formulator.....	5-30
Функция LINFIT инструмента Formulator.....	5-31
Функция LINFITSLP инструмента Formulator	5-32
Функция LINFITXINT инструмента Formulator	5-32
Функция LINFITYINT инструмента Formulator	5-33
Функция LOGFIT инструмента Formulator.....	5-34
Функция LOGFITA инструмента Formulator	5-34
Функция LOGFITB инструмента Formulator	5-35
Функция TANFIT инструмента Formulator	5-36
Функция TANFITSLP инструмента Formulator	5-36
Функция TANFITXINT инструмента Formulator	5-37
Функция TANFITYINT инструмента Formulator	5-38
Функция POLY2FIT рабочего листа Calc	5-38
Функция POLY2COEFF рабочего листа Calc.....	5-39
Функция POLYNFIT инструмента Formulator	5-39
Функция REGFIT инструмента Formulator	5-40
Функция REGFITSLP рабочего листа Calc	5-41
Функция REGFITXINT инструмента Formulator	5-42
Функция REGFITYINT инструмента Formulator	5-43
БПФ	5-44
Функция FFT_R инструмента Formulator	5-44
Функция FFT_I инструмента Formulator	5-45
Функция FFT_FREQ инструмента Formulator	5-45
Функция FFT_FREQ_P инструмента Formulator.....	5-46
Функция IFFT_R инструмента Formulator	5-47
Функция IFFT_I инструмента Formulator	5-48
Функция SMOOTH инструмента Formulator	5-48
Разное	5-50
Функция COND инструмента Formulator	5-50

Настройка работы с площадками и подплощадками	6-1
Введение	6-1
Площадки	6-1
Подплощадки	6-2
Настройка площадок	6-2
Конфигурирование циклического тестирования подплощадок.....	6-4
Подключение устройств для циклов стресс-тестирования/измерений	6-5
Подключения для платы матрицы	6-6
Подключения импульсной платы к тестируемому устройству	6-7
Подключения для системного оборудования.....	6-8
Настройка для работы с подплощадкой	6-9
Экспорт выходных значений в лист Анализа	6-28
Выполнение теста отдельной подплощадки	6-28

Выполнение теста одной площадки	6-29
Циклическое тестирование подплощадки	6-29
Выполнение для нескольких площадок	6-30
Описание пользовательских библиотек	7-1
Введение	7-2
Пользовательская библиотека AVMControl	7-2
Пользовательская библиотека BeepLib	7-2
Пользовательская библиотека chargepumping	7-3
Пользовательская библиотека cvivulib.....	7-3
Пользовательская библиотека cvucompulib	7-4
Пользовательская библиотека cvuulib	7-4
Пользовательская библиотека DLCP	7-4
Пользовательская библиотека dmm-6500-7510-temp-ulib.....	7-5
Пользовательская библиотека flashulib	7-5
Пользовательская библиотека GateCharge.....	7-6
Пользовательская библиотека generic_gpib_ulib	7-6
Пользовательская библиотека generic_visa_ulib	7-6
Пользовательская библиотека hivcvulib.....	7-7
Пользовательская библиотека Hotchuck_Temptronics3010B	7-8
Пользовательская библиотека Hotchuck_Triotek	7-8
Пользовательская библиотека HP4284ulib.....	7-8
Пользовательская библиотека HP4294ulib.....	7-8
Пользовательская библиотека HP8110ulib.....	7-9
Пользовательская библиотека ki340xulib	7-9
Пользовательская библиотека KI42xxulib.....	7-10
Пользовательская библиотека KI590ulib	7-10
Пользовательская библиотека KI595ulib	7-11
Пользовательская библиотека ki622x_2182ulib	7-11
Пользовательская библиотека ki82ulib	7-12
Пользовательская библиотека LS336ulib	7-12
Пользовательская библиотека Matrixulib	7-13
Пользовательская библиотека MultiSegmentSweep_ulib.....	7-13
Пользовательская библиотека pvm.....	7-13
Пользовательская библиотека OVPControl	7-15
Пользовательская библиотека parlib.....	7-15
pmuCompulib	7-15
Пользовательская библиотека pmuulib.....	7-16
Пользовательская библиотека PMU_examples_ulib	7-16

Пользовательская библиотека PMU_freq_time_ulib.....	7-17
PMU_PCRAM_ulib.....	7-18
Пользовательская библиотека PRBGEN	7-18
Пользовательская библиотека QSCVuLib.....	7-19
Пользовательская библиотека RPM_ILimit_Control	7-19
utilities_ulib.....	7-19
Пользовательская библиотека van der Pauw	7-20
Пользовательская библиотека VLowFreqCV	7-20
Пользовательская библиотека wlrlib	7-21
Пользовательская библиотека Winulib.....	7-22
Пользовательский модуль AbortRetryIgnoreDialog	7-22
Пользовательский модуль InputOkCancelDialog	7-24
Пользовательский модуль OkCancelDialog	7-26
Пользовательский модуль OkDialog	7-27
Пользовательский модуль RetryCancelDialog	7-29
Пользовательский модуль YesNoCancelDialog.....	7-30
Пользовательский модуль YesNoDialog	7-31
Тест на надежность на уровне пластины.....	8-1
Стандарты JEDEC.....	8-1
Введение.....	8-2
Проекты HCI и WLR.....	8-3
Проекты Hot Carrier Injection	8-3
Проект Negative Bias Temperature Instability	8-4
Проект Electromigration	8-5
Проект Charge-to-Breakdown Test of Dielectrics	8-6
Деградация HCI: Вспомогательная информация	8-6
Последовательность конфигурации циклического тестирования подплощадки	8-7
V-Тесты V-ramp и J-ramp	8-8
V-Тест V-ramp: Пользовательский модуль qbd_rmpv	8-9
Тест J-ramp: Пользовательский модуль qbd_rmpj	8-13

Раздел 1

Введение

В данном разделе:

Начало работы с Clarius	1-1
Интерфейс Clarius	1-2
Дополнительные приложения Clarius+	1-9
Политика в отношении встроенных компьютеров	1-10

Начало работы с Clarius

Clarius - это основное приложение пакета Clarius+ и основной пользовательский интерфейс для 4200A-SCS. Clarius - это универсальный инструмент, который поможет вам определить характеристики отдельных устройств при параметрических испытаниях или автоматизировать тестирование всей полупроводниковой пластины. Он позволяет создавать, выполнять и оценивать результаты тестов и комплексных тестовых последовательностей без программирования.

Пользовательский интерфейс ПО Clarius обеспечивает управление с помощью метода сенсорного ввода или метода «выбор и щелчок» для расширенного определения условий тестов, анализа параметров, построения графиков, а также для возможности автоматизации определения характеристик современных полупроводников, материалов и процессов.

Ключевые особенности:

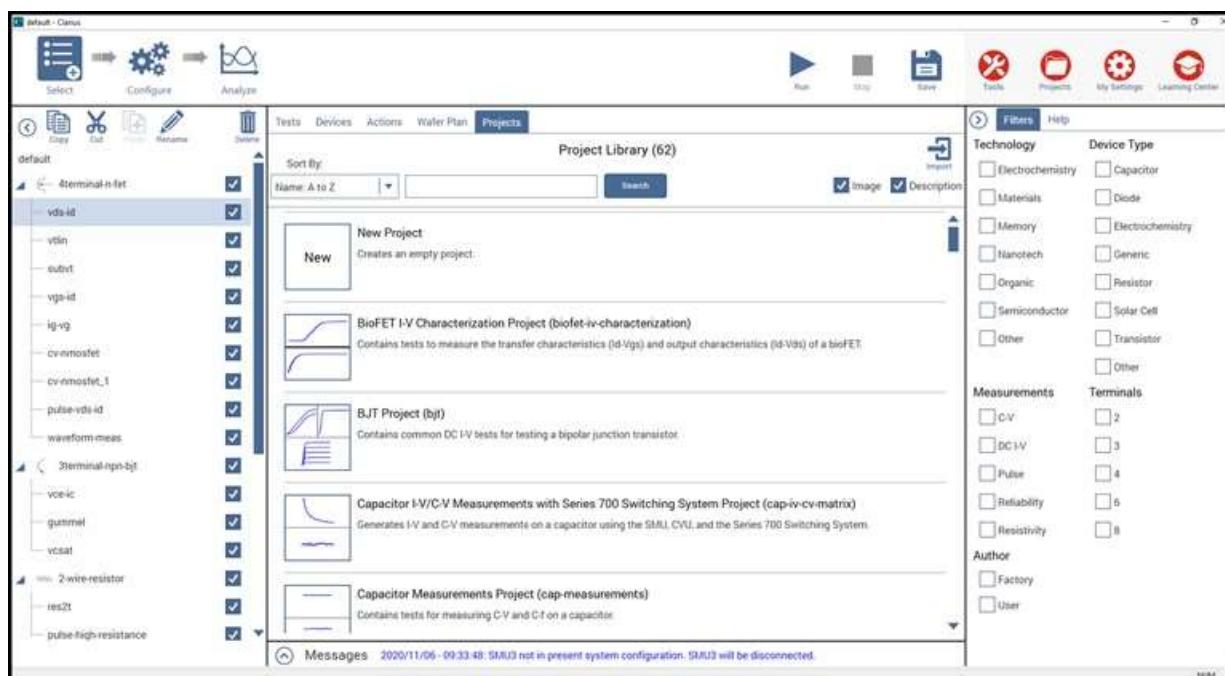
- Готовые к использованию, модифицируемые прикладные тесты, проекты и устройства, сокращающие время разработки тестов.
- Встроенные видеоролики по проведению измерений, на четырех языках, от инженеров-прикладников со всего мира
- Проверка контакта между выводами и площадками обеспечивает надежность измерений
- Многочисленные функции измерений
- Отображение данных, анализ и арифметические функции

Интерфейс Clarius

Интерфейс Clarius позволяет:

- Создавать и редактировать проекты и последовательности выполнения.
- Конфигурировать тесты.
- Выполнять тесты и иные действия, такие как подключения коммутационной матрицы и перемещения датчика, в том числе:
 - Одиночный тест для одного устройства (такого как транзистор, диод, резистор, конденсатор).
 - Последовательность тестов для одного устройства.
 - Последовательность тестов для нескольких устройств. Например, тест всех устройств, с которыми соприкасается датчик в определенном месте полупроводниковой пластины.
 - Последовательности тестов для всего проекта, которые могут включать в себя несколько касаний датчика для одной полупроводниковой пластины.
- Просмотр результатов тестов и анализа.
- Анализ результатов тестов с помощью встроенных инструментов извлечения параметров.

Рисунок 1: Интерфейс Clarius



Основы работы с сенсорным экраном

Вы можете управлять 4200A-SCS с помощью сенсорного экрана. Вы можете использовать пальцы, перчатки для чистых помещений или любой стилус, изготовленный для емкостных сенсорных экранов.

Для выбора и перемещения по экрану:

- Для прокрутки, проведите пальцем по экрану вверх или вниз.
- Чтобы выбрать элемент, коснитесь его на экране.
- Чтобы воспроизвести двойной щелчок по элементу, дважды коснитесь его.
- Чтобы воспроизвести щелчок правой кнопкой мыши, нажмите и удерживайте элемент, а затем отпустите, чтобы просмотреть варианты.

Для ввода информации можно использовать экранную клавиатуру. Чтобы открыть клавиатуру, проведите пальцем по левой стороне дисплея.

Сенсорный экран использует стандартные сенсорные жесты Microsoft® Windows®. Для получения дополнительной информации о жестах, обратитесь к справочной информации Microsoft, доступной из пункта меню окна экранной клавиатуры **Tool > Help Topics** (Инструмент > Темы справки).

Вы также можете настроить параметры касаний с помощью опций Pen (Стилус) and Touch (Касание) в панели управления Windows.

Выбор фазы проекта

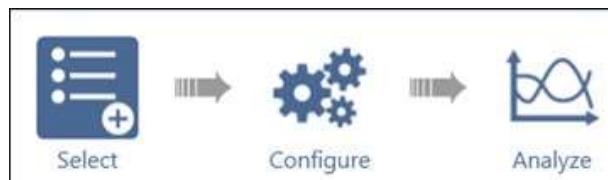
Опции в левой части верхней панели Clarius определяют, над какой фазой проекта вы работаете, и позволяют выбрать опции для проведения ваших тестов.

Select (Выбор) отображает библиотеки, которые вы можете использовать для добавления существующих проектов, тестов, устройств, действий и полупроводниковых пластин в ваш проект. Вы также можете создавать собственные тесты, действия и проекты.

Configure (Конфигурирование) отображает параметры для элемента, выбранного в дереве проекта. Например, если вы выбрали тест, доступны параметры для каждого тестового вывода и для всего теста.

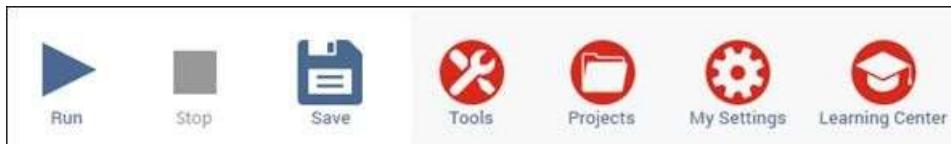
Analyze (Анализ) отображает результаты теста в виде электронной таблицы и графика. Вы также можете получить доступ к инструментам анализа для изучения и экспорта данных.

Рисунок 2: Выбор, конфигурация и анализ



Выполнение тестов и настройка рабочего пространства

Рисунок 3: Опции выполнения тестов и опции рабочего пространства Clarius



Опции в правой части верхней панели Clarius содержат пункты, позволяющие выполнять тесты, конфигурировать приборы, управлять проектами, настраивать рабочее пространство и получать информацию о 4200A-SCS.

Run (Выполнение) запускает выделенный элемент. Вы можете выполнить тест, выделив его. Можно выполнить все тесты для устройства, подплощадки, площадки или проекта, выделив это устройство, подплощадку, площадку или проект. Выполняются только те элементы, которые выбраны и находятся ниже выбранного элемента в иерархии.

Stop (Остановка) останавливает все выполняемые элементы.

Save (Сохранение) сохраняет конфигурацию проекта.

Tools (Инструменты) предоставляет инструменты для конкретного модуля, а также параметры экспорта данных. Для блоков измерения источника (SMU) можно выполнить автокалибровку. Для блоков емкости-напряжения (CVU) можно настроить компенсацию подключения, выполнить измерения в реальном времени и выполнить проверку достоверности. Для блоков измерения импульсов (PMU) и блоков генератора импульсов (PGU) можно настроить компенсацию подключения. Опции экспорта данных позволяют экспорттировать файлы данных истории выполнения тестов (Run History) в Microsoft Excel.

Для управления проектами, используйте опцию **Projects** (Проекты). Она включает в себя возможности для создания, импорта, экспорта, копирования, вырезания, вставки, редактирования и удаления проектов. Проекты автоматически сохраняются в Projects, когда вы создаете их в дереве проектов.

Используйте **My Settings** (Мои настройки), чтобы настроить Clarius в соответствии с вашими потребностями. Вы можете изменить настройки среды, параметры выполнения, настройки графиков по умолчанию, настройки прерываний универсальной шины, а также протоколирование ошибок и предупреждений. Здесь также есть опция **About Clarius** (...о Clarius), в которой указана версия Clarius и информация об авторских правах.

Используйте **Learning Center** (Центр обучения) для доступа к полной документации 4200A-SCS, включая онлайн-справку, видео, инструкции, указания по применению, технические документы и другие материалы, которые помогут вам в использовании 4200A-SCS.

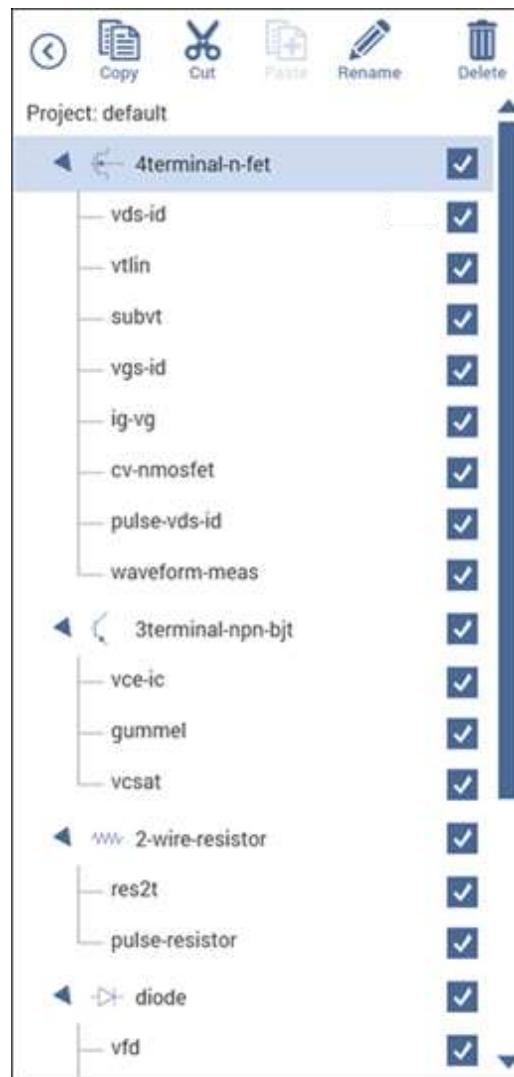
Организация элементов в дереве проекта

Дерево проекта в левой части окна Clarius отображает элементы вашего проекта, включая устройства, тесты, действия и площадки. На рисунке ниже показано дерево для проекта по умолчанию.

Настройки для элемента, выбранного в дереве проекта, отображаются при выборе Configure (Конфигурация) на верхней панели. Данные тестирования для элемента отображаются при выборе Analyze (Анализ).

При выполнении теста, запускается элемент, который выделен в данный момент. Если элемент является проектом, площадкой, подплощадкой или устройством, выполняются все отмеченные элементы в иерархии ниже выделенного элемента.

Рисунок 4: Дерево для проекта по умолчанию



Выбор элементов из библиотек

Когда вы выбираете Select (Выбор), на центральной панели отображаются библиотеки тестов, устройств, действий, планов пластин или проектов, которые вы можете добавить в дерево проекта. Эти библиотеки представляют собой шаблоны, которые можно копировать для создания собственных тестов, устройств, действий, планов пластин или проектов. Когда вы копируете элемент из библиотеки в дерево проекта, элемент в дереве проекта будет являться копией. На элемент в библиотеке не влияют никакие изменения, которые вы вносите в копию.

Библиотека **Test Library** (Библиотека тестов) содержит стандартные предустановленные тесты. Предустановленные тесты содержат подробные определения, которые указывают системе Clarius, как получить характеристики устройства, включая анализ соответствующих данных и извлечение параметров. Clarius поставляется с библиотекой тестов для широко используемых устройств, включая транзисторы, диоды, резисторы и конденсаторы. Вы также можете создавать свои собственные тесты.

Библиотека **Device Library** (Библиотека устройств) содержит устройства, для которых необходимо получить характеристики, например, транзисторы, диоды, резисторы или конденсаторы. Каждый тест должен находиться в дереве проекта под устройством. Устройства, доступные в библиотеке, включают стандартный набор устройств, установленных на 4200A-SCS, и любые устройства с пользовательскими наименованиями, которые вы укажете; см. раздел [Добавление устройств в библиотеку](#) (на стр. 4-3).

Библиотека **Action Library** (Библиотека действий) содержит элементы, которые помогают в проведении тестов и в управлении проектом. Действия могут вызывать диалоговые окна для запроса действий оператора, управления перемещениями датчика и управления коммутацией. Вы также можете создавать собственные действия из пользовательских библиотек.

Библиотека **Wafer Plan Library** (Библиотека планов пластин) содержит площадки и подплощадки. Площадка используется при тестировании повторяющейся схемы матриц и тестовых структур на пластине. Каждый участок пластины, к которому может перемещаться и с которым может контактировать датчик в любой момент времени, является подплощадкой. Для каждой площадки обычно существует несколько подплощадок. Подплощадки обычно соответствуют одной тестовой структуре или другой комбинации устройств, которые тестируются в качестве группы.

Библиотека **Project Library** (Библиотека проектов) содержит предустановленные проекты. Проекты включают в себя устройства, тесты, действия, площадки и подплощадки, организованные для тестирования одного устройства, группы устройств или целой пластины. Вы также можете создать свой собственный пустой проект.

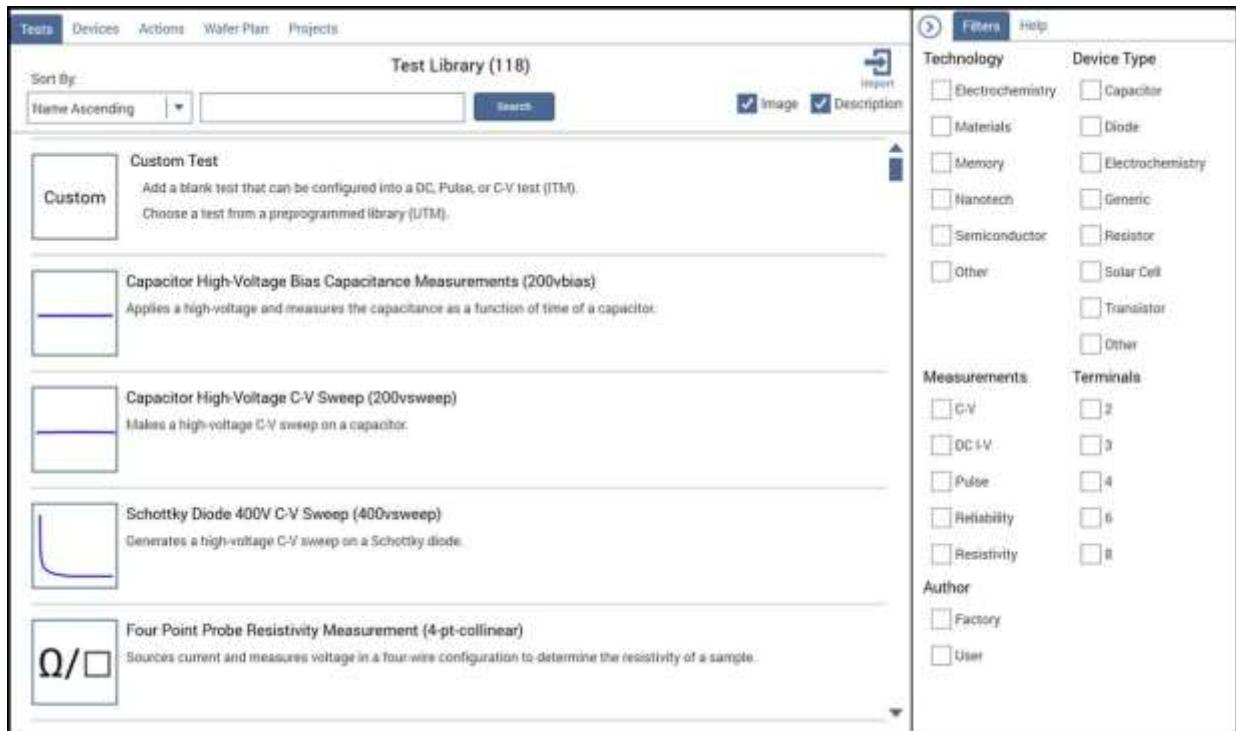
Для большинства библиотек в правой панели отображаются фильтры, которые можно использовать для сокращения списка элементов библиотеки до нужных вам элементов. Вы также можете использовать опцию поиска в верхней части библиотеки, чтобы ввести поисковый запрос и сократить количество отображаемых элементов.

Библиотеки можно сортировать по заголовку или имени.

Опции **Image** (Изображение) и **Description** (Описание) в верхней части библиотеки позволяют включать или выключать изображения и описания, отображаемые в библиотеке. Их отключение позволит увидеть больше элементов на экране.

Опция **Import** (Импорт) позволяет импортировать элементы в 4200A-SCS.

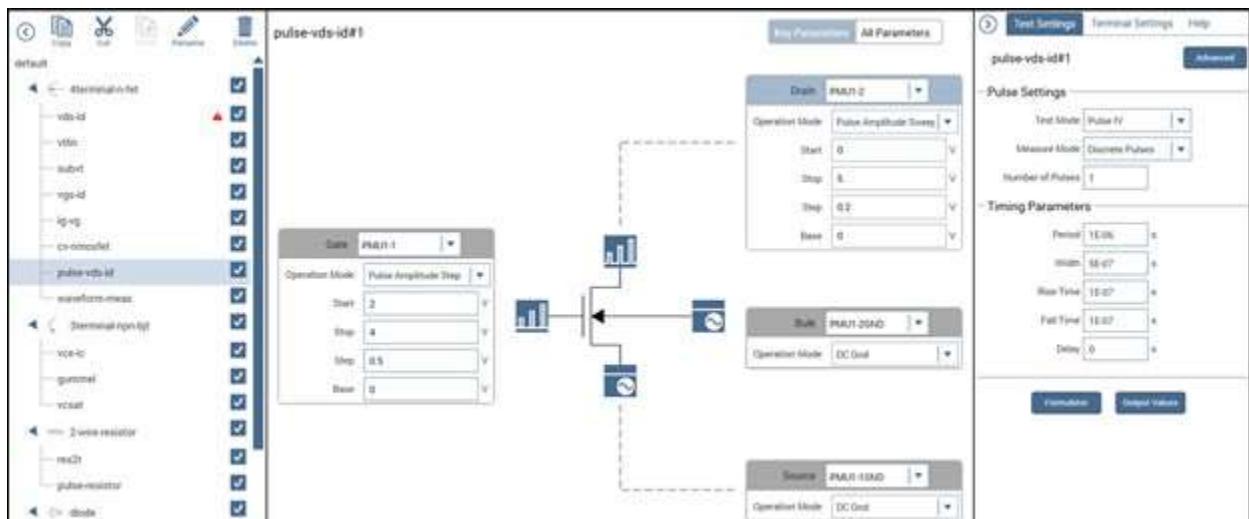
Рисунок 5: Библиотека тестов



Конфигурирование проекта

Выберите **Configure** (Конфигурация) для элемента в дереве проекта, чтобы отобразить настройки для этого элемента. В зависимости от элемента, настройки доступны в центральной и правой панелях. Справка для выбранного элемента также доступна в панели Help (Справка).

Рисунок 6: Панель конфигурации для теста pulse-vds-id



Анализ данных

Когда вы выполняете тесты, вы можете отображать и анализировать результаты тестов и настройки/определения тестов в панели Analyze (Анализ). На панели Analyze (Анализ) данные отображаются в виде электронной таблицы и графика.

Опции **View** (Вид) позволяют изменить вид представления с электронной таблицы и графика на только электронную таблицу или только график. Вы можете использовать команду **Save Data** (Сохранить данные), чтобы сохранить график в файл изображения **png** или **bmp** или сохранить данные в файл электронной таблицы **xls**.

Если для расчета данных для этого теста использовался инструмент **Formulator**, в списке **Run Formulas List** (Список формул для выполнения) отображаются расчеты. Вы можете выбрать **Formulator**, чтобы открыть инструмент **Formulator** и отредактировать формулы или создать новые.

Graph Settings (Настройки графика) позволяют изменить отображение данных на графике.

На панели **Run History** (История выполнения) справа отображается время и имя для каждого прогона теста. Когда вы выбираете конкретный прогон из истории выполнения, описание и график в центральной панели изменяются, чтобы показать данные этого прогона.

На панели **Terminal Settings** (Настройки контактных выводов), также расположенной справа, отображаются настройки для выбранного в данный момент теста.

Рисунок 7: Анализ, показывающий тест pulse-vds-id



Сообщения

Сообщения, касающиеся теста и его выполнения, отображаются в нижней части окна Clarius. Чтобы развернуть окно сообщений для более детального просмотра, выберите «стрелку вверх» слева от заголовка **Messages** (Сообщения).

Вы можете щелкнуть правой кнопкой на сообщение, чтобы скопировать его, или выбрать и скопировать все сообщения в буфер обмена. Вы также можете щелкнуть правой кнопкой и выбрать **Clear All** (Удалить все), чтобы удалить существующие сообщения.

Панель справки

На панели Help (Справка) отображается информация, относящаяся к выбранному элементу библиотеки или дерева проекта.

Если у вас открыта панель Select (Выбор), справка описывает элемент, выбранный в библиотеке.

Если открыта панель Configure (Конфигурация) или Analyze (Анализ), справка описывает элемент, выбранный в дереве проекта.

Дополнительные приложения Clarius+

Два приложения Clarius+ поддерживаются системой Clarius:

- Keithley User Library Tool (KULT) позволяет создавать библиотеки тестовых модулей с использованием языка программирования С. Эти тестовые модули выполняются системой Clarius.
- Keithley Configuration Utility (KCon) управляет конфигурацией и взаимосвязями между компонентами испытательной системы, которые контролируются Clarius.

Для удаленного управления 4200A-SCS с помощью внешнего контроллера GPIB (универсальной интерфейсной шины), можно использовать другой программный инструмент Clarius+ - Keithley External Control Interface (KXCI). Одновременное выполнение KXCI и Clarius невозможно.

Для настройки и управления опциональными импульсными платами, можно использовать инструмент Keithley Pulse (Kpulse). Импульсная плата- это двухканальная импульсная плата, интегрированная в основной блок 4200A-SCS. Хотя KPulse можно запустить одновременно с Clarius, KPulse и Clarius не могут одновременно взаимодействовать с оборудованием.

Для получения информации об этих приложениях, см.:

- *Keithley User Library Tool*
- «Keithley Configuration Utility (KCon)» в *Руководстве пользователя по настройке и обслуживанию модели 4200A-SCS*
- *Программирование дистанционного управления KXCI модели 4200A-SCS*
- «KPulse (для импульсных плат Keithley)» в *Руководстве пользователя Импульсных плат (PGU и PMU) для модели 4200A-SCS*.

Политика в отношении встроенных компьютеров

CAUTION

Если вы установите программное обеспечение, которое не является частью стандартного прикладного программного обеспечения 4200A-SCS, то при сдаче прибора в сервисное обслуживание нестандартное программное обеспечение может быть удалено. Перед отправкой прибора в сервисное обслуживание, создайте резервную копию приложений и всех связанных с ними данных.

CAUTION

Не переустанавливайте и не обновляйте операционную систему (ОС) Microsoft® Windows® на устройстве 4200A-SCS, если только установка не выполняется в рамках авторизованного обслуживания компанией Keithley Instruments. Нарушение этой меры предосторожности приведет к аннулированию гарантии на 4200A-SCS и может сделать 4200A-SCS непригодным для использования. Любая попытка переустановки или обновления операционной системы (кроме обновления пакета обновления Windows) потребует возврата на завод-изготовитель и будет рассматриваться как негарантийное обслуживание, включающее в себя оплату времени и материалов.

Хотя не следует пытаться переустанавливать или обновлять операционную систему, можно восстановить образ жесткого диска (вместе с операционной системой) с помощью программного средства Acronis True Image OEM, описанного в разделе «Программное обеспечение для резервного копирования и восстановления на уровне системы» в разделе *Настройка и обслуживание модели 4200A-SCS*.

Раздел 2

Проекты и тесты

В данном разделе:

Введение.....	2-1
Настройка простого проекта.....	2-1
Конфигурирование простого теста	2-5
Выполнение простого теста	2-7
Работа с диалоговым окном Projects (Проекты)	2-8
Настройка комплексного проекта	2-15
Пример: Создание проекта	2-49
Конфигурирование комплексного теста	2-57
Выполнение комплексного теста.....	2-61
Мониторинг теста.....	2-65
Обзор демонстрационного проекта Demo Project	2-66

Введение

В этой главе описано, как настраивать проекты и тесты в Clarius.

Настройка простого проекта

Чтобы начать тестирование, вы можете запустить новый проект или использовать существующий проект. Проект состоит из таких элементов, как устройства и тесты.

Порядок выполнения тестовых операций определяется порядком и выбором элементов в дереве проекта.

В нижеследующих темах описано, как настроить и выполнить простой проект, используя существующий проект из библиотеки.

Выбор компонентов проекта

Используйте панель Select (Выбор) для добавления элементов в дерево проекта. Когда панель Select активна, центральная панель отображает библиотеки для тестов, устройств, действий, планов пластин и проектов. Вы можете использовать фильтры и параметры поиска, чтобы облегчить поиск элементов, необходимых для вашего теста.

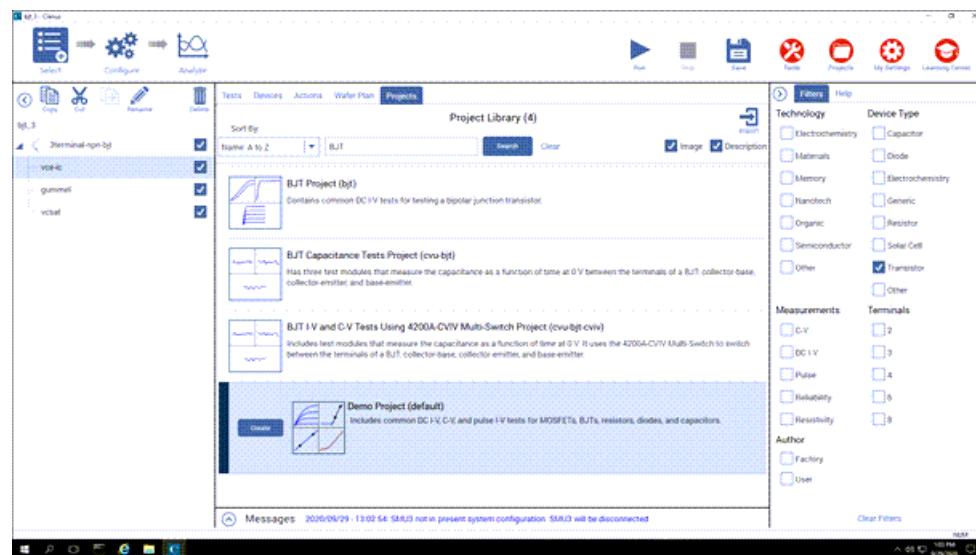
Чтобы очистить фильтры, выберите **Clear Filters** (Очистить фильтры) в нижней части панели Filters (Фильтры). Чтобы очистить поиск, выберите **Clear** (Очистить) рядом с кнопкой Search (Поиск).

В следующем примере показано, как выбирать тесты для транзисторов с биполярным переходом (ТБП).

Чтобы настроить тестирование ТБП:

1. Выберите **Save** (Сохранить), чтобы сохранить текущий проект.
2. Выберите **Select** (Выбрать).
3. Выберите вкладку **Projects** (Проекты).
4. На панели Filters (Фильтры) выберите **Transistor** (Транзистор).
5. В поле поиска введите **BJT** (Bipolar Junction Transistors - ТБП) и выберите **Search** (Поиск). В Библиотеке Проектов отобразятся проекты, предназначенные для тестирования транзисторов ТБП.
6. Выберите **Create** (Создать) для проекта, который вы хотите открыть. Проект заменит предыдущий проект в дереве проектов.

Рисунок 8: Фильтр и поиск проекта bjt



Добавление устройства и теста в проект

В проект можно добавить дополнительные элементы. Когда вы добавляете проект из библиотеки в дерево проектов, он создается как копия проекта в библиотеке. Вносимые изменения не влияют на исходный проект.

Новый проект в дереве проектов автоматически сохраняется в разделе Projects (Проекты).

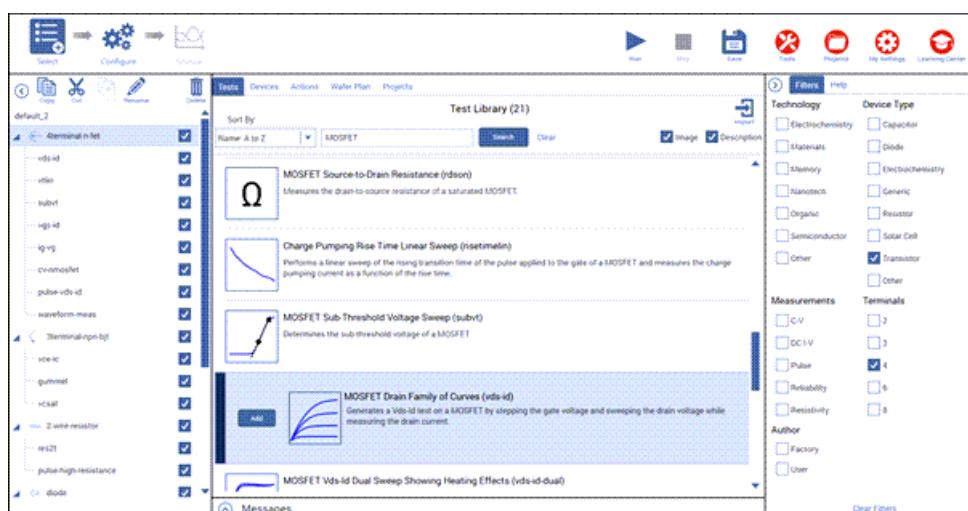
В этом примере показано, как добавить в проект предустановленный тест. Предустановленные тесты имеют часто используемые настройки параметров и набор типовых данных. После того, как они появляются в проекте, вы можете изменять параметры по мере необходимости. Они могут стать для вас эффективным способом добавления тестов в проекты.

Вы можете использовать описанную здесь базовую процедуру для поиска любых элементов в библиотеке.

Чтобы добавить в проект 4-контактное МОП-устройство (MOSFET) и его тест:

1. В центральной панели выберите **Tests** (Тесты).
2. В панели **Filters** (Фильтры) выберите **Transistor** (Транзистор) и 4 контакта.
3. В поле поиска введите **MOSFET** и выберите **Search** (Поиск).
4. Прокрутите до теста **MOSFET Drain Family of Curves (vds-id)**.
5. Выберите **Add** (Добавить). Выбранный тест и устройство будут добавлены в дерево проекта под предыдущим выделенным элементом.
6. Чтобы переместить устройство и тест внутри дерева, перетащите устройство в новое место.
7. Выберите **Save** (Сохранить).

Рисунок 9: Добавление устройства и теста MOSFET в проект



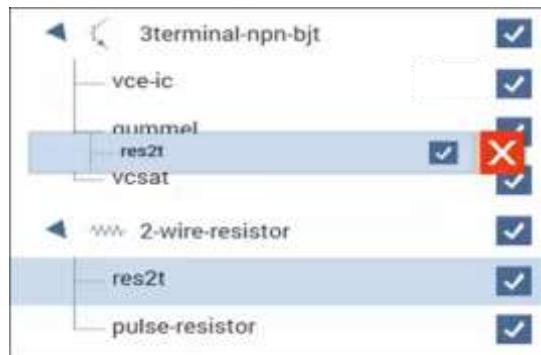
NOTE

Если устройство для теста отсутствует в дереве проекта, Clarius добавит соответствующее устройство при добавлении теста в дерево проекта. Вы также можете добавить устройство и тест по отдельности.

Перестановка элементов в дереве проекта

Чтобы изменить расположение элементов в дереве проекта, перетащите элементы в новое место. Если элемент не может быть помещен в выбранное место, отображается красный крестик. В приведенном ниже примере тест резистора не может быть размещен под ТБП-устройством.

Рисунок 10: Расположение объекта запрещено в этом месте дерева проекта



Для действий, которые находятся в нижней части дерева проекта, вы можете повышать или понижать их в иерархии, чтобы переместить их в структуре дерева. Например, если действие находится под устройством, вы можете захотеть переместить его на уровень проекта. Чтобы повысить или понизить иерархию действия, щелкните его правой кнопкой и выберите **Promote Action** (Повысить действие) или **Demote Action** (Понизить действие).

Удаление объектов из дерева проекта

CAUTION

При удалении объекта могут быть удалены и другие элементы. Например, при удалении подплощадки, удаляются все устройства и тесты для этой подплощадки. При удалении устройства, удаляются все тесты для этого устройства.

Чтобы удалить объект:

1. В дереве проекта выберите объект, который вы хотите удалить.
2. Выберите объект.
3. Выберите **Delete** (Удалить) в верхней части дерева проекта. Отобразится подтверждающее сообщение.
4. Нажмите **OK**.

Конфигурирование простого теста

Используйте панель Configure (Конфигурация) для настройки теста. Для интерактивных тестовых модулей (ИТМ) на панели Configure (Конфигурация) отображается схема тестового устройства. Схема связана с объектом, который показывает режим работы и тип прибора, подключенного к контактным выводам.

NOTE

Ниже рассматривается панель Test Settings (Настройки теста) для интерактивных тестовых модулей (ИТМ). Для тестов, основанных на пользовательских тестовых модулях (ПТМ), используйте опции панели Test Settings (Настройки теста) для выбора Пользовательской библиотеки и Пользовательского модуля для тестирования. Информацию о настройках, доступных для ПТМ, см. в разделе [Создание нестандартного ПТМ](#) (на стр. 2-17).

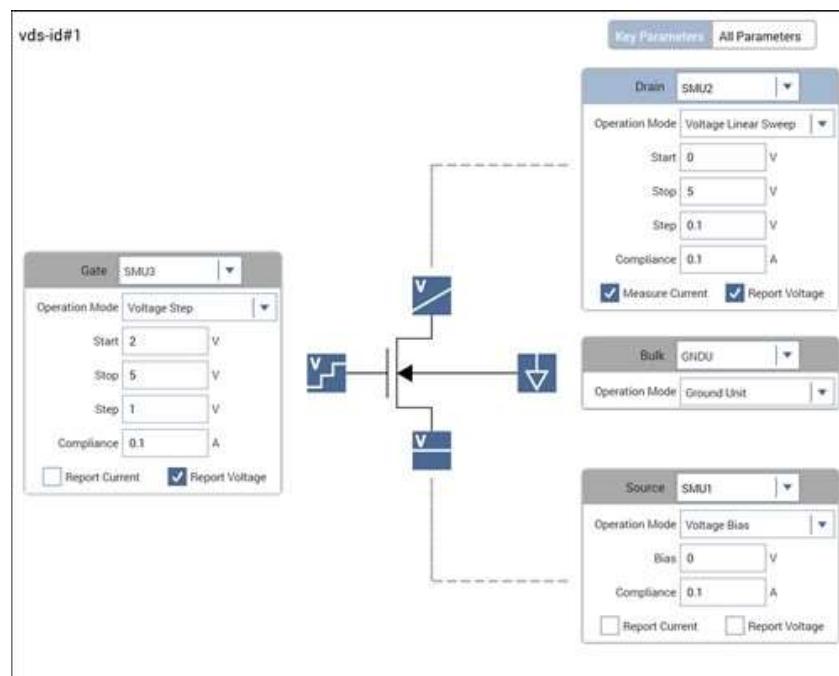
CAUTION

Подключения, выбранные в ПО Clarius, должны точно отражать физические аппаратные подключения при выполнении теста. Неправильная конфигурация контактных выводов может привести к аномальным результатам тестирования и повреждению устройства.

Ключевые параметры для каждого вывода отображаются рядом с выводом. К ключевым параметрам относятся:

- Тип вывода, например, затвор, сток, исток или коллектор.
- Прибор, подключенный к выводу. Вы можете назначить прибор, заземляющее устройство или разомкнутую цепь, которые физически подключены к выводу во время теста.
- Режим работы и основные настройки для этого режима. Например, отображаются значения запуска и остановки, если выбран режим работы с разверткой.

Рисунок 11: Панель конфигурации



NOTE

Для пользовательских тестовых модулей (ПТМ) отображение зависит от настроек пользовательского модуля, на котором основан ПТМ.

Настройка ключевых параметров

Ключевые параметры - это наиболее часто используемые параметры.

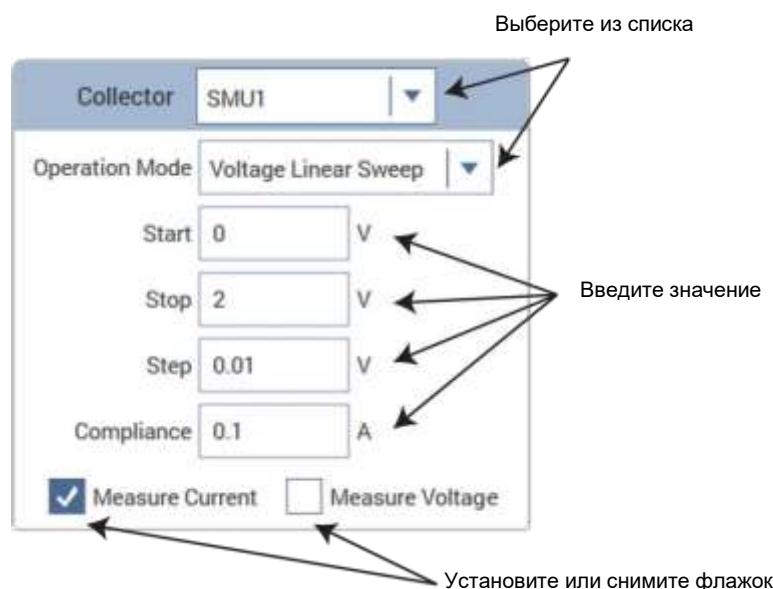
Доступные параметры зависят от выбранного прибора. Описание параметров см. в разделе:

- «SMU - все параметры» в Руководстве пользователя Блока измерений источников (SMU) для модели 4200A-SCS.
- «CVU - все параметры» в Руководстве пользователя Блока измерения емкости-напряжения (CVU) модели 4200A-SCS.
- «PMU - все параметры» в Руководстве пользователя Импульсных плат (PGU и PMU) для модели 4200A-SCS.

Для настройки ключевых параметров:

- Выберите поле, которое вы хотите изменить.
- Если есть:
 - Стрелка вниз справа от поля: Выберите значение из списка.
 - Поле: Введите значение. При вводе значения, выходящего за пределы допустимого диапазона, отображаются сообщение об ошибках.
 - Флажок: Установите или снимите флажок, чтобы включить или отключить опцию.

Рисунок 12: Параметры опций Clarius



- Выберите **Save** (Сохранить).

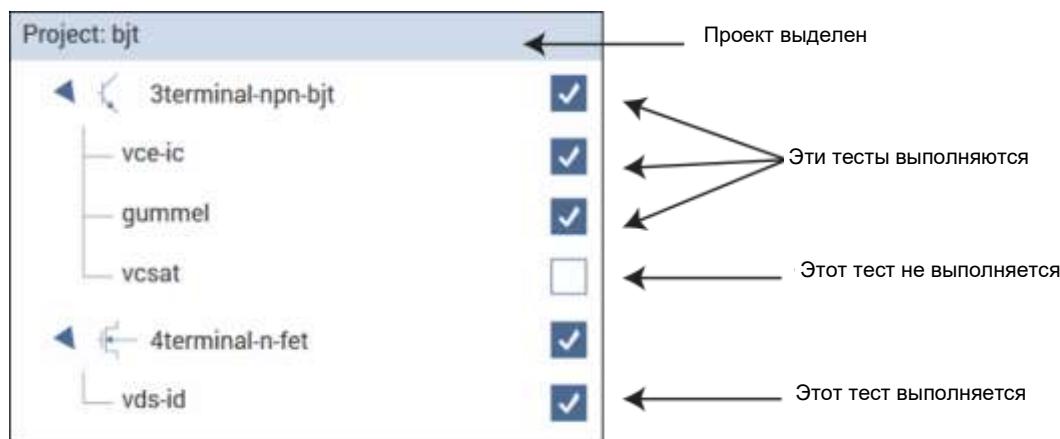
Выполнение простого теста

Когда вы выбираете Run (Выполнение), выбранные тесты и действия на уровне ниже, чем выделенный элемент в дереве проекта, выполняются по порядку сверху вниз в дереве проекта. Если вы хотите выполнить весь проект, убедитесь, что выделено имя проекта. При выполнении проекта, сохраняются настройки конфигурации и история выполнения проекта.

В следующем примере, когда вы выбираете Run (Выполнение), происходит следующее:

- Выполняется тест vce-ic.
- Выполняется тест gummel.
- Тест vcsat пропускается.
- Выполняется тест vds-id.

Рисунок 13: Выполнение теста на уровне проекта



В следующем примере выполняется только тест gummel. Даже если выбраны другие тесты, они не находятся ниже теста gummel в иерархии.

Рисунок 14: Выполнение конкретных тестов



Чтобы выполнить тест в Clarius:

1. В дереве проекта выберите те тесты и действия, которые вы хотите запустить или выполнить.
2. Выделите элемент, с которого вы хотите начать тест. Например, если вы хотите выполнить весь проект, выберите проект.
3. Выберите **Run** (Выполнение).
4. Выберите **Analyze** (Анализ), чтобы просмотреть результаты.

NOTE

Чтобы прервать тест, выберите Stop (Остановка). Выполнение всех тестов и действий немедленно прекратится.

Работа с диалоговым окном Projects (Проекты)

Опция Projects (Проекты) в ленте задач Clarius позволяет работать с созданными вами проектами. Доступны проекты всех учетных записей пользователей и любые проекты, добавленные в каталог проектов, который определяется в разделе My Settings (Мои настройки).

Вы можете использовать диалоговое окно Projects (Проекты) для создания новых проектов, импорта и экспорта проектов, а также для копирования, вырезания, вставки, редактирования, удаления, поиска и открытия проектов.

NOTE

Чтобы изменить каталог размещения проектов, см. раздел [Каталог Мои Проекты](#) (на стр. 4-8).

Открытие проекта

Ваши проекты автоматически добавляются в диалоговое окно Projects (Проекты), ghb lj,fdktybb в дерево проектов. В этой процедуре описано, как загрузить проект.

Чтобы открыть проект:

1. Выберите **Projects** (Проекты) в ленте.
2. Введите имя проекта в поле поиска.
3. Выберите **Search** (Поиск).
4. Выберите проект.
5. Выберите **Open Project** (Открыть проект). Если проект в дереве проектов имеет несохраненные изменения, вам будет предложено сохранить изменения.

Редактирование информации о проекте

Вы можете редактировать информацию, которая отображается в библиотеке проектов для конкретного проекта. Вы также можете редактировать используемые фильтры и ключевые слова.

Чтобы отредактировать информацию о проекте:

1. В ленте Clarius выберите **Projects** (Проекты).
2. Выберите проект, который необходимо отредактировать.
3. Выберите **Edit** (Редактирование). Откроется Редактор информации о проекте.
4. На вкладке **Basics** (Основная информация) заполните информацию по мере необходимости. Опции приведены в следующей таблице.
5. Выберите вкладку **Filters** (Фильтры). Эти опции задают фильтры, благодаря которым данный элемент будет отображаться в библиотеке при выборе фильтров на правой панели.
6. Выберите фильтры, которые помогут пользователю найти этот элемент в библиотеке.
7. Выберите вкладку **Keywords** (Ключевые слова). Эти опции определяют, что можно ввести в поле поиска в библиотеке, чтобы найти данный элемент. Вы можете использовать опции **Sort By** (Сортировать по...) в нижней части списков, чтобы изменить порядок записей в редакторе информации. Это не влияет на их порядок в библиотеке.
8. Чтобы добавить ключевое слово, перетащите его слева направо.
9. Чтобы удалить ключевое слово, выделите его и выберите **Delete** (Удалить). Это не удаляет ключевое слово из глобального списка ключевых слов.
10. Чтобы добавить ключевое слово, выберите **New** (Новое) и введите ключевое слово.
11. Выберите **OK**, чтобы сохранить изменения.

Опции в Редакторе информации	
Preview (Предварительный просмотр)	Отображает внесенные изменения в том виде, в котором они появятся в библиотеке.
Name (Имя)	Введите новое имя. Это имя будет использоваться в библиотеке и дереве проекта.
Title (Заголовок)	Введите заголовок. Он используется в библиотеке.
Description (Описание)	Введите краткое описание элемента. Оно отображается в библиотеке.
Author (Автор)	Введите информацию, определяющую, кто создал данный элемент. Эта информация доступна только в Редакторе информации о проекте.
Help (Справка)	Не может быть изменена. Это файл справки, который отображается в правой панели при выборе опции Configure (Конфигурация) или Analyze (Анализ). Он также отображается при выборе элемента в библиотеке.
Library Image (Изображение библиотеки)	Изображение, которое отображается в библиотеке. Щелкните по изображению, чтобы выбрать другое изображение. Изображения должны быть размером 400x400 пикселей в формате .png . Более крупные изображения отображаются, но все, что больше 400x400, при отображении в библиотеке обрезается. Чтобы повторно использовать изображение из более старого проекта, вам может понадобиться сохранить существующее изображение .bmp в формате .png . Для преобразования изображения можно использовать такой инструмент, как Microsoft® Paint. Чтобы оставить область изображения пустой, выберите Clear (Пусто).

Создание нового проекта из диалогового окна Projects (Проекты)

Вы можете создать новый проект из диалогового окна Projects (Проекты). Это то же самое, что создать новый пустой проект с помощью опции "New Project" (Новый Проект) из Библиотеки проектов.

Чтобы создать новый проект:

1. Откройте **Projects** (Проекты) в ленте.
2. Выберите **New** (Новый). Отобразится подтверждающее сообщение.
3. Выберите **Yes** (Да). Новый проект заменит текущий существующий проект и закроет диалоговое окно Projects (Проекты).
4. В дереве проектов выберите **Rename** (Переименовать), чтобы присвоить проекту новое имя.
5. Нажмите **Enter** (Ввод), чтобы принять новое имя.

Экспорт проекта

Вы можете экспортировать проект. Экспортированный проект может быть импортирован в другой прибор 4200A-SCS. Экспорт включает в себя все данные истории выполнения для каждого теста в проекте.

Экспортированный файл имеет расширение .kzp.

Чтобы экспортировать проект:

1. В ленте Clarius выберите **Projects** (Проекты).
2. Выберите проект, который необходимо экспортировать.
3. Выберите **Export** (Экспорт). Откроется диалоговое окно экспорта проекта.
4. Выберите местоположение для экспортируемого файла. Вы можете щелкнуть правой кнопкой, чтобы создать новую папку, переименовать существующую папку или удалить папку.
5. Выберите **Export** (Экспорт).

Импорт проекта

Вы можете импортировать проект из другого прибора 4200A-SCS.

Вы можете импортировать либо экспортированный проект, либо каталог проекта.

Экспортированные проекты имеют расширение .kzp. Инструкции см. в разделе [Экспорт проекта](#) (на стр. 2-10).

Для импорта каталога проекта, вы импортируете файл kpr из этого каталога. Импорт включает все файлы из каталога проекта, при условии, что каталог проекта рабочий и не поврежден.

NOTE

Убедитесь, что импортируемые файлы не установлены в режим "только для чтения" или "только для выполнения".

Чтобы импортировать проект:

1. В Clarius выберите **Projects** (Проекты).
2. Выберите **Import** (Импорт). Откроется диалоговое окно импорта проекта.
3. Выберите экспортированный проект (.kzp) или каталог проекта (.kpr).
4. Выберите **Import** (Импорт). Откроется Редактор информации о проекте.
5. На вкладке **Basics** (Основная информация) заполните информацию по мере необходимости. Опции приведены в следующей таблице.
6. Выберите вкладку **Filters** (Фильтры). Эти опции задают фильтры, благодаря которым данный элемент будет отображаться в библиотеке при выборе фильтров на правой панели.
7. Выберите фильтры, которые помогут пользователю найти этот элемент в библиотеке.
8. Выберите вкладку **Keywords** (Ключевые слова). Эти опции определяют, что можно ввести в поле поиска в библиотеке, чтобы найти данный элемент. Вы можете использовать опции **Sort By** (Сортировать по...) в нижней части списков, чтобы изменить порядок записей в редакторе информации. Это не влияет на их порядок в библиотеке.
9. Чтобы добавить ключевое слово, перетащите его слева направо.
10. Чтобы удалить ключевое слово, выделите его и выберите **Delete** (Удалить). Это не удаляет ключевое слово из глобального списка ключевых слов.
11. Чтобы добавить ключевое слово, выберите **New** (Новое) и введите ключевое слово.
12. Выберите **Add Project** (Добавить проект), чтобы добавить новый объект в библиотеку.
13. Чтобы открыть новый проект, выберите проект и выберите **Open Project** (Открыть проект).

Опции в Редакторе информации	
Предварительный просмотр	Отображает внесенные изменения в том виде, в котором они появятся в библиотеке.
Имя	Введите новое имя. Это имя будет использоваться в библиотеке и дереве проекта.
Заголовок	Введите заголовок. Он используется в библиотеке.
Описание	Введите краткое описание элемента. Оно отображается в библиотеке.
Автор	Введите информацию, определяющую, кто создал данный элемент. Эта информация доступна только в Редакторе информации о проекте.
Справка	Редактируется только при добавлении в библиотеку объекта из дерева проекта. Это файл справки, который отображается в правой панели при выборе опции Configure (Конфигурация) или Analyze (Анализ). Он также отображается при выборе объекта в библиотеке.
Изображение библиотеки	Изображение, которое отображается в библиотеке. Щелкните по изображению, чтобы выбрать другое изображение. Изображения должны быть размером 400x400 пикселей в формате .png. Более крупные изображения отображаются, но все, что больше 400x400, при отображении в библиотеке обрезается. Чтобы повторно использовать изображение из более старого проекта, вам может понадобиться сохранить существующее изображение .bmp в формате .png. Для преобразования изображения можно использовать такой инструмент, как Microsoft® Paint. Чтобы оставить область изображения пустой, выберите Clear (Пусто).

Копирование или вырезание проекта

Вы можете скопировать или вырезать проект. В новом проекте не сохраняются ссылки на старый проект. Изменения в новом проекте не влияют на старый проект, а изменения в старом проекте не влияют на новый проект.

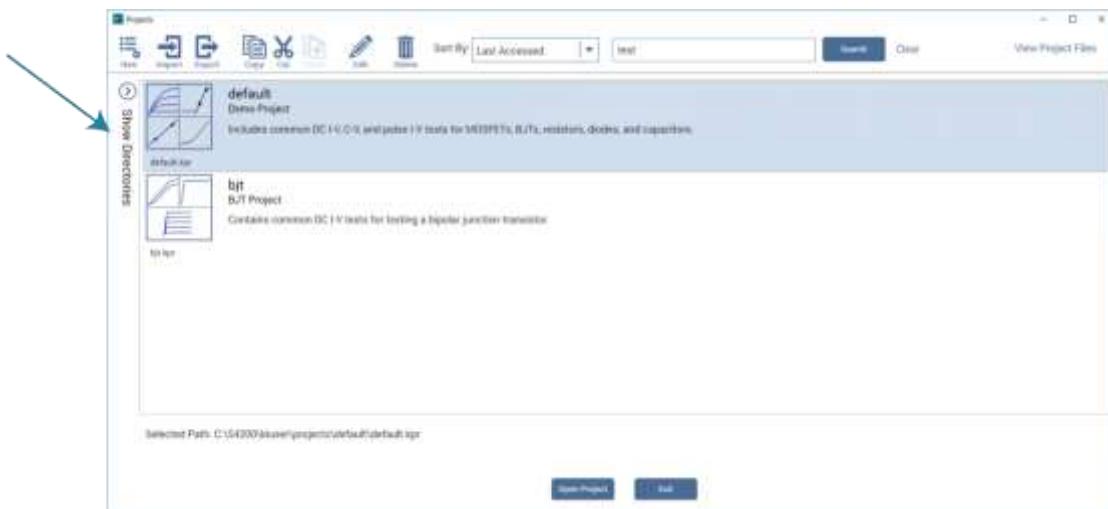
Чтобы скопировать проект:

1. Выберите **Projects** (Проекты) в ленте.
2. Выберите проект, который необходимо скопировать.
3. Выберите **Copy** (Копировать) или **Cut** (Вырезать).
4. Выберите **Paste** (Вставить).
5. Если вы копируете файл, чтобы:
 - Скопировать проект и загрузить его в качестве активного проекта: Выберите **Copy and Load** (Копировать и загрузить).
 - Только скопировать проект в Projects: Выберите **Copy Only** (Только скопировать).

Показать каталоги

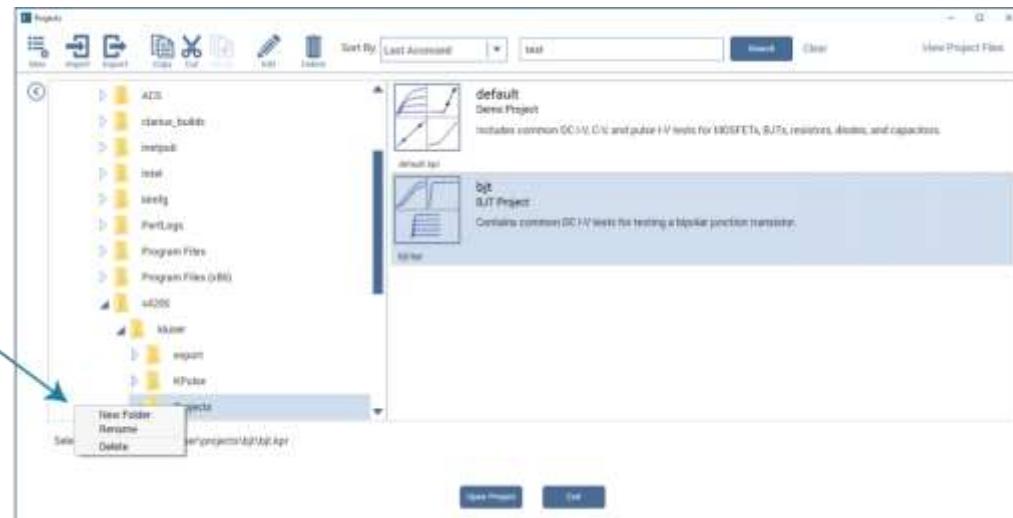
Чтобы отобразить проекты в представлении Проводника Microsoft, вы можете выбрать **Show Directories** (Показать каталоги) в диалоговом окне Projects (Проекты).

Рисунок 15: Панель Show Directories



Когда выбрана опция Show Directories (Показать каталоги), вы можете щелкнуть правой кнопкой в каталоге, чтобы добавить новые папки, переименовать папки или удалить папки.

Рисунок 16: Открытая панель Show Directories



Удаление проекта

CAUTION

Прежде чем удалять проект, убедитесь, что он не понадобится вам и другим пользователям в будущем.

При удалении проекта, все файлы, связанные с ним в каталоге проекта, который задан в разделе My Settings (Мои настройки), также удаляются. Если удаленный проект в данный момент открыт в дереве проекта, дерево проекта очищается.

Чтобы удалить проект:

- Выберите **Projects** (Проекты).
- Выберите проект.
- Выберите **Delete** (Удалить). Отобразится подтверждающее сообщение.
- Выберите **Yes** (Да).

Отображение проектов

Вы можете изменить вид окна Projects (Проекты). Чтобы:

- Изменить порядок сортировки: Выберите опцию из списка Sort By (Сортировать по...).
- Найти конкретный проект: Введите ключевое слово из имени или заголовка проекта (описания не ищутся) и выберите **Search** (Поиск), чтобы отобразить только те проекты, которые соответствуют ключевому слову.

Перенос проектов из систем 4200-SCS

В 4200A-SCS можно использовать информацию из старых систем 4200-SCS.

При переносе информации из системы 4200-SCS будьте внимательны:

- Скопируйте все файлы проекта из каталога проекта. При копировании файлов убедитесь, что файлы в проекте сохраняются все вместе. По умолчанию, проекты хранятся в каталоге C:\s4200\kiuser\Projectsdirectory.
- Если вы использовали в своих проектах файлы осцилограмм Segment Arb из KPulse, вам необходимо вручную скопировать и вставить файлы осцилограмм с системы 4200 на 4200A-SCS. Файлы осцилограмм Segment Arb имеют расширение ksf и обычно хранятся в папке C:\s4200\kiuser\KPulse\SarbFiles.
- Если ваш проект содержит пользовательские модули или пользовательские библиотеки, созданные в KULT, эти пользовательские модули не будут включены в комплект при копировании каталога проекта. Инструкции по импорту пользовательских библиотек и пользовательских модулей см. в инструкции «*Программирование KULT и KULT Extension для анализатора параметров модели 4200A-SCS*», «*Копирование пользовательских библиотек и файлов*».
- Убедитесь, что импортируемые файлы не установлены в режим "только для чтения" или "только для выполнения".
- Шаги запуска и прерывания будут преобразованы в действия.
- Данные, которые были добавлены в 4200-SCS, сохраняются в истории выполнения в 4200A-SCS. Перенос данных с 4200A-SCS на 4200-SCS невозможен.

Чтобы перенести проект из системы 4200-SCS:

1. В системе 4200-SCS скопируйте каталог проекта, который вы хотите перенести.
2. На системе 4200A-SCS вставьте каталог проекта в папку C:\s4200\kiuser\Projects.
3. Откройте Clarius.
4. Выберите вкладку **Projects** (Проекты).
5. Убедитесь, что проект доступен. Если проекты отсортированы по Last Accessed (Последние использованные), то импортированные проекты отображаются в нижней части списка проектов.

Управление проектами для нескольких пользователей

Вы не можете использовать несколько каталогов для 4200A-SCS.

Если у вас несколько пользователей, использующих один 4200A-SCS, вы можете использовать опции в диалоговом окне Project (Проект) и в Library Information Editor (Редактор информации в библиотеке) для назначения уникальных ключевых слов каждому проекту. Эти ключевые слова можно использовать в полях поиска библиотеки и проекта для определения местоположения нужных проектов. Информацию о добавлении ключевых слов через диалоговое окно Projects (Проекты) см. в разделе [Редактирование информации о проекте](#) (на стр. 2-9). Информацию о добавлении ключевых слов в проекты, добавленные в библиотеку, см. в разделе [Редактирование информации для объекта библиотеки](#) (на стр. 4-4).

При добавлении проектов, можно также назначить имена проектов, которые помогут вам идентифицировать их.

Вы также можете использовать функции импорта, экспорта и удаления в диалоговом окне Projects (Проекты) для управления работой нескольких пользователей.

Чтобы использовать импорт, экспорт и удаление для управления проектами, каждый пользователь должен:

1. Создать и использовать проект.
2. После завершения работы, в окне Projects (Проекты) экспортировать проект. См. раздел [Экспорт проекта](#) (на стр. 2-10).
3. Удалить проект из окна Projects (Проекты). См. раздел [Удаление проекта](#) (на стр. 2-13).
4. Если вам понадобится использовать проект снова, импортируйте его в 4200A-SCS. См. раздел [Импорт проекта](#) (на стр. 2-10).

Настройка комплексного проекта

Раздел [Настройка простого проекта](#) (на стр. 2-1) описывает настройку проекта с устройствами и тестами для этих устройств. Однако, если ваша система включает пластины, внешнее оборудование или пользовательские тесты, вам необходимо добавить дополнительные элементы в дерево проекта и разместить их там.

Вы можете включить в проект следующие операции и объекты:

- Пользовательские тесты или действия.
- Использование матриц коммутации для циклической передачи электрических соединений от 4200A-SCS между устройствами подплощадки. Подробнее см. раздел «Использование матриц коммутации» в документе [Управление датчиком и внешними приборами для модели 4200A-SCS](#).

В данном разделе описано, как добавлять пользовательские тесты и действия в Clarius и в дерево проекта.

NOTE

Информацию о добавлении, дублировании и импорте проектов см. в разделе [Работа с диалоговым окном Projects \(Проекты\)](#) (на стр. 2-8).

Пользовательская настройка тестов

В Clarius существует два типа тестов:

- **Интерактивные тестовые модули (ИТМ):** Предустановленные тесты, которые вы можете выбрать и настроить через интерфейс Clarius. Они используются исключительно для параметрического тестирования. В Clarius можно создавать пустые ИТМ, которые можно настраивать.
- **Пользовательские тестовые модули (ПТМ):** Тесты, основанные на пользовательском модуле. После включения пользовательского модуля в тест или действие в Clarius, вы можете выбрать и настроить его в интерфейсе Clarius. Помимо управления тестами, ПТМ могут управлять внутренними или внешними приборами, подключенными через универсальную шину GPIB или порт RS-232. Они также могут использоваться для выполнения других задач в проекте, например, отображения подсказок для операторов.

Пользовательские модули создаются в Keithley User Library Tool (KULT). Clarius+ поставляется с множеством предустановленных пользовательских модулей, организованных в пользовательские библиотеки. Описание предварительно созданных пользовательских библиотек и модулей см. в разделе [Описание пользовательских библиотек](#) (на стр. 7-1).

Вы также можете использовать KULT для создания собственных пользовательских модулей или изменения исходного кода модуля, поставляемого компанией Keithley Instruments. Подробные сведения см. в документе *Программирование KULT и KULT Extension для модели 4200A-SCS*.

И ИТМ, и ПТМ имеют общие функции анализа данных, такие как таблицы анализа и графики.

Тесты можно настраивать следующим образом:

- Начать с предустановленного теста и изменить его.
- Начать с пустого теста ИТМ и изменить его.
- Начать с пустого теста ПТМ, определить пользовательский модуль и изменить его.

После изменения теста, его можно сохранить в библиотеке тестов как предустановленный тест, с возможностью использования в других проектах.

Изменение предустановленного теста

Вы можете модифицировать существующий тест, который вы добавили с помощью шагов описанных в разделе [Добавление устройства и теста в проект](#) (на стр. 2-3).

Настройки, которые вы вносите в тест, находящийся в дереве проекта, сохраняются вместе с проектом. Если вам нужно вернуться к настройкам теста, находящегося в библиотеке, вы можете снова добавить тест из библиотеки.

Создание нестандартного ИТМ

В Clarius можно создать нестандартный интерактивный тестовый модуль (ИТМ). Для создания нестандартного ИТМ не нужно создавать никаких внешних файлов (например, пользовательских модулей).

Когда вы создаете пустой ИТМ, количество контактных выводов в новом тесте определяется типом устройства, под которое помещен тест в дереве проекта.

Чтобы создать нестандартный тест ИТМ:

1. Выберите **Select** (Выбрать).
2. Выделите устройство в дереве проекта или добавьте новое устройство.
3. Если необходимо добавить устройство, откройте вкладку **Devices** (Устройства) и выберите устройство.
4. Выберите вкладку **Tests** (Тесты).
5. В **Test Library** (Библиотеке тестов) выберите **Custom Test** (Нестандартный тест).
6. Выберите **Add a blank test that can be configured into a DC, Pulse, or CV test (ITM)** (Добавить пустой тест, который можно сконфигурировать для тестирования постоянного тока, импульса или емкости-напряжения (ИТМ)).
7. Перетащите **Custom Test** (Нестандартный тест) в дерево проекта. Рядом с тестом будет показан красный треугольник, указывающий на то, что тест еще не сконфигурирован.

8. Выберите **Rename** (Переименовать).
9. Введите имя для теста и нажмите **Enter** (Ввод).
10. Выберите **Configure** (Конфигурация), чтобы настроить тест.
11. Выберите прибор.
12. Настройте параметры по мере необходимости.
13. Для каждого контактного вывода устройства убедитесь, что физические подключения устройства соответствуют подключениям, определенным в Clarius. При необходимости, отключите прибор и исправьте физические подключения.

CAUTION

Физические подключения контактных выводов устройства должны точно соответствовать виртуальным соединениям, чтобы избежать неточных результатов тестирования и возможного повреждения устройства.

Доступные опции зависят от выбранного прибора. Описание параметров см. в разделе:

- «Настройки тестирования SMU» в *Руководстве пользователя Блока измерений источников (SMU) для модели 4200A-SCS*.
- «Настройки тестирования CVU» в *Руководстве пользователя Блока измерения емкости-напряжения (CVU) модели 4200A-SCS*.
- «Настройки тестирования PMU» в *Руководстве пользователя Импульсных плат (PGU и PMU) для модели 4200A-SCS*.

Создание нестандартного ПТМ

Пользовательские тестовые модули (ПТМ) создаются из пользовательских модулей. Вместе с 4200A-SCS в пользовательских библиотеках поставляется множество пользовательских модулей. Вы также можете создавать собственные пользовательские модули. Информацию о создании собственных пользовательских модулей см. в *Keithley User Library Tool*.

Вы можете использовать один пользовательский модуль для нескольких ПТМ. Каждый экземпляр пользовательского модуля используется и обрабатывается отдельно.

Данные, генерируемые ПТМ, отображаются на в таблице анализа и на графике.

NOTE

При создании проекта, может быть удобно сначала добавить все новые ПТМ, не подключая их сразу к пользовательским модулям. Это позволит вам сосредоточиться на структуре проекта, не отвлекаясь на детали конфигурации. Чтобы добавить ПТМ, не подключая его к пользовательским модулям, выполните следующую процедуру после переименования теста.

Чтобы создать ПТМ:

1. Выберите **Select** (Выбрать).
2. Выберите вкладку **Tests** (Тесты).
3. Для опции Custom Test (Нестандартный тест) выберите **Choose a test from the pre-programmed library (UTM)** (Выбрать тест из библиотеки предварительных программ (ПТМ)).
4. Перетащите **Custom Test** (Нестандартный тест) в дерево проекта. Рядом с тестом будет показан красный треугольник, указывающий на то, что тест еще не сконфигурирован.
5. Выберите **Rename** (Переименовать).
6. Задайте имя для теста.
7. Выберите **Configure** (Конфигурация).
8. В правой панели в списке User Libraries (Пользовательские библиотеки) выберите пользовательскую библиотеку, которая содержит пользовательский модуль, содержащий нужный тест.
9. В списке User Modules (Пользовательские модули) выберите пользовательский модуль.
10. Введите параметры на панели Configure (Конфигурация). Описание опций ПТМ можно посмотреть на панели Help (Справка).
11. Вы можете использовать инструмент Formulator для выполнения расчетов по результатам теста. Дополнительную информацию см. в разделе [Инструмент Formulator \(на стр. 5-1\)](#).
12. При необходимости, выберите **Output Values** (Выходные значения), чтобы указать выходные значения для экспорта в таблицу данных подплощадки.
13. Вы можете редактировать пользовательский интерфейс (UI) для своего ПТМ. Инструкции см. в разделе [Определение пользовательского интерфейса для пользовательского тестового модуля \(ПТМ\) \(на стр. 2-18\)](#).

Определение пользовательского интерфейса для пользовательского тестового модуля (ПТМ)

После создания пользовательского модуля вы можете использовать его в качестве пользовательского тестового модуля (ПТМ) в проекте 4200A-SCS.

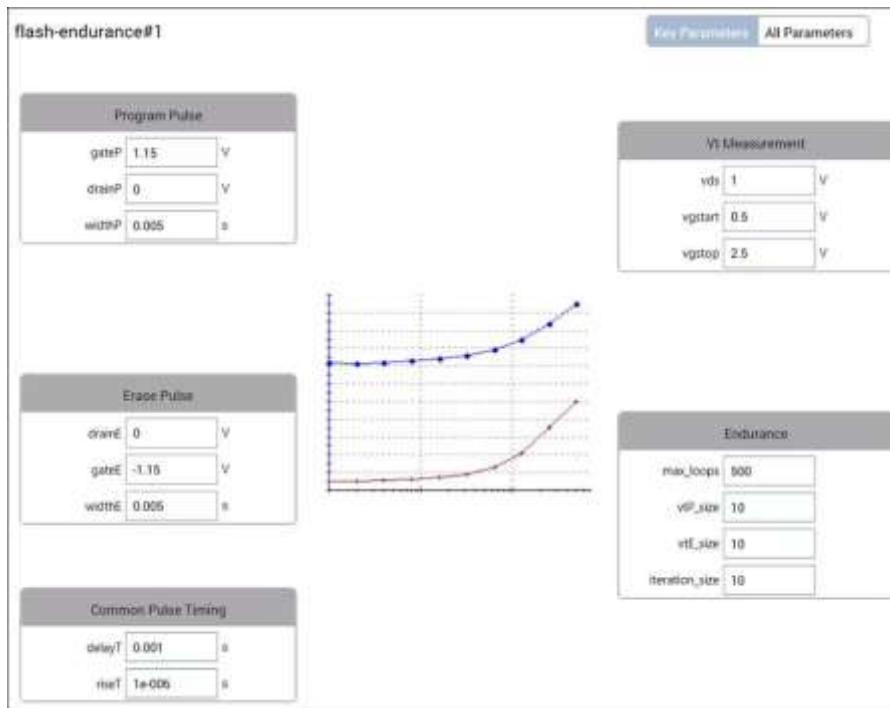
При создании пользовательского интерфейса для пользовательского тестового модуля (ПТМ), вы можете настроить панель Key Parameters Configure (Настройка ключевых параметров) для того, чтобы:

- Логически сгруппировать параметры
- Добавить изображение теста для иллюстрации его общих возможностей
- Добавить всплывающие подсказки для каждого параметра

При выполнении определения пользовательского интерфейса для ключевых параметров, отображайте только самые важные или наиболее часто используемые параметры.

Если вы не определите пользовательский интерфейс, Clarius создаст его автоматически. Параметры размещаются в группах вокруг графического изображения по умолчанию для тестируемого устройства (ТУ).

В следующих темах описано, как настроить определение пользовательского интерфейса (UI) ключевых параметров для ПТМ. На следующем рисунке приведен пример вида ПТМ, отображаемого в панели Configure (Конфигурация).

Рисунок 17: Вид ключевых параметров в панели Configure (Конфигурация)**NOTE**

Если после определения пользовательского интерфейса вы измените имя параметра ПТМ с помощью KULT, не забудьте обновить определение пользовательского интерфейса. Это гарантирует, что новое имя параметра имеет признак группы и отображается на дисплее. Если вы не обновите его, новое имя параметра не будет иметь группы и не будет отображаться.

Разрешение доступа к редактору UI ПТМ

Чтобы использовать редактор UI ПТМ, необходимо включить его в Clarius.

Чтобы включить редактор в Clarius:

1. Выберите **My Settings** (Мои настройки).
2. Выберите **Environment Settings** (Настройки среды).
3. Выберите **Allow access to UTM UI editor** (Разрешить доступ к редактору UI ПТМ).

NOTE

После внесения правок вы можете снять флажок **Allow access to UTM UI editor** (Разрешить доступ к редактору UI ПТМ), чтобы предотвратить случайные изменения определений UI ПТМ.

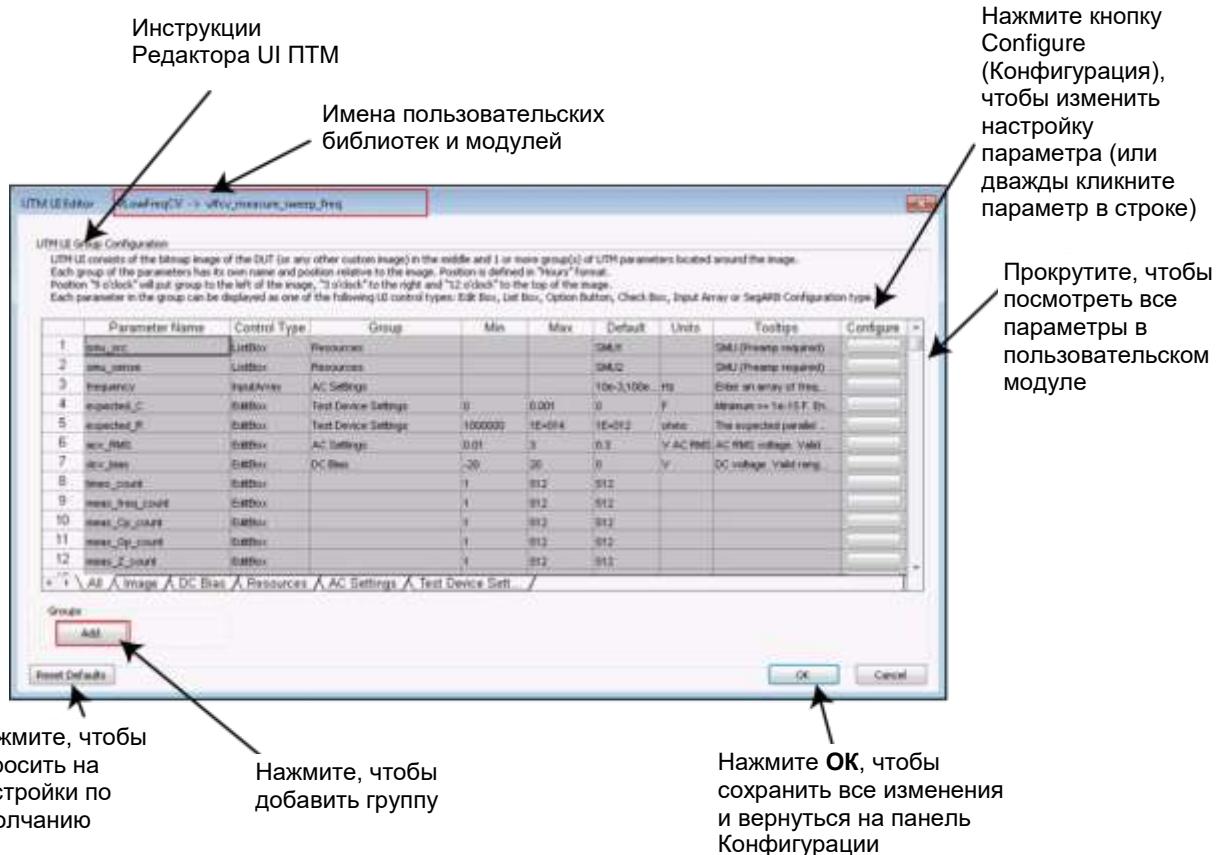
Открытие редактора UI ПТМ

Чтобы открыть редактор UI ПТМ:

1. Выберите пользовательский тестовый модуль (ПТМ):
2. Откройте панель **Configure** (Конфигурация).
3. Щелкните правой кнопкой на панели **Configure** (Конфигурация).
4. Выберите **Edit UTM UI** (Редактировать UI ПТМ). Отобразится диалоговое окно Редактора UI ПТМ.

Пример диалогового окна редактора UI ПТМ показан ниже.

Рисунок 18: Редактор UI ПТМ



Выбор групп

Группы помогают организовать параметры в связанные группы на панели **Configure** (Конфигурация) Clarius. Например, в примере в разделе [Определение пользовательского интерфейса для Пользовательского тестового модуля](#) (на стр. 2-18) параметры организованы в группы Program Pulse, Erase Pulse, Common Pulse Timing, Vt Measurement и Endurance.

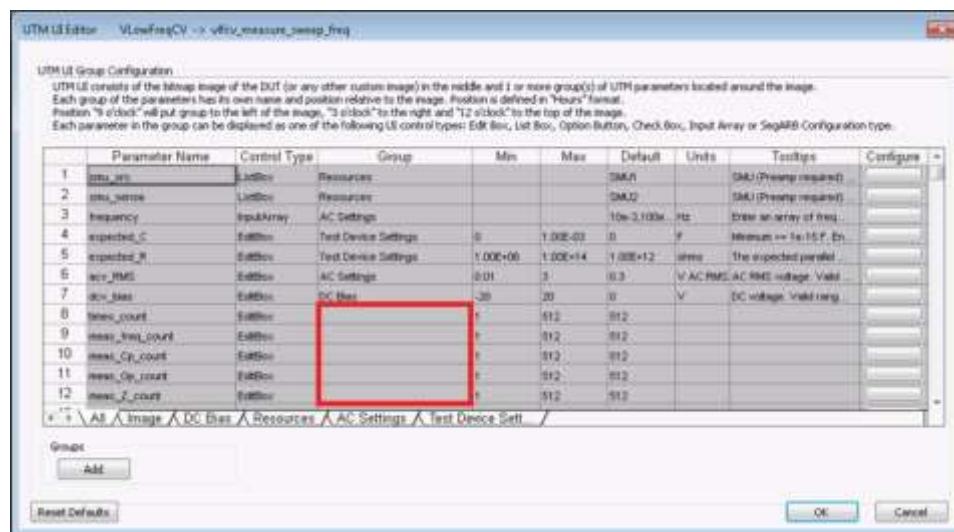
Максимальное количество параметров в группе - десять.

При создании групп, следует помнить о следующих элементах:

- Определение UI ПТМ должно иметь хотя бы одну группу.
- Каждая группа должна иметь уникальное имя.
- Каждая группа отображается на отдельной вкладке в редакторе UI ПТМ.
- Вкладка All (Все) содержит все параметры. Если в столбце Group (Группа) не отображается ни одна группа, эти параметры не отображаются в панели Configure (Конфигурация).
- Отображайте только важные или часто изменяемые параметры; пользовательский интерфейс с меньшим количеством параметров легче понять и использовать, чем интерфейс со слишком большим количеством параметров.

Не обязательно помещать все параметры в группу. Поместите только те параметры, которые вы хотите отобразить для пользователя. Например, для большинства тестов значения размеров выходных массивов можно оставить по умолчанию и не отображать. Не назначенные параметры не отображаются в панели Key Parameters (Ключевые параметры), но доступны через панель All Parameters (Все параметры).

Рисунок 19: Параметры, не назначенные в группу

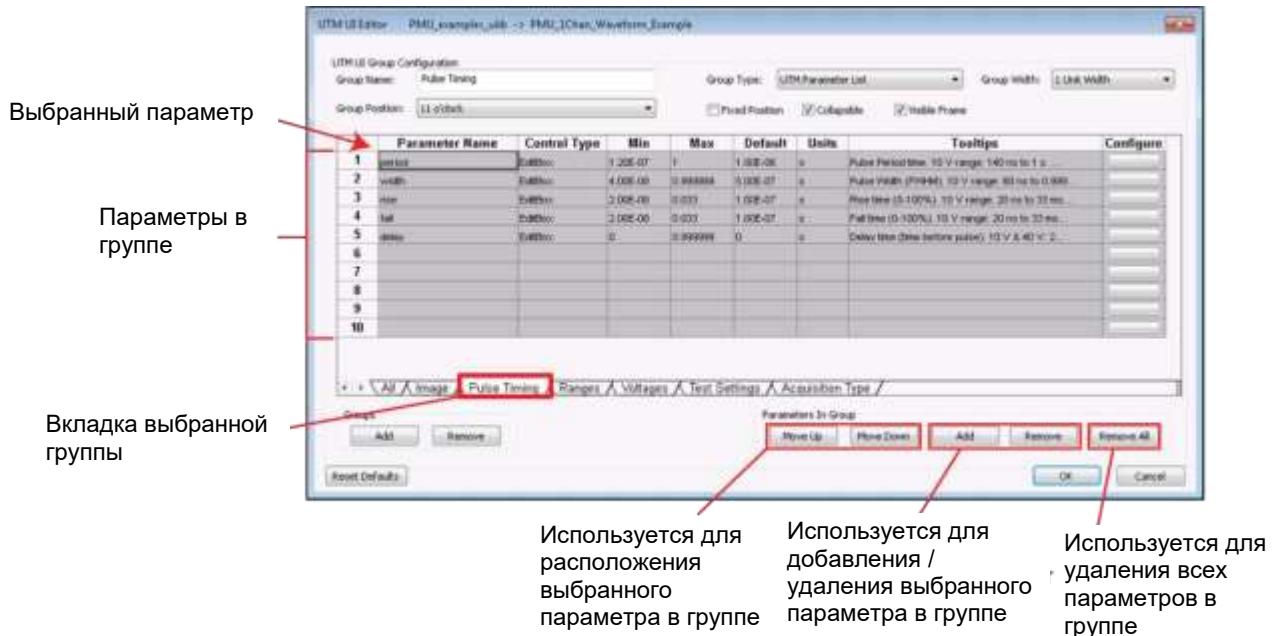


Добавление группы

Чтобы добавить группу:

- Нажмите **Add** (Добавить) (в левом нижнем углу редактора UI ПТМ). Добавляется новая вкладка для группы.
- Заполните **Group Name** (Имя группы). Имя группы, введенное здесь, отображается именно в том виде, в котором оно введено. Используйте стандартные символы a-z, A-Z, 0-9 и пробел.
- Выберите **Group Position** (Положение группы). Это позиция по отношению к растровой карте изображения пользовательского интерфейса. Выберите нужный «час» из списка Group Position (Положение группы). Количество параметров в каждой группе определяет окончательную компоновку. Например, если две группы, расположенные рядом друг с другом, имеют меньшее количество параметров, то между ними будет больше пространства. На дисплее 4200A-SCS ограниченное пространство имеется на 12 часах (над изображением) и на 6 часах (под изображением).
- Выберите **Group Type** (Тип группы).
- При необходимости выберите **Fixed Position** (Фиксированное положение), **Collapsible** (Свертываемая) и **Visible Frame** (Видимая рамка).
- Добавьте и настройте параметры. Подробнее см. в разделе [Редактирование атрибутов параметра теста](#) (на стр. 2-24).
- Нажмите **OK**.

Рисунок 20: Пример вида группы для синхронизации импульсов

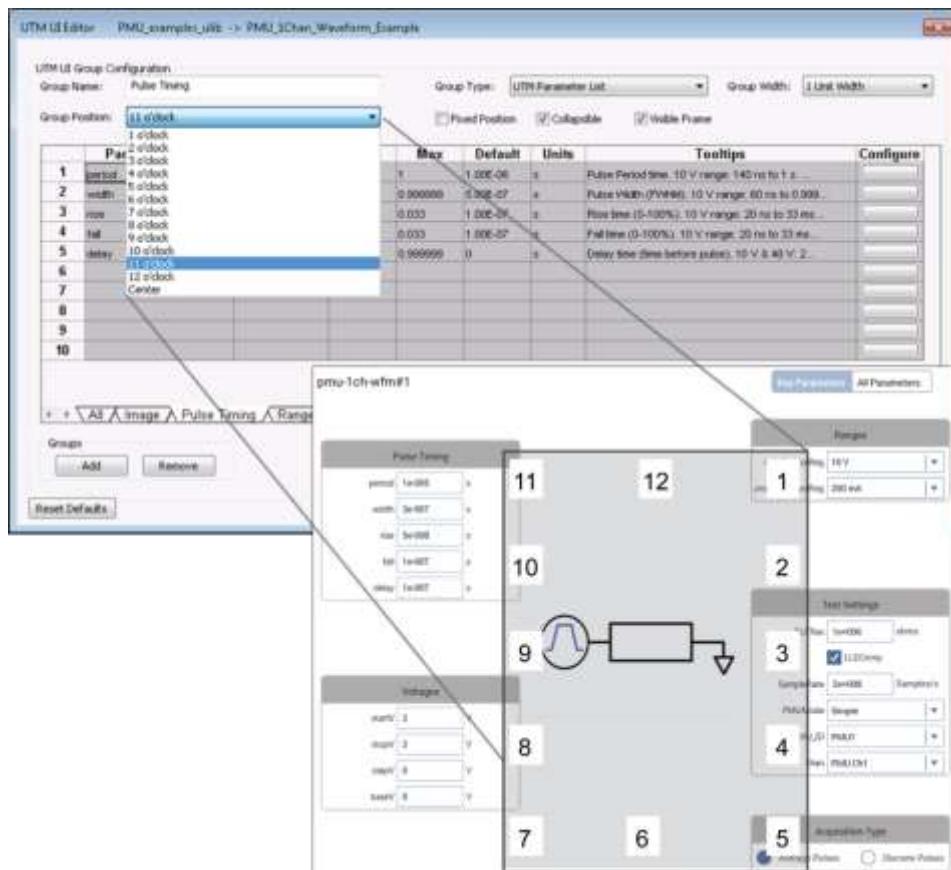


Изменение группы

Чтобы изменить группу:

- Щелкните вкладку группы. Если вкладка не отображается, используйте кнопки переключения листа влево или вправо для перемещения групп, пока не появится вкладка (кнопки со стрелками находятся слева от вкладки All (Все)).
- На уровне группы, можно изменить следующие элементы (см. пример в разделе [Добавление группы](#) (на стр. 2-22)):
 - Имя группы.**
 - Положение группы.**
 - Порядок параметров:** Выберите строку параметров, а затем нажмите кнопку **Move Up** (Переместить вверх) или **Move Down** (Переместить вниз), чтобы изменить положение параметра внутри группы.
 - Параметры в группе:** Чтобы удалить параметр из группы, выберите строку параметра и нажмите кнопку **Remove** (Удалить). Чтобы удалить все параметры из группы, нажмите кнопку **Remove All** (Удалить все). Чтобы добавить параметр, нажмите **Add** (Добавить), а затем выберите и настройте параметр.

Рисунок 21: Пример положения группы в редакторе UI ПТМ



Определение изображения для пользовательского интерфейса

Вы можете добавить изображение для ПТМ. Изображение отображается в панели Configure (Конфигурация) при выборе Key Parameters (Ключевые параметры). Изображения должны быть:

- В растровом формате (.bmp)
- От 120x100 до 480x400 пикселей
- Размер файла менее 500 кБ

Вы можете использовать полноцветные растровые изображения. Изображения с большим размером пикселей лучше отображаются на экране 4200A-SCS.

Каждый ПТМ должен иметь только одно изображение. Если ничего не определено, Clarius использует изображение устройства, под которым ПТМ находится в структуре дерева проекта. Стандартные изображения Clarius хранятся в исходном каталоге пользовательской библиотеки. Например, образ для ПТМ в пользовательской библиотеке VLowFreqCV хранится в: C:\s4200\kiuser\usrlib\VLowFreqCV\src

Чтобы добавить изображение:

1. В редакторе UI ПТМ выберите вкладку **Image** (Изображение).
2. Для параметра **Group Position** (Позиция группы), выберите расположение изображения. Вы можете выбрать Center (Центр) или расположение «по часам», относительно центра.
3. Для параметра Group Type (Тип группы) выберите **UI Image** (Изображение пользовательского интерфейса).
4. Чтобы сохранить фиксированный размер графического изображения независимо от масштабирования окна Clarius, выберите **Fixed Size Image** (Фиксированный размер изображения). При использовании фиксированного размера изображения, вам могут понадобиться изображения с меньшим количеством пикселей при большом количестве тестовых параметров или групп.
5. Дважды щелкните строку в таблице и выберите изображение.
6. Выберите **OK**.

NOTE

Некоторые элементы в редакторе UI ПТМ могут вносить изменения на уровне пользовательского интерфейса; если вы измените любой из этих элементов, вы измените их для всего пользовательского интерфейса ПТМ. К таким элементам относятся Изображение пользовательского интерфейса и Изображение фиксированного размера.

Редактирование атрибутов для параметра теста

Вы можете редактировать атрибуты отображения параметра теста. Атрибуты отображения можно задать на вкладке All (Все) или на вкладке конкретной группы.

Чтобы отредактировать атрибуты:

1. Дважды щелкните строку на вкладке, чтобы открыть диалоговое окно UTM UI Parameter Configuration (Конфигурация параметров UI ПТМ).
2. Выберите **Control Type** (Тип управления). Подробную информацию о доступных опциях см. в разделе [Типы управления](#) (на стр. 2-26).
3. В поле **Displayed Group** (Отображаемая группа) выберите группу для этого параметра.
4. Если поля **Minimum Value** (Минимальное значение) и **Maximum Value** (Максимальное значение) не затемнены, вы можете ввести эти значения (допустимые типы: целочисленные и с плавающей точкой). Если они затемнены, это значит, что они назначены автоматически на основе пользовательского модуля KULT. Если вам нужно изменить эти значения, необходимо изменить их в KULT.

5. Установите **Default Value** (Значение по умолчанию). Существующее значение берется из KULT, но вы можете изменить его здесь по мере необходимости.
6. Установите **Displayed Units** (Отображаемые единицы). Это единицы измерения для значения. Обратите внимание, что преобразования не производятся, поэтому здесь должны быть те же единицы, что и в применяемой команде.
7. Введите **Displayed Tooltips** (Отображаемые подсказки). Это информация, которая отображается, когда пользователь наводит курсор на поле или долго удерживает нажатие на поле с помощью сенсорного экрана. Не используйте в этом поле нетекстовые символы, такие как перевод строки или возврат каретки. Используйте стандартные символы (a-z, A-Z, 0-9 и пробел), но не специальные символы. Делайте всплывающие подсказки короткими, используйте простое настоящее время (simple present), используйте ясный и последовательный язык и проверяйте орфографию.

На рисунке ниже показан пример диалогового окна UTM UI Parameter Configuration (Конфигурация параметров UI ПТМ). Параметры, которые вы можете настроить, зависят от того, какая вкладка была использована для входа в диалоговое окно конфигурации параметров. Если доступ к диалоговому окну конфигурации осуществляется с вкладки All (Все), в соответствующем меню будут доступны все имена параметров; если доступ осуществляется с вкладки группы, доступны будут только имена параметров, доступные в этой группе.

Рисунок 22: Конфигурация графического интерфейса для параметра voltsSourceRng (ListBox)

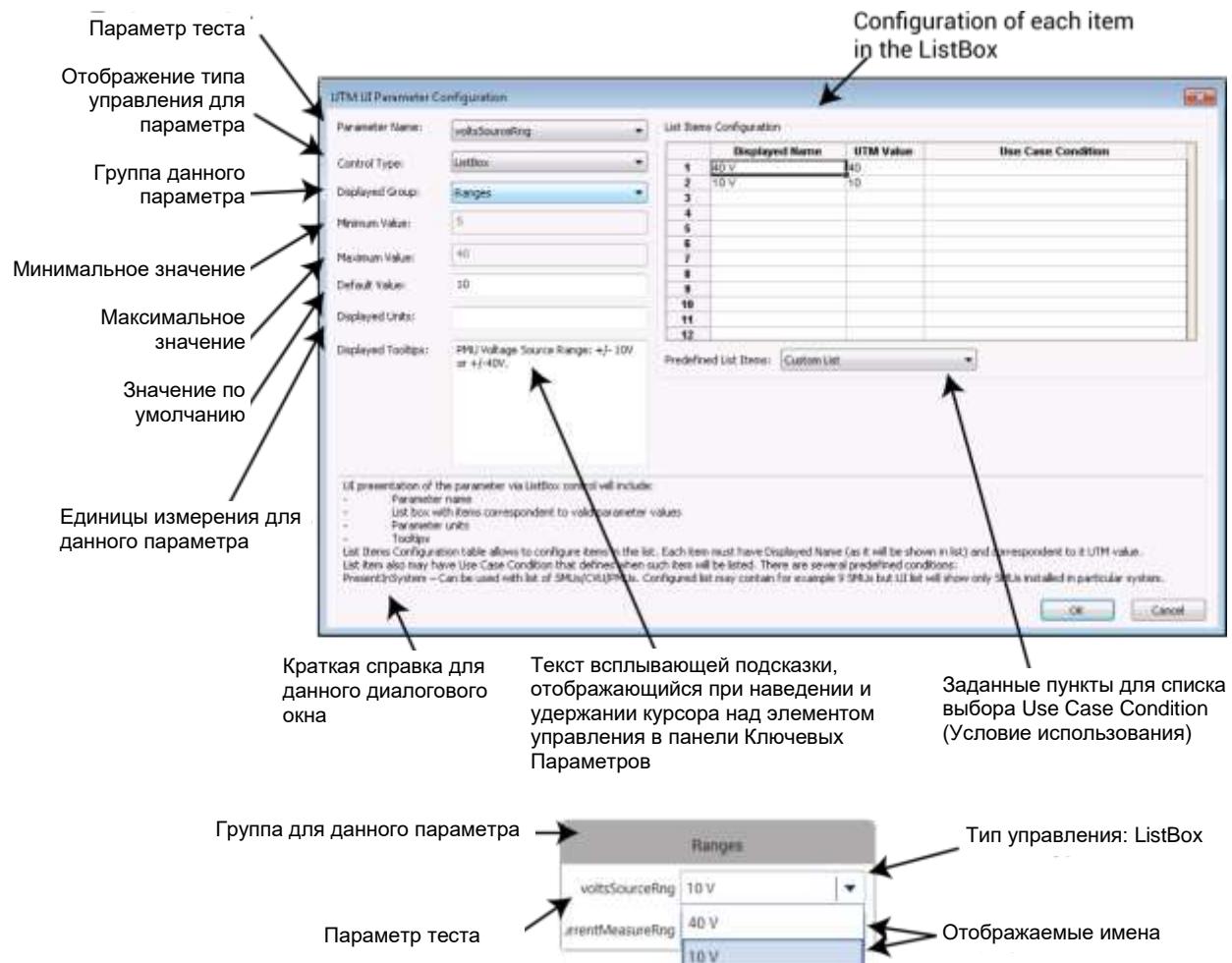
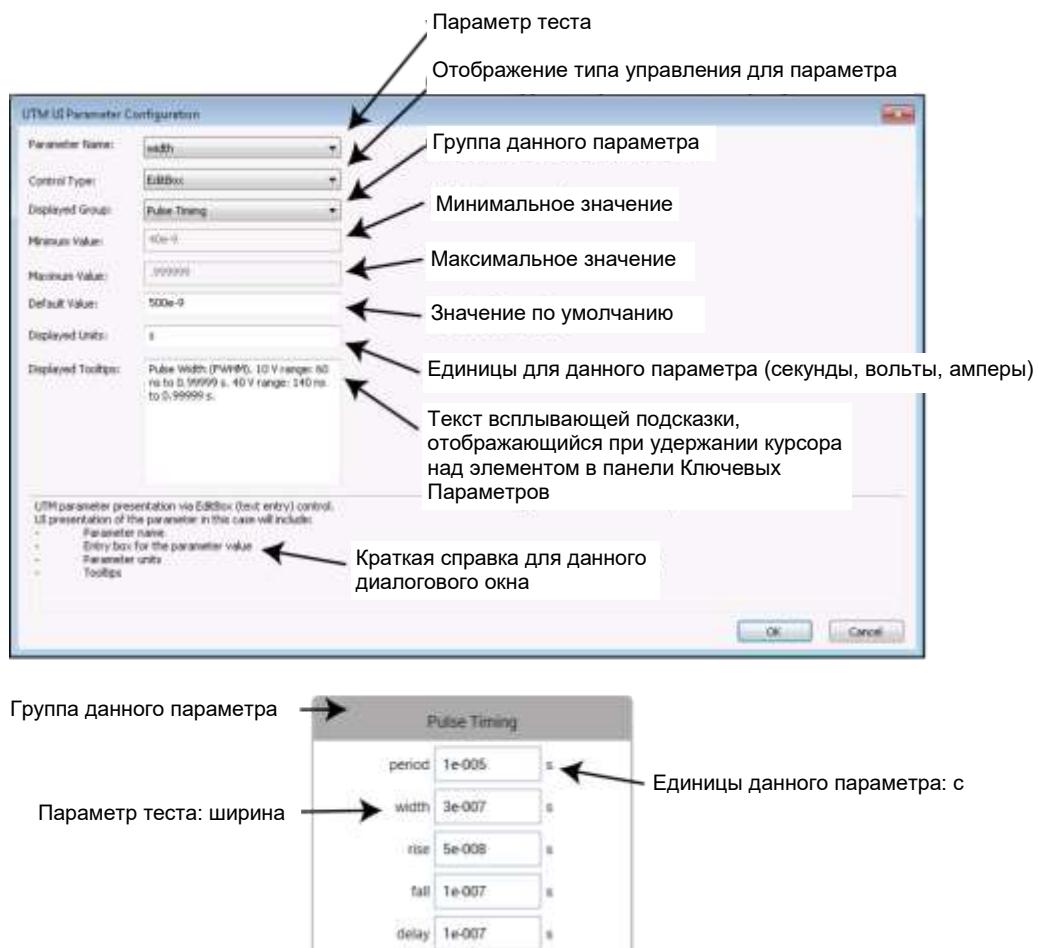


Рисунок 23: Конфигурация графического интерфейса для параметра width (EditBox)

NOTE

Минимальное, максимальное и значение по умолчанию определяются в пользовательском модуле KULT. Чтобы изменить минимальное и максимальное значения, необходимо использовать KULT. Значение по умолчанию можно редактировать в Clarius.

Типы управления

Вы можете установить один из шести различных типов управления для ввода и отображения параметра в панели Key Parameters (Ключевые параметры):

- EditBox
- ListBox
- CheckBox
- OptionBtn
- InputArray
- SegARBCConfig

EditBox

Тип управления EditBox (Редактируемое поле) - это самый простой метод, позволяющий пользователям изменять значение параметра. Вы можете использовать этот тип управления для значений источника (например, напряжения или тока), параметров синхронизации импульсов или любых других параметров, имеющих широкий диапазон непрерывных значений. Этот тип управления можно использовать для всех входов, не являющихся массивами. Он также является типом управления по умолчанию для всех входов, не являющихся массивами в динамически создаваемых UI ПТМ.

Тип управления EditBox показан в разделе [Редактирование атрибутов для тестового параметра](#) (на стр. 2-24).

ListBox

Используйте List Box (поле списка) для указания значений, которые может выбрать пользователь, например, диапазон измерения или источников. Поле списка может содержать от 2 до максимум 12 значений.

Если для параметра выбран тип управления ListBox, необходимо заполнить хотя бы одну строку конфигурации List Items (Пункты списка).

В качестве Displayed Name (Отображаемого имени) выберите такое, которое кратко объясняет или представляет значение ПТМ. Создавайте короткие отображаемые имена (лучше всего одно или два слова).

Если пользовательский модуль включает в себя значение по умолчанию для этого параметра, поле Default Value (Значение по умолчанию) будет заполнено. Однако, вы можете изменить его с помощью этого диалогового окна.

Обязательно введите правильные отображаемые единицы, если это применимо. Обратите внимание, что поле Displayed Units (Отображаемые единицы) не влияет на тест или параметры.

Вы можете задать подсказку, чтобы помочь пользователю понять значения параметров. Введите в поле Displayed Tooltip (Отображаемая подсказка) текст с короткой информативной фразой или предложением. При вводе всплывающих подсказок:

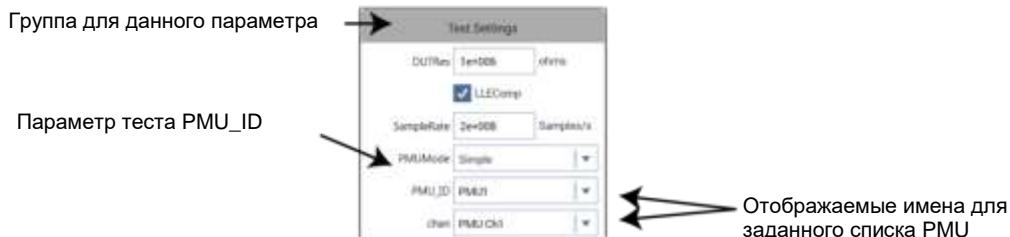
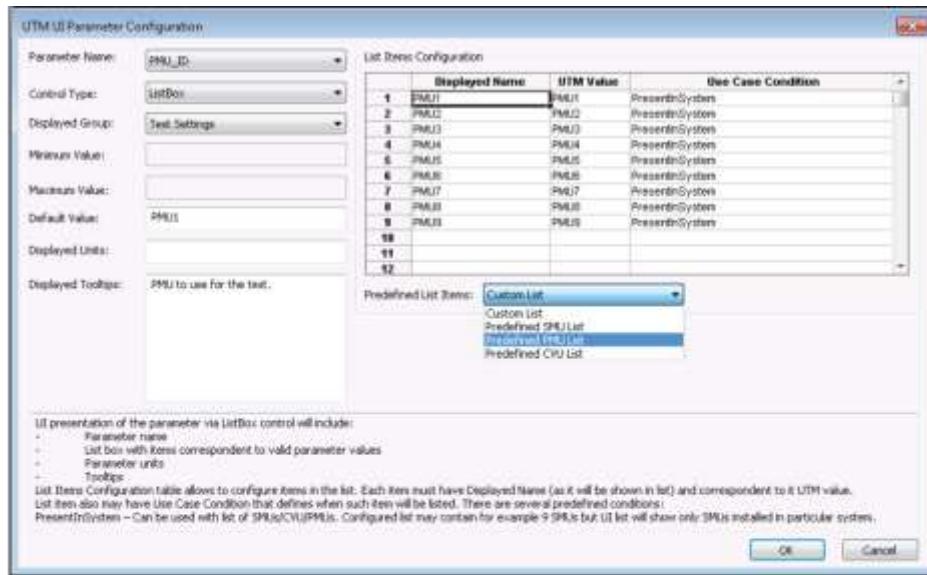
- Избегайте использования нетекстовых символов, таких как перевод строки или возврат каретки.
- Используйте стандартные символы (a-z, A-Z, 0-9 и пробел), но не специальные символы.
- Используйте простое настоящее время (simple present).
- Используйте ясный и последовательный язык.
- Проверьте орфографию. Когда закончите, нажмите **OK**.

Вы можете задать условия, определяющие, когда отображается выбор в поле списка. Если условие Use Case Condition (Условие использования) истинно, отображаемое имя для строки появляется в поле списка.

Перед запуском теста, пользовательский модуль и ПТМ не имеют информации о системе. Поэтому ошибки должны быть сгенерированы путем ручного опроса оборудования, опробования определенных команд и получения статуса ошибки. Условие Use Case Conditions в представлении UI ПТМ содержит информацию о конфигурации системы. Вы можете использовать ее, чтобы помочь пользователю выбрать соответствующие значения параметров. Например, если определенный диапазон тока доступен только при подключении предусилителя 4225-RPM или SMU на выбранном канале, можно добавить логику для разрешения этих условий Use Case.

Существуют предустановленные списки, которые можно выбрать для автоматической проверки наличия того или иного параметра в системе. Например, на рисунке ниже показано поле списка, установленное для списка Предустановленных PMU. PMU отображаются только в том случае, если они доступны в системе.

Рисунок 24: Конфигурация параметров ListBox UI ПТМ для PMU_ID



На этом рисунке показан список PMU_ID в системе с двумя 4225-PMU. Списки SMU, CVU и настраиваемый список также доступны в качестве элементов в списке Predefined List Items (Предустановленные пункты списка).

В дополнение к предустановленным пунктам списка можно создать другие условия, чтобы упростить использование пользовательского модуля или уменьшить вероятность ошибок. Информацию об этих условиях см. в разделе [Ключевые слова и операторы ListBox «Use Case Condition»](#) (на стр. 2-30).

На следующем рисунке показано диалоговое окно Конфигурации Параметров UI ПТМ для параметра currentMeasureRng.

Поле Use Case Condition отображает Отображаемое имя в поле списка при определенных условиях. Выражение, которое вы вводите в это поле, должно иметь на выходе значение True (Истина) или False (Ложь). Если поле пустое, условие оценивается как True. Другими словами, это поле оценивается как:

ЕСЛИ условие Use Case Condition = True, ТО показать Отображаемое имя в поле списка.

Например, на рисунке ниже условие Use Case Condition в первой строке означает: «Если параметр voltsSourceRng равен 40, то отобразить 800 мА» в списке. Это эффективно позволяет отобразить и выбрать диапазон тока 800 мА, если диапазон напряжения установлен на 40 В.

Обратите внимание на сложность условий использования currentMeasureRng для нижних диапазонов тока. Эти условия использования учитывают три различных набора диапазонов измерения тока, которые зависят от выбранного диапазона напряжения (10 В или 40 В) и наличия прибора 4225-RPM (который добавляет нижние диапазоны измерения тока к диапазону 10 В). Для этого параметра содержимое поля списка описано ниже. Раздел [Ключевые слова и операторы ListBox «Use Case Condition»](#) (на стр. 2-30) перечисляет ключевые слова и операторы, доступные для использования в поле Use Case Condition.

Рисунок 25: Конфигурация параметров ListBox UI ПТМ для currentMeasureRng

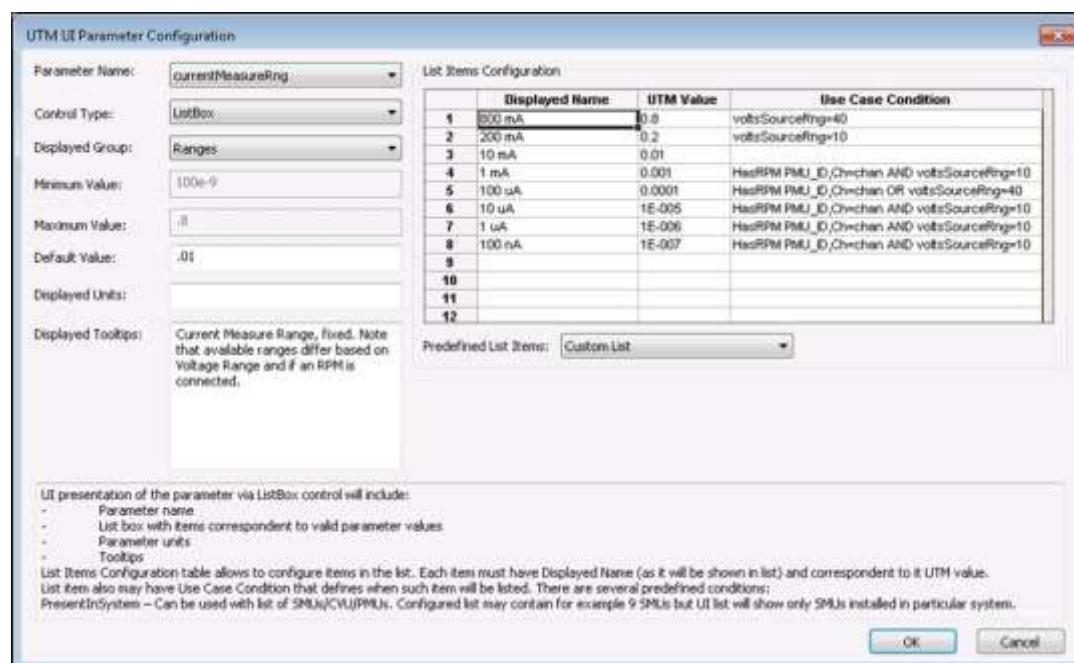
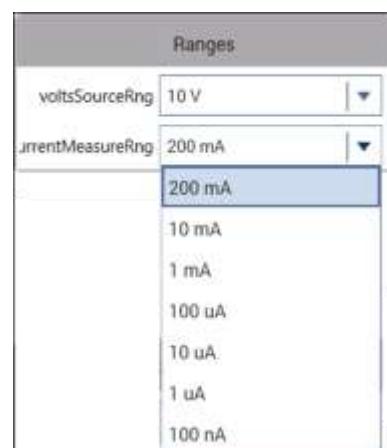


Рисунок 26: Поле списка currentMeasureRng при подключенном RPM



	Отображаемое имя	Значение ПТМ	Условие Use Case	Комментарий
1	800 мА	0,8	voltsSourceRng=40	Отображает это имя, когда выбранный диапазон напряжения = 40 В; диапазон 40 В имеет диапазоны измерения тока 800 мА, 10 мА и 100 мкА.
2	200 мА	0,2	voltsSourceRng=10	Отображает это имя, когда выбранный диапазон напряжения = 10 В
3	10 мА	0,01		Всегда отображается, так как 10 В, 40 В и RPM включают в себя диапазон измерения 10 мА
4	1 мА	0,001	HasRPM PMU_ID, Ch=chan AND voltsSourceRng=10	Отображает это имя только тогда, когда диапазон напряжения равен 10 В и на выбранном канале есть RPM (переменная name = chan)
5	100 мкА	0,0001	HasRPM PMU_ID, Ch=chan OR voltsSourceRng=40	Отображает это имя в 2 случаях: если есть RPM или если диапазон напряжения равен 40 В. Диапазон 40 В имеет диапазоны измерения тока 800 мА, 10 мА и 100 мкА
6	10 мкА	1E-005	HasRPM PMU_ID, Ch=chan AND voltsSourceRng=10	Отображает это имя только тогда, когда диапазон напряжения равен 10 В и на выбранном канале есть RPM (переменная name = chan)
7	1 мкА	1E-006	HasRPM PMU_ID, Ch=chan AND voltsSourceRng=10	Отображает это имя только тогда, когда диапазон напряжения равен 10 В и на выбранном канале есть RPM (переменная name = chan)
8	100 нА	1E-007	HasRPM PMU_ID, Ch=chan AND voltsSourceRng=10	Отображает это имя, только если диапазон напряжения составляет 10 В и на выбранном канале есть RPM оборотов (имя переменной = chan).

Ключевые слова и операторы ListBox «Use Case Condition»

Ключевое слово или оператор	Пояснение	Комментарий
PresentInSystem	Используется для прибора 4200A-SCS: SMU, CVU, PMU, PGU	Это условие должно быть единственным в поле Use Case Condition. Его нельзя комбинировать с другими условиями или операторами, перечисленными ниже.
HasPA <i>smuid</i>	Истинно, если предусилитель SMU подключен к <i>smuid</i>	Обратите внимание, что <i>smuid</i> может быть константой, «SMU1», или именем параметра.
HasRPM <i>pmuid</i> , Ch= <i>chanid</i>	Истинно, если RPM подключен к <i>chanid</i> от <i>pmuid</i> .	И <i>pmuid</i> , и <i>chanid</i> могут быть константами (PMU1, 1) или именами параметров (PMU_ID, chan). Соблюдайте интервалы, как показано на рисунке.
AND, OR	Логические операторы	Разделяйте условия пробелом до и после каждого оператора. Не более двух операторов в каждой строке.
=, !=, <, >, >=, <=	Операторы сравнения	Могут сравнивать константы или значения параметров. Если аргумент справа от оператора является параметром, он должен быть заключен в фигурные скобки {}. Пример 1: VrangeCh1 = 10 Пример 2: VrangeCh1 = {VrangeCh2}

Элемент управления CheckBox

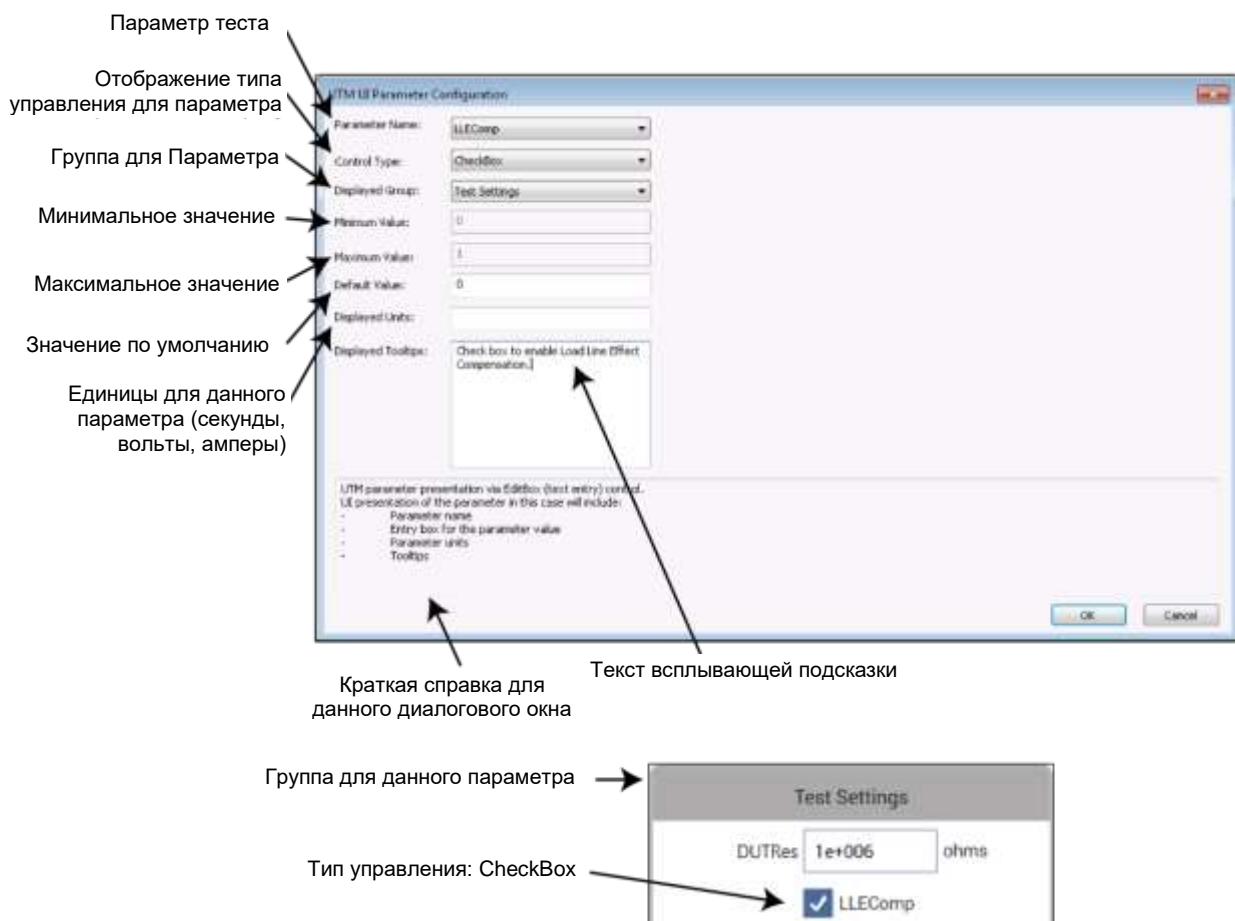
Используйте элемент управления CheckBox (Флажок) для параметров, которые имеют ровно два значения или состояния. Этот элемент управления возвращает ноль (0), чтобы указать, что флажок не выбран, или единицу (1), чтобы указать, что он выбран.

Например, параметр LLEComp из пользовательского модуля PMU_1Chan_Waveform_Example имеет два состояния: Disabled (Отключено) и Enabled (Включено). Эти значения относятся к состоянию компенсации LLEC и используются в команде LPT pulse_meas_wfm.

Укажите или измените Default Value (значение по умолчанию) и снабдите всплывающей подсказкой с поясняющим текстом. Фактическое имя параметра используется в качестве метки, поэтому обязательно обеспечьте всплывающую подсказку, которая поможет объяснить данный флажок. Всплывающие подсказки будут доступны при наведении курсора на поле или длительном нажатии на флажок на сенсорном экране.

При необходимости, вы также можете указать единицу измерения в поле Displayed Units (Отображаемые единицы) для справки программисту UI ПТМ. После завершения нажмите **OK**, чтобы выйти из этого диалогового окна.

Рисунок 27: Конфигурация параметром CheckBox UI ПТМ



NOTE

Минимальное, максимальное и значение по умолчанию определяются в пользовательском модуле KULT. Чтобы изменить минимальное и максимальное значения, необходимо использовать KULT. Значение по умолчанию можно редактировать в Clarius.

Элемент управления OptionBtn

Используйте элемент управления OptionBtn (Кнопка выбора) для случаев, когда можно выбрать только один элемент группы. Этот элемент управления также полезен для параметра с ограниченным числом значений (от 2 до 4).

NOTE

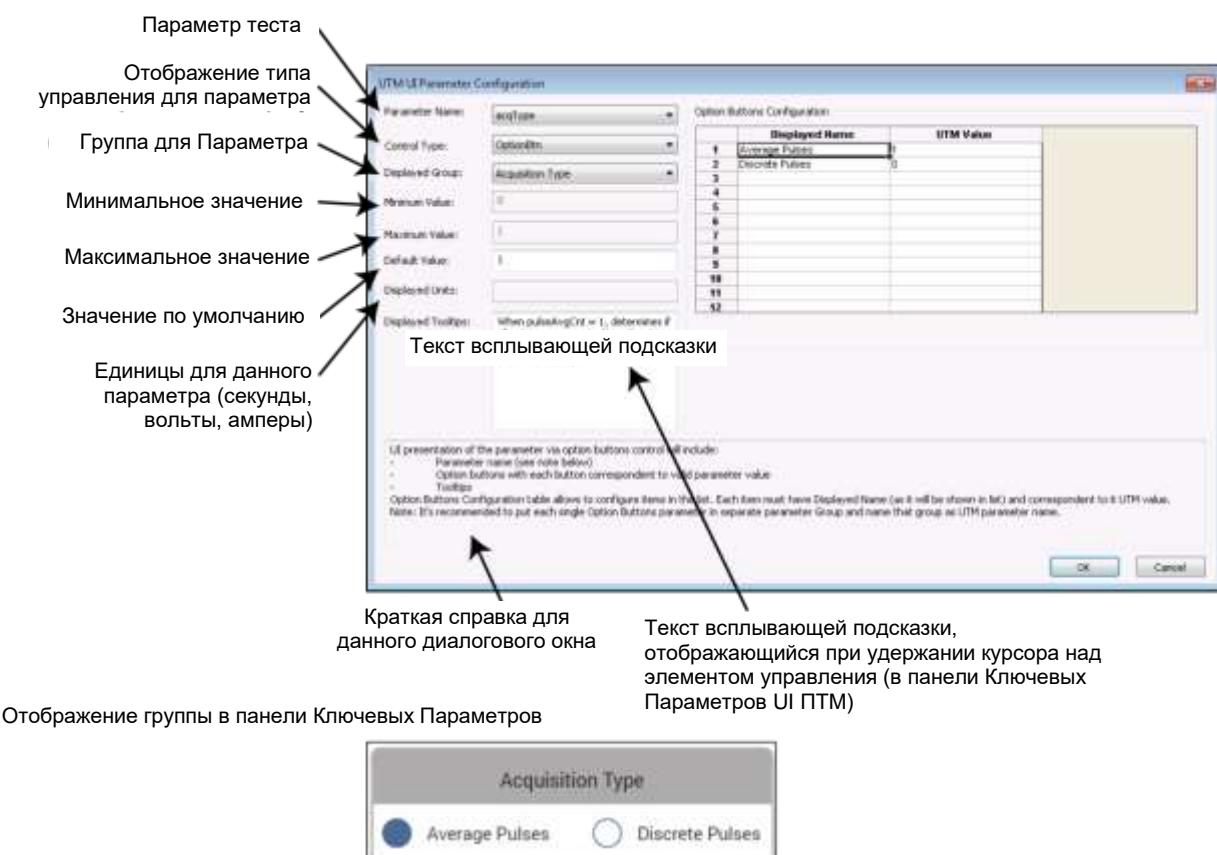
Окна списков занимают меньше места в панели Key Parameters (Ключевые параметры), потому что в них отображается только одно состояние, если в данный момент не выполняется выбор; элемент управления «Кнопка выбора» должен показывать все варианты выбора.

См. пример такого элемента управления в правой нижней части рисунков в разделе [Пример использования редактора](#) (на стр. 2-45) для параметра AcqType (группа Acquisition Type (Тип получения данных) является элементом управления OptionBtn (Кнопка выбора)).

Кнопка выбора позволяет возвращать различные значения для каждого выбора так же, как и поле списка; элемент управления CheckBox (Флажок) возвращает только ноль (0) или единицу (1).

В приведенном примере эти значения соответствуют двум режимам измерения для LPT-команды точечного измерения среднего значения pulse_meas_wfm. Режимы измерения - Discrete (дискретное значение) и Average (среднее значение). Этот параметр определяет, будут ли измерения от нескольких импульсов (заданных параметром pulseAvgCnt) усредняться вместе в одно значение (среднее) или считаться как каждый импульс со своим собственным измерением (дискретное). Для получения дополнительной информации о режимах измерения см. раздел «Измерения колебаний» в *Руководстве пользователя Импульсных плат (PGU и PMU)* для модели 4200A-SCS.

Рисунок 28: Диалоговое окно конфигурации параметров OptionBtn UI ПТМ



NOTE

Минимальное, максимальное и значение по умолчанию определяются в пользовательском модуле KULT. Чтобы изменить минимальное и максимальное значения, необходимо использовать KULT. Значение по умолчанию можно редактировать в Clarius.

Элемент управления InputArray

Используйте элемент управления массивом входных данных (InputArray) для типов ввода «массив» в пользовательских модулях. Настройте типы переменных параметров с помощью вкладки Parameters (Параметры) в KULT.

Для этого типа управления, в примере используется пользовательский модуль vlfcv_measure_sweep_freq, который находится в пользовательской библиотеке VLowFreqCV. При размещении в пользовательском интерфейсе ПТМ, пользователь может выбрать кнопку Enter Values (Ввести значения) и ввести значения массива, как показано на рисунке ниже.

NOTE

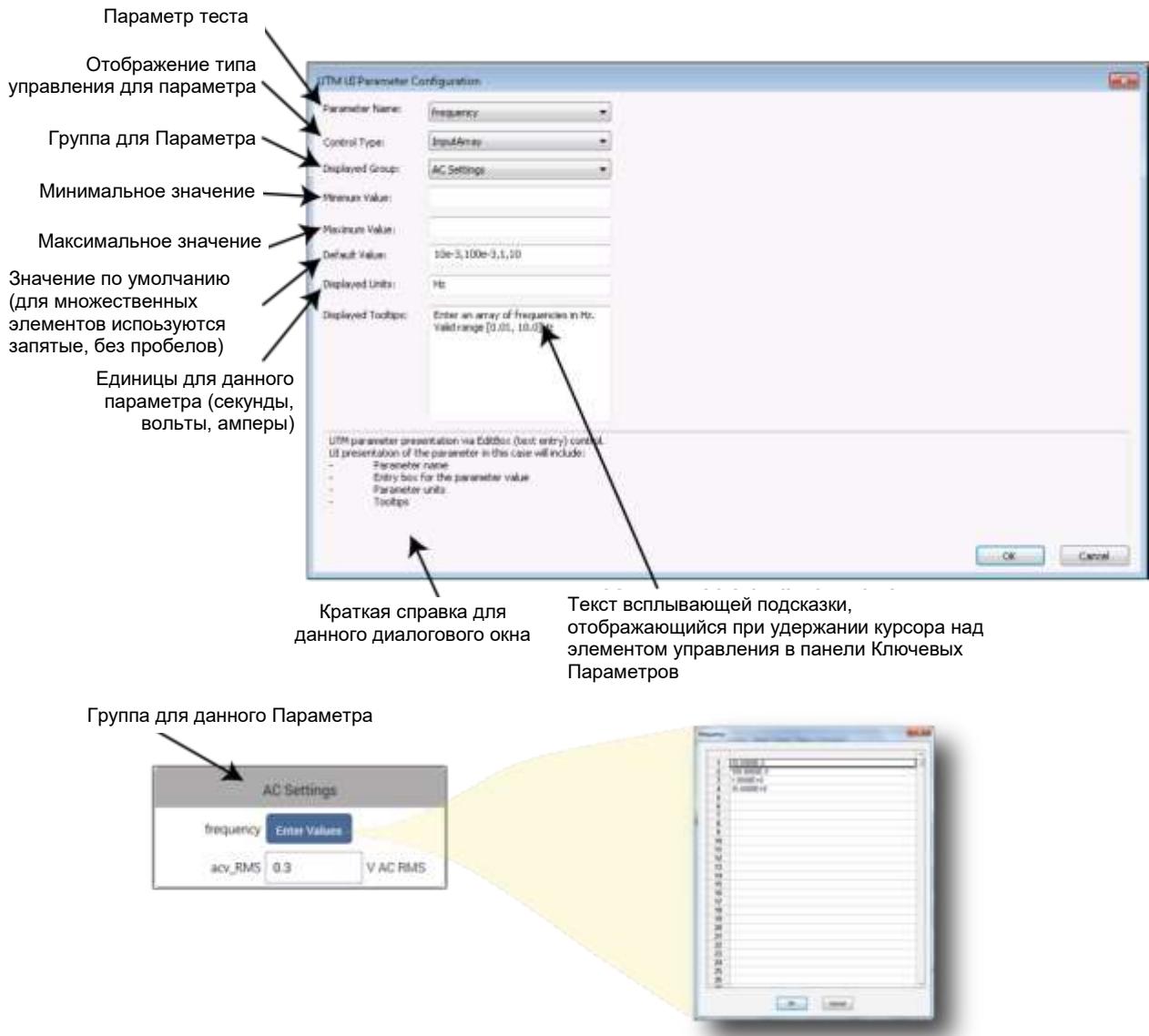
Убедитесь, что значения, которые пользователь вводит в таблицу массива, являются смежными (нет пустых строк в середине заполненных ячеек). Если в таблице имеется одна (или более) пустая строка до конца данных, возникнет ошибка.

Рисунок 29: Ключевые параметры ПТМ - Элемент управления InputArray



Конфигурация элемента управления InputArray, показанного ниже, аналогична окну редактирования. Пользовательский модуль не обеспечивает поддержку минимальных, максимальных или значений по умолчанию для массивов; только пользовательский интерфейс ПТМ предоставляет такую возможность. Минимальное и максимальное значения - это единичные значения, которые обеспечивают границы для каждой записи. Значения по умолчанию - это серия значений для массива. Введите значения по умолчанию для массива, разделенные только запятыми (не используйте пробелы).

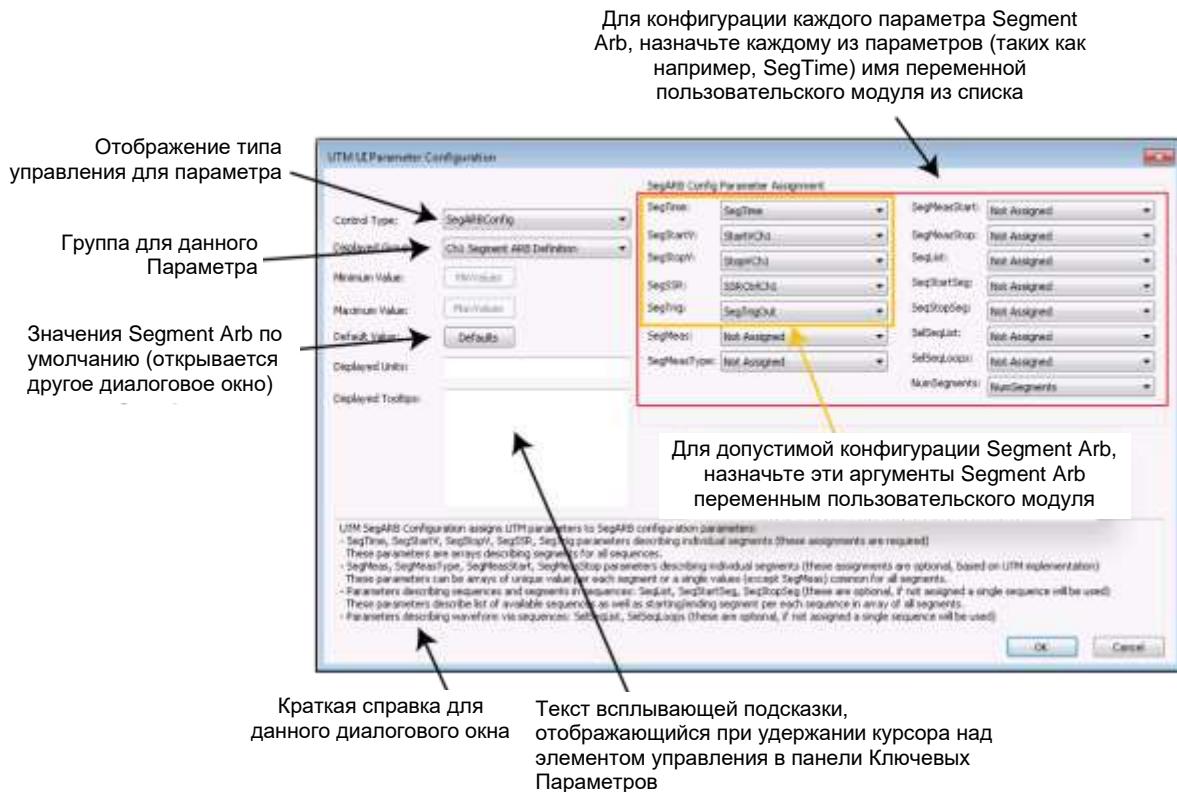
Рисунок 30: Конфигурация параметров InputArray UI ПТМ



SegARBConfig

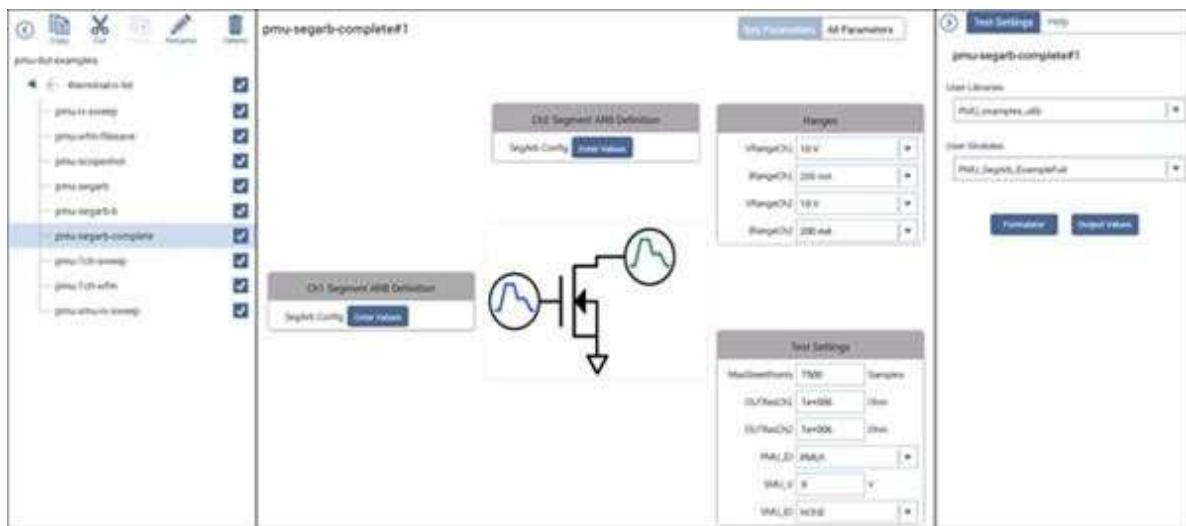
SegARBConfig - это самый сложный тип управления, доступный для пользовательского интерфейса ПТМ. Режим Segment Arb® имеет множество параметров, причем большинство из них находится в массивах. Этот тип управления обеспечивает интерфейс к пользовательским модулям, используя две специальные LPT-команды: `seg_arb_sequence` и `seg_arb_waveform`. Существует два диалоговых окна, которые конфигурируют ключевые параметры пользовательского интерфейса Segment Arb:

- Диалоговое окно конфигурации параметров UI ПТМ, показанное на рисунке ниже. Данное диалоговое окно является основным диалоговым окном, которое используется для настройки элемента управления SegARBConfig.
- Диалоговое окно конфигурации по умолчанию Segment Arb Defaults Configuration, показанное на рисунке «Segment Arb Defaults Configuration» в разделе [Начало работы со стандартными формами сигналов](#) (на стр. 2-41).

Рисунок 31: Диалоговое окно конфигурации параметров UI ПТМ SegARBConfig

Пользовательский модуль PMU_SegArb_ExampleFull

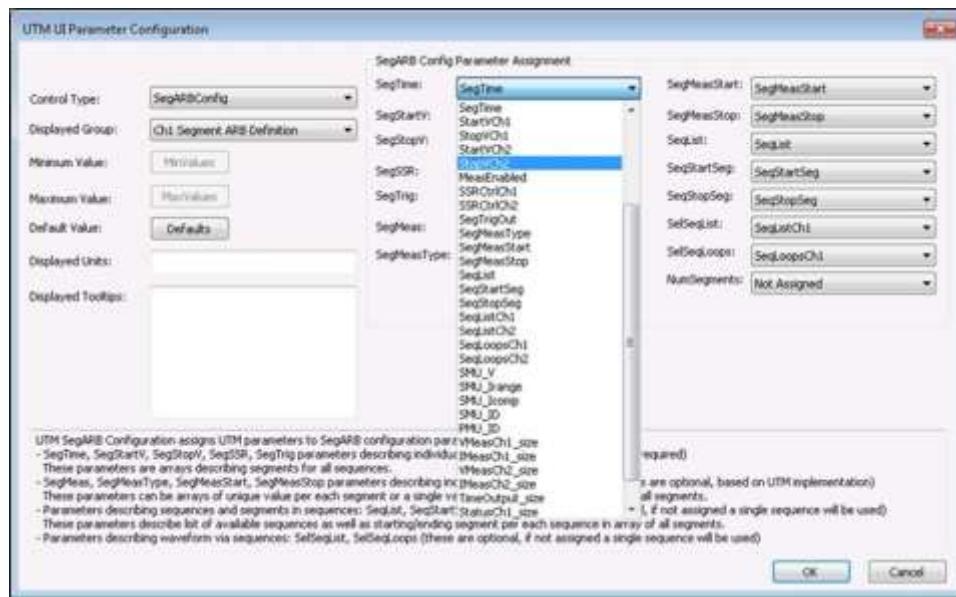
Для примера этого типа управления, использован пользовательский модуль PMU_SegArb_ExampleFull. Этот модуль включен в проект pmu-dut-examples как ПТМ с именем pmu-segarb-complete, как показано ниже. На этом рисунке показан элемент управления конфигурацией Segment Arb как единственный элемент управления в группе. Вы можете добавить другие элементы управления, но в группе может быть только один элемент управления Segment Arb.

Рисунок 32: Панель UTM Configure (Конфигурация ПТМ) для PMU_SegArb_ExampleFull

Множественные параметры SegARBConfig

В дополнение к параметрам, которые настраиваются, как и в других типах управления, таким как отображаемая группа, отображаемые единицы и отображаемый текст подсказки, тип управления SegARBConfig требует назначения множественных параметров. Каждый аргумент Segment Arb требует связывания с соответствующим именем переменной в пользовательском модуле (показано на рисунке в разделе [SegARBConfig](#) (на стр. 2-34) и на рисунке ниже). Кроме того, каждое назначение параметра затрачивает множество параметров (см. [Пользовательский модуль PMU SeqArb ExampleFull](#) (на стр. 2-35)). Это отличает данный тип управления от других. Например, элемент управления InputArray имеет один параметр в своем диалоговом окне конфигурации параметров.

Рисунок 33: Конфигурация параметров SegARBCConfig с перечислением переменных



Параметры управления SegARBConfig

В следующих таблицах перечислены все параметры управления SegARBConfig. В таблицах, каждый параметр показан в сопоставлении со своим целевым параметром. Функциональность Segment Arb представлена в основном двумя LPT-командами: `seg_arb_sequencea` и `seg_arb_waveform`. Кроме того, несколько параметров являются уникальными для элемента управления SegARBConfig.

За исключением параметра NumSegments, параметры конфигурации SegARB Config являются массивами. SegMeasType, MeasStart и MeasStop могут быть установлены либо как одно значение (целое или с плавающей точкой, в зависимости от параметра), либо как массив. Если параметр настроен как ввод одного значения пользовательским модулем, то пользовательский интерфейс ПТМ отображает его в виде поля списка (ListBox). Необходимо связать каждый параметр Segment Arb с соответствующими переменными в пользовательском модуле. В противном случае возникнет ошибка.

Остальные параметры являются необязательными и зависят от реализации режима Segment Arb в конкретном пользовательском модуле. Необязательные параметры означают, что пользователь теста не обязан их указывать. Эти параметры все равно должны быть установлены в пользовательском модуле для создания правильной формы сигнала Segment Arb.

Имена параметров SegARBConfig, сопоставленные с LPT-функцией seg_arb_sequence

Имя параметра	Имя переменной в функции	Тип	Требуется в SegARBConfig?	Описание
SegTime	Time	Массив значений с плавающей точкой	Да	Длительность для каждого сегмента
SegStartV	StartV	Массив значений с плавающей точкой	Да	Напряжение в начале сегмента
SegStopV	StopV	Двойной массив	Да	Напряжение в конце сегмента
SegSSR	SSR	Целочисленный массив	Да	Контроль твердотельного реле, на каждый сегмент
SegTrig	Trig	Целочисленный массив	Да	Выходное состояние триггера, на каждый сегмент
SegMeasType	MeasType	Целочислен. массив или целочисленная переменная ¹	Нет	Тип измерения: Нет, точечное среднее, либо форма импульса
SegMeasStart	MeasStart	Массив с плавающей точкой или Переменная с плавающей точкой ¹	Нет	Точка начала для окна измерений, для каждого сегмента; от 0 до 1 (100%)
SegMeasStop	MeasStop	Массив с плавающей точкой или Переменная с плавающей точкой ¹	Нет	Точка окончания для окна измерений, для каждого сегмента; от 0 до 1 (100%)
NumSegments	NumSegments	Целочисленное значение	Нет	Количество сегментов в последовательности

¹ Если вместо массива используется единичное значение, элемент контроля SegARBConfig автоматически присваивает это значение каждому сегменту.

Целевые значения параметров, сопоставленные с LPT-функцией seg_arb_waveform

Имя параметра	Имя переменной в функции	Тип	Требуется в SegARBConfig?	Описание
SelSeqList	Seq	Целочисленный массив	Нет	Список последовательностей, определяющих форму сигнала Seg-Arb
SelSeqLoops	SeqLoopCount	Целочисленный массив	Нет	Массив значений циклов для каждой последовательности в форме сигнала Seg-Arb

Имена параметров SegARBConfig, уникальные для функции SegARBConfig

Имя параметра	Имя переменной в функции	Тип	Требуется в SegARBConfig?	Описание
SegMeas	SegMeas	Целочисленный массив	Нет	Измерение активно ¹
SeqList	SeqList	Целочисленный массив	Нет	Список определенных последовательностей в SegARBConfig
SeqStartSeg	SeqStartSeg	Целочисленный массив	Нет	Значение массива в начале сегмента в SegARBConfig
SeqStopSeg	SeqStopSeg	Целочисленный массив	Нет	Значение массива в конце сегмента в SegARBConfig

¹ Параметр SegMeas включает или выключает измерение для каждого сегмента и не зависит от параметра SegMeasType (на основе реализации в пользовательском модуле).

Тесты с несколькими последовательностями

Три параметра, хотя и не требуются для управления SegARBConfig, необходимы для тестов с несколькими последовательностями. Это параметры SeqList, SeqStartSeg и SeqStopSeq. Они используются как элементом управления SegARBConfig, так и пользовательским модулем для определения множества последовательностей с помощью функции `seg_arb_sequence` и формы сигнала нескольких последовательностей с помощью функции `seg_arb_waveform`. Эти параметры последовательностей позволяют хранить данные каждой последовательности в едином массиве для каждого параметра.

Массив StartVCh1 в пользовательском модуле `PMU_SegArb_ExampleFull` иллюстрирует использование массивов с тремя параметрами. Предположим, в массиве есть две последовательности: последовательность один с девятью сегментами и последовательность два с семью сегментами. Для первой последовательности, значение для SeqStartSeg равно 1, а для SeqStopSeq - равно 9. Для второй последовательности, значение SeqStartSeg равно 10, а SeqStopSeq - 16 (см. ниже «SegARBConfig: использование SeqList, SeqStartSeg и SeqStopSeq для сохранения последовательности»). Такая схема применяется ко всем параметрам массива в `seg_arb_sequence`. Затем она используется кодом в `PMU_SegArb_ExampleFull` для определения каждой последовательности путем использования индексов для передачи соответствующих значений для каждого массива в каждой последовательности. Код в этом пользовательском модуле проходит по строкам, показанным слева в «SegARBConfig: использование SeqList, SeqStartSeg и SeqStopSeq для сохранения последовательности» ниже, определяя каждую последовательность вызовом `seg_arb_sequence`.

NOTE

Убедитесь, что все значения в таблицах массива Segment Arb являются смежными (нет пустых строк между заполненными ячейками). Если в таблице имеется одна (или более) пустая строка до конца данных, возникнет ошибка.

Рисунок 34: Конфигурация UI ПТМ Segment Arb для канала 1

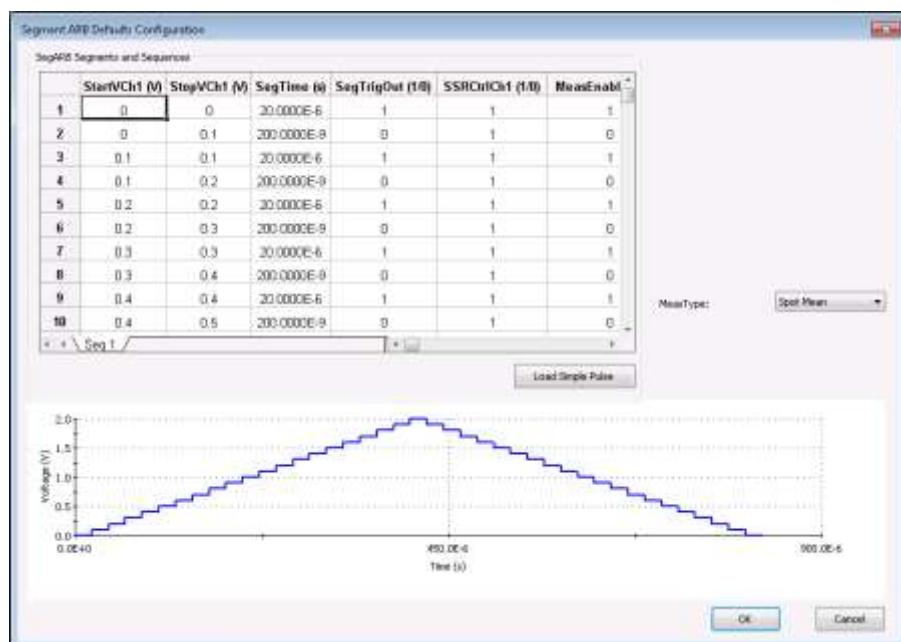
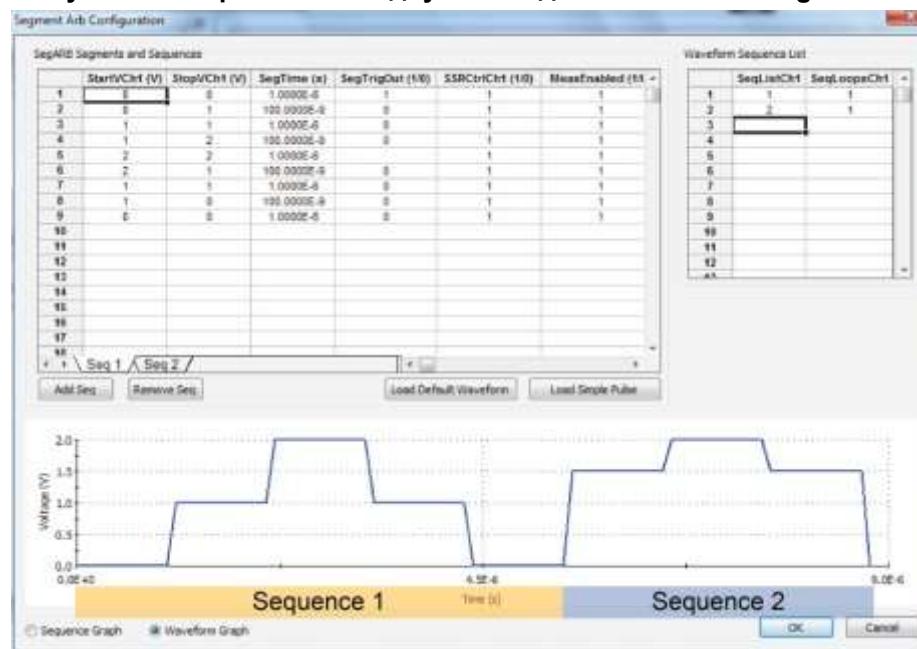


Рисунок 35: Форма сигнала двух последовательностей Segment Arb**Рисунок 36: SegARBConfig: использование SeqList, SeqStartSeg и SeqStopSeq для сохранения последовательности**

В этом примере для пользовательского модуля PMU_SegArb_ExampleFull, несколько параметров являются общими для двух каналов в teste:

- SegTime (SegTime)
- SegTrig (SegTrigOut)
- SegMeas (MeasEnabled)
- SegMeasType (MeasType)
- SegMeasStart (SegMeasStart)
- SegMeasStop (SegMeasStop)
- SeqList (SeqList)
- SeqStartSeg (SeqStartSeg)
- SeqStopSeg (SeqStopSeg)

Назначение SegARBConfig для группы

Как и другие Типы Управления, чтобы появиться в панели ключевых параметров ПТМ, SegARBConfig должен быть назначен для группы. Если пользовательский модуль имеет более одного канала сигналов Segment Arb®, поместите элемент управления SegARBConfig для каждого канала в отдельную группу. Выберите, какой канал конфигурируется, выбрав имя конкретной переменной.

На рисунках ниже показаны настройки SegARBConfig для канала 1 и канала 2 пользовательского модуля. В данном примере, выбор переменной с именем StartVCH1 конфигурирует SegStartV для канала 1, а выбор переменной с именем StartVCH2 конфигурирует SegStartV для канала 2.

Обязательно выберите соответствующие переменные для назначения параметров SegARBConfig для каждого канала. В противном случае, может возникнуть непредсказуемое поведение теста. Хотя команда `seg_arb_sequence` поддерживает максимум 512 определений последовательностей для каждого канала, элемент управления SegARBConfig поддерживает только 64 уникальные последовательности для каждого канала. Для определения формы сигнала Segment Arb, элемент управления SegARBConfig поддерживает все 512 последовательностей в списке последовательностей (SelSeqList) (см. `seg_arb_waveform`).

Рисунок 37: Конфигурация параметров SegARBConfig канала 1

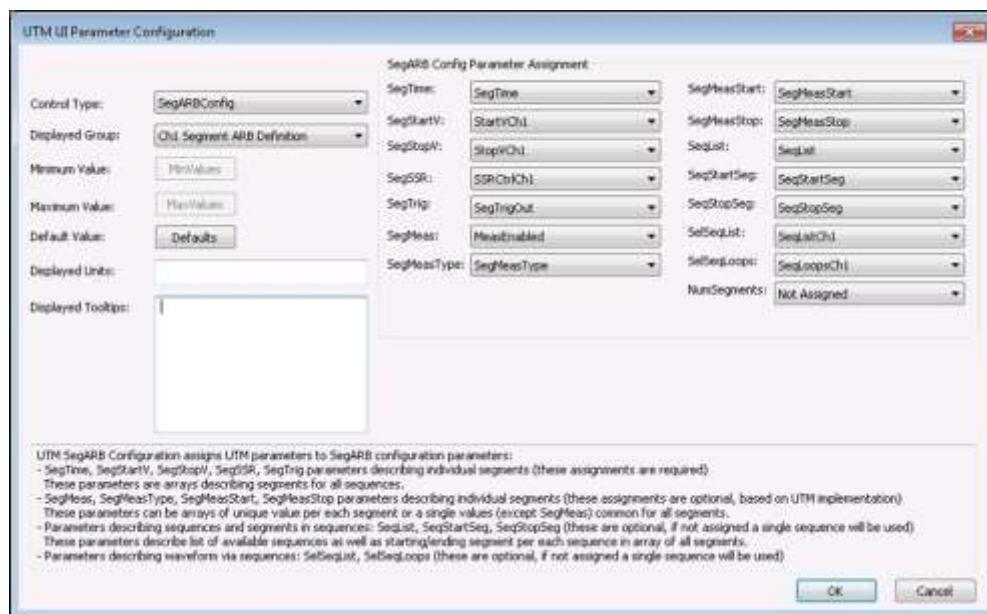
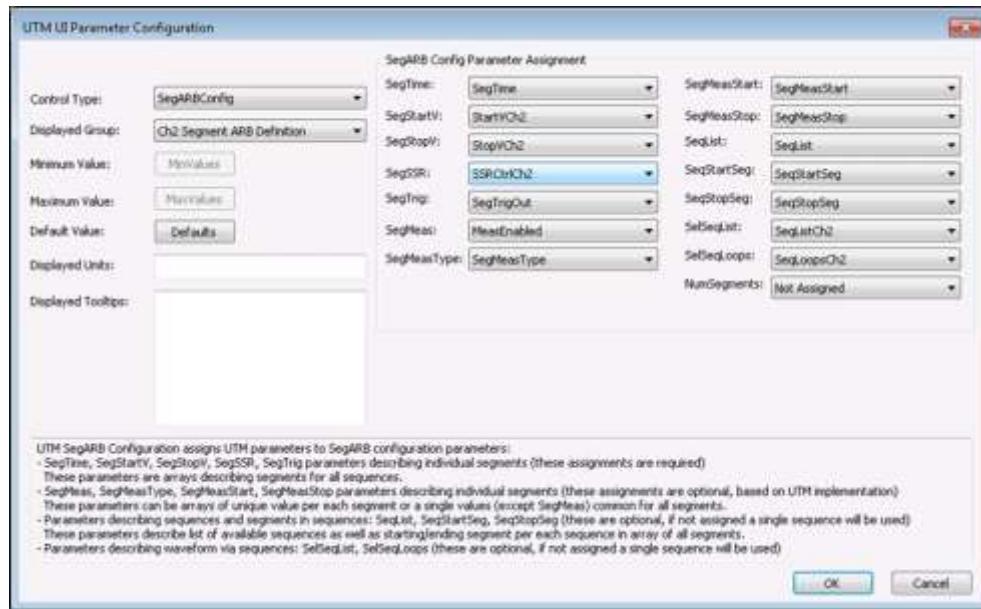


Рисунок 38: Конфигурация параметров SegARBConfig канала 2



Запуск с формами сигналов по умолчанию

Диалоговое окно SegARBConfig может предоставлять формы сигналов по умолчанию. Выберите кнопку **Defaults** (По умолчанию), показанную на рисунке «Конфигурация параметров SegARBConfig канала 2» в разделе [Назначение SegARBConfig для группы](#) (на стр. 2-40).

Вы можете использовать созданные значения по умолчанию для начала работы с новым ПТМ без необходимости ввода каких-либо значений параметров. На рисунке «Конфигурация значений по умолчанию для Segment Arb» ниже показано созданное пустое диалоговое окно Segment Arb Default. Чтобы получить базовую форму сигнала по умолчанию, выберите кнопку **Load Simple Pulse** (Загрузить простой сигнал). В результате получится четырехсегментный сигнал, показанный на рисунке «Редактор UI ПТМ: Конфигурация значений по умолчанию для Segment Arb (после нажатия Load Simple Pulse)» ниже.

NOTE

Напряжение в конце сегмента должно быть равно напряжению в начале следующего сегмента.

Рисунок 39: Конфигурация значений по умолчанию для Segment Arb

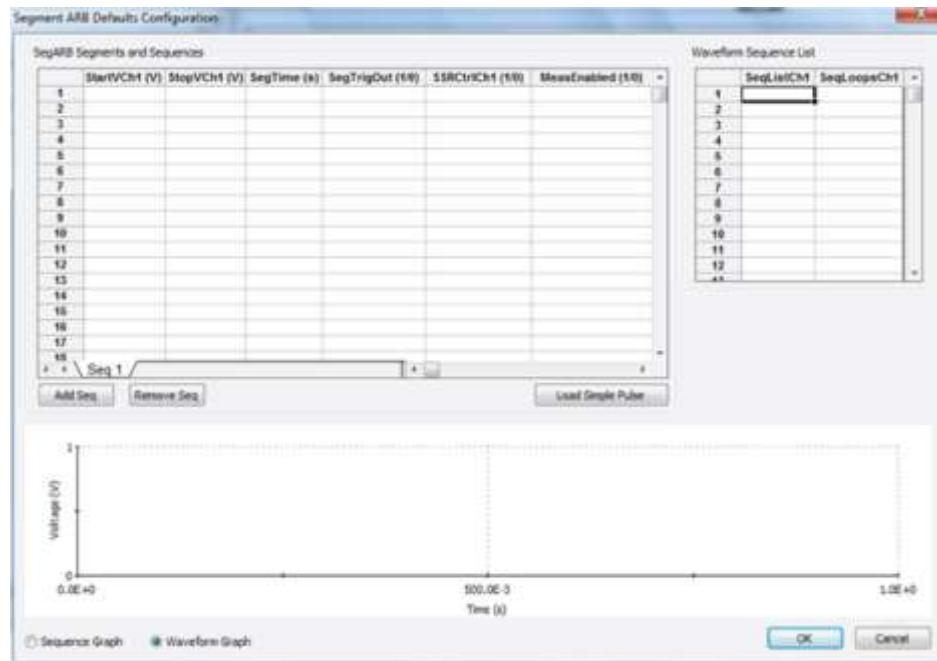
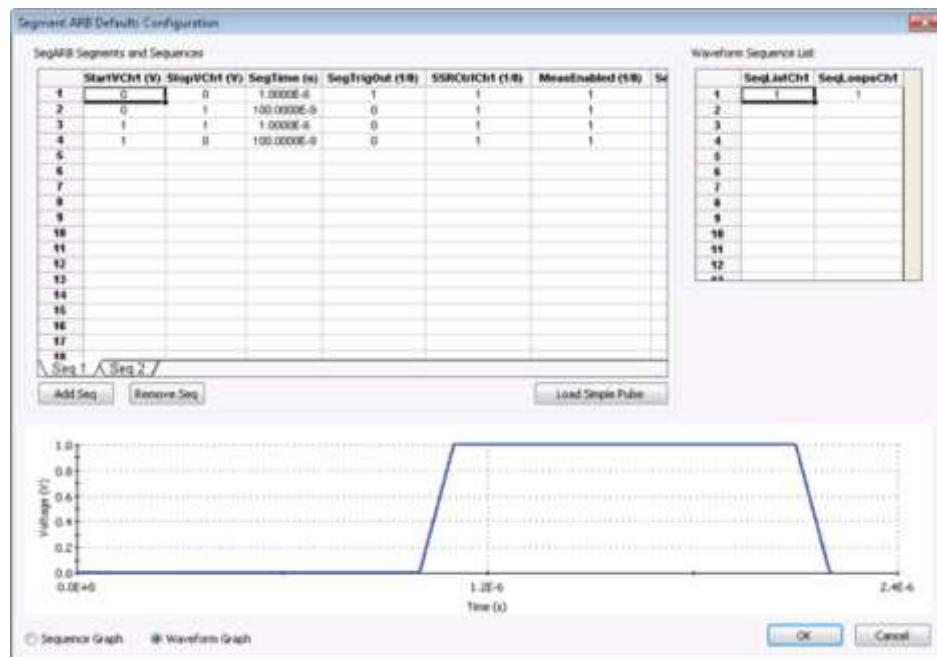


Рисунок 40: Редактор UI ПТМ: Конфигурация значений по умолчанию для Segment Arb (после нажатия Load Simple Pulse)



Значения по умолчанию для данного примера

На следующих рисунках показаны значения по умолчанию для этого примера пользовательского модуля PMU_SegArb_ExampleFull. При создании форм сигналов по умолчанию, протестируйте их, чтобы убедиться, что они работают правильно и обеспечивают требуемые формы сигналов.

Рисунок 41: Редактор UI ПТМ: Конфигурация значений по умолчанию для Segment Arb, для канала 1

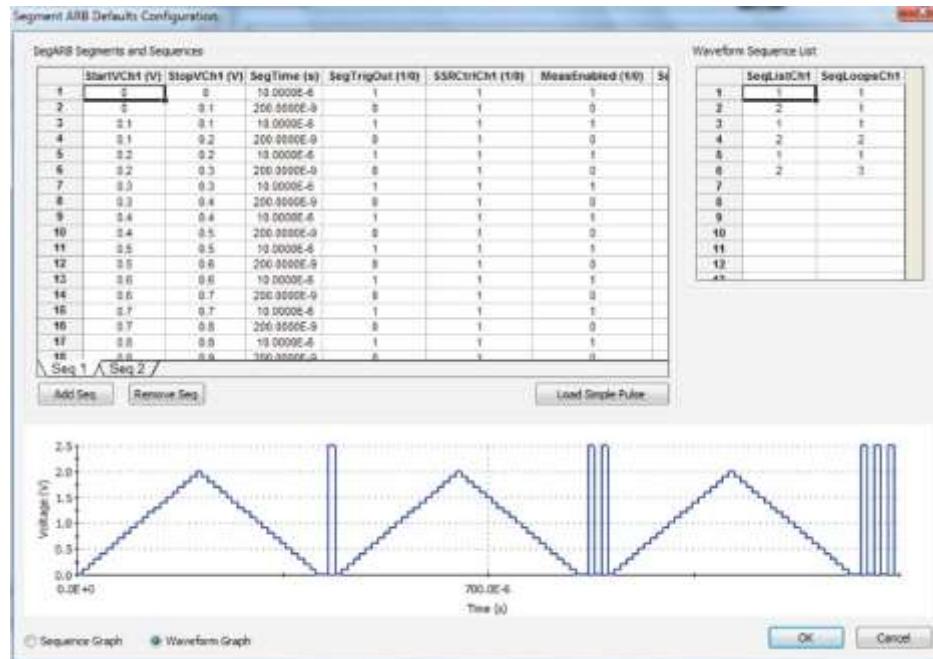
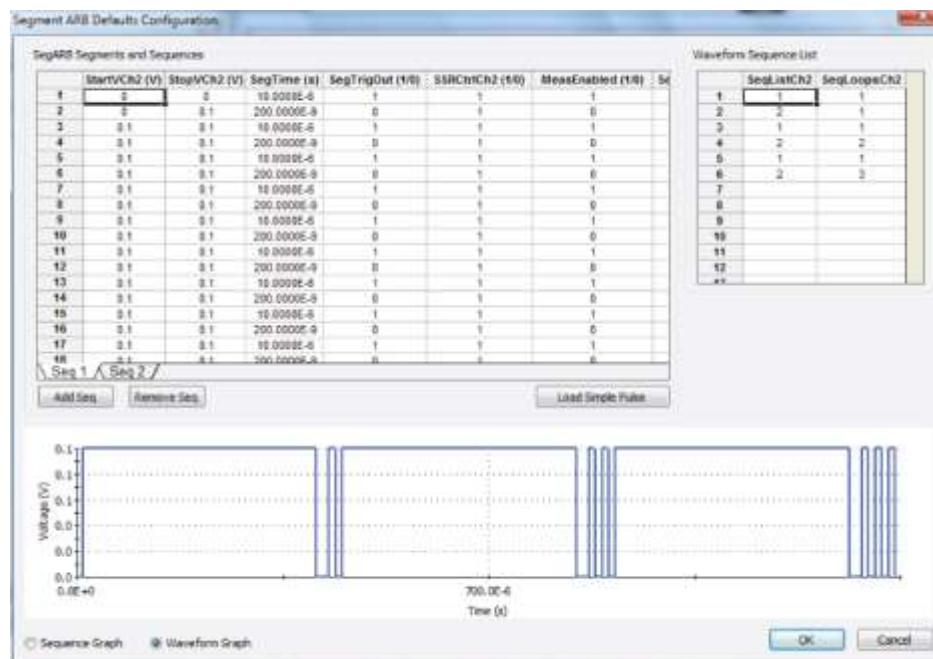


Рисунок 42: Редактор UI ПТМ: Конфигурация значений по умолчанию для Segment Arb, для канала 2



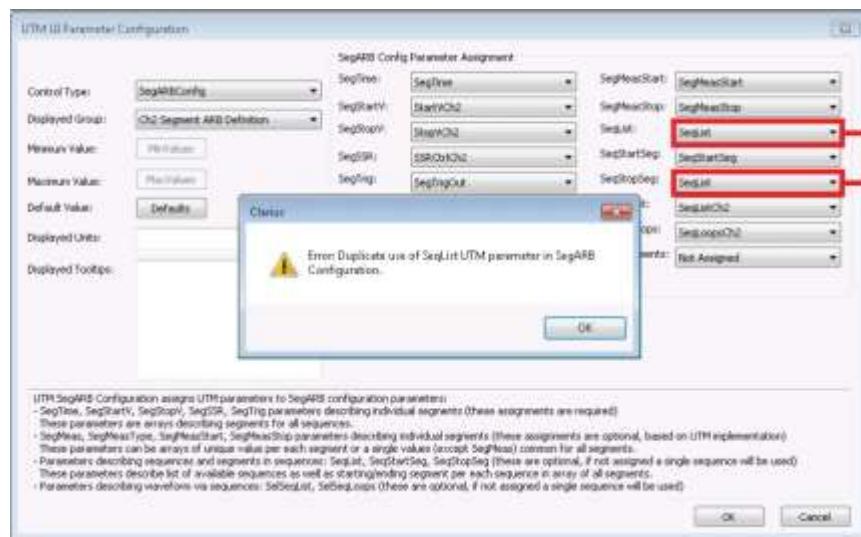
Проверка ошибок

Будьте внимательны при конфигурировании элемента управления SegARBConfig путем назначения параметров пользовательского модуля именам параметров SegARBConfig. Для минимизации ошибок, выполняются определенные проверки (исправьте любые ошибки до того, как конфигурация будет принята). Поскольку невозможно отловить все потенциальные пропущенные назначения параметров, правильная конфигурация зависит от выбора правильных параметров, как показано на рисунках в разделе [Назначение SegARBConfig для группы](#) (на стр. 2-40).

Например, конфигурация проверяет наличие дубликатов параметров, заданных для одного канала.

На следующем рисунке показана ошибка: использование параметра SeqListCh1 (в красных прямоугольниках) дважды при назначении параметров.

Рисунок 43: Ошибка в результате двойного использования параметра



Завершение изменений

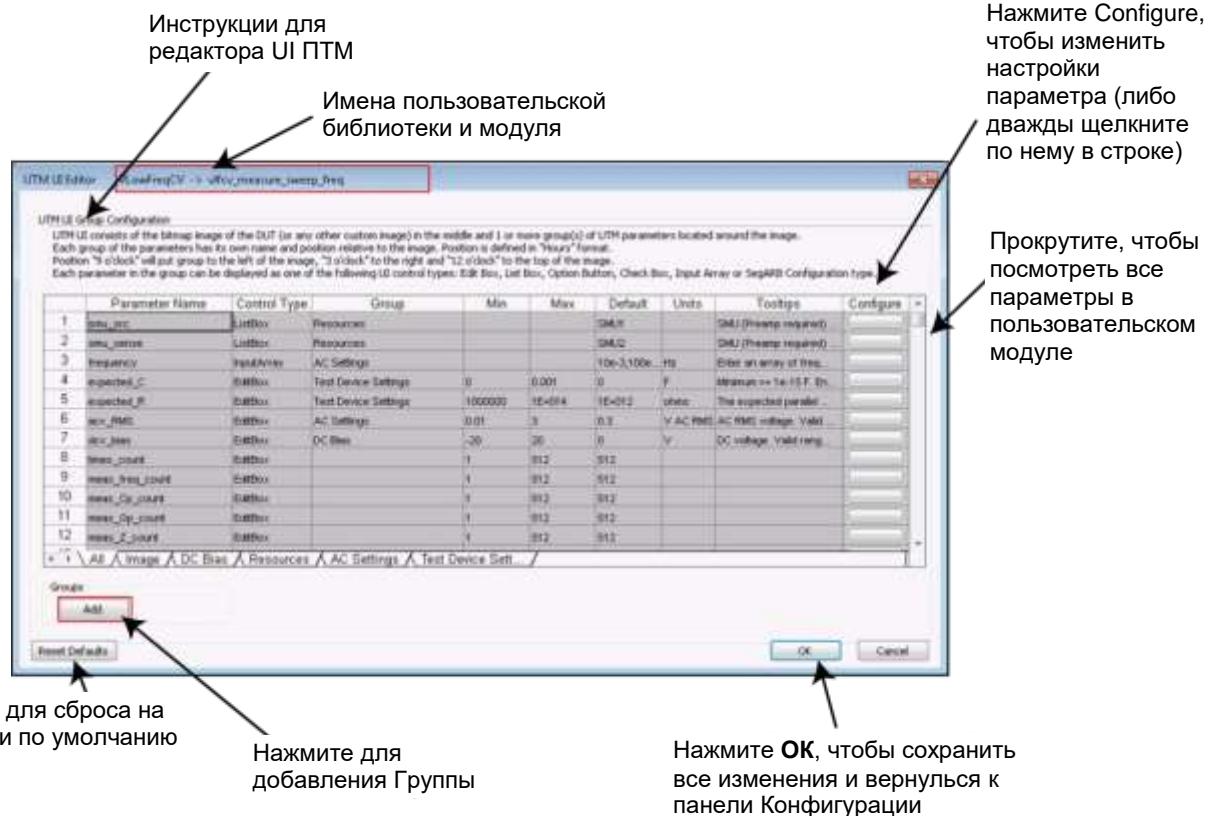
Выберите **OK**, чтобы сохранить все изменения.

Выберите **Cancel** (Отмена), чтобы выйти из диалогового окна без сохранения изменений.

Редактор UI ПТМ

Пример Редактора UI ПТМ показан ниже.

Рисунок 44: Редактор UI ПТМ



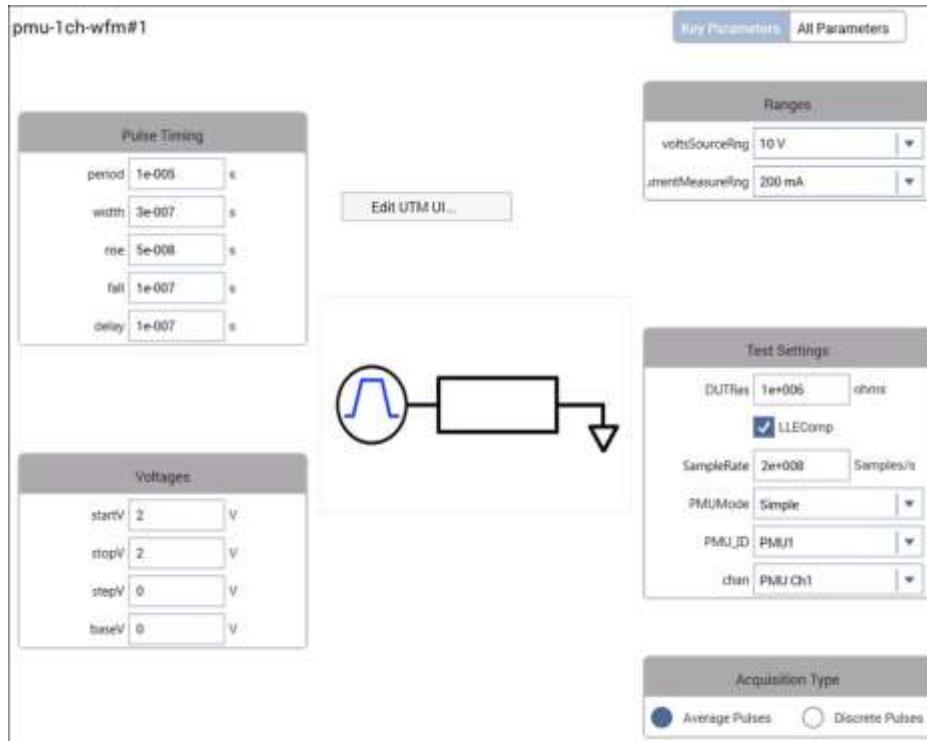
Пример использования редактора

Этот пример демонстрирует редактирование ПТМ pmu-1ch-wfm из проекта pmu-dut-examples.

Чтобы отредактировать пользовательский интерфейс (UI) для этого теста:

- Убедитесь, что редактор UI ПТМ включен. См. раздел [Разрешение доступа к редактору UI ПТМ](#) (на стр. 2-19).
- Откройте проект pmu-dut-examples из библиотеки проектов.
- Выберите тест pmu-1ch-wfm.
- Выберите **Configure** (Конфигурация).
- Щелкните правой кнопкой в любом месте панели Configure (Конфигурация), чтобы отобразить кнопку Edit UTM UI (Редактировать UI ПТМ), как показано ниже.

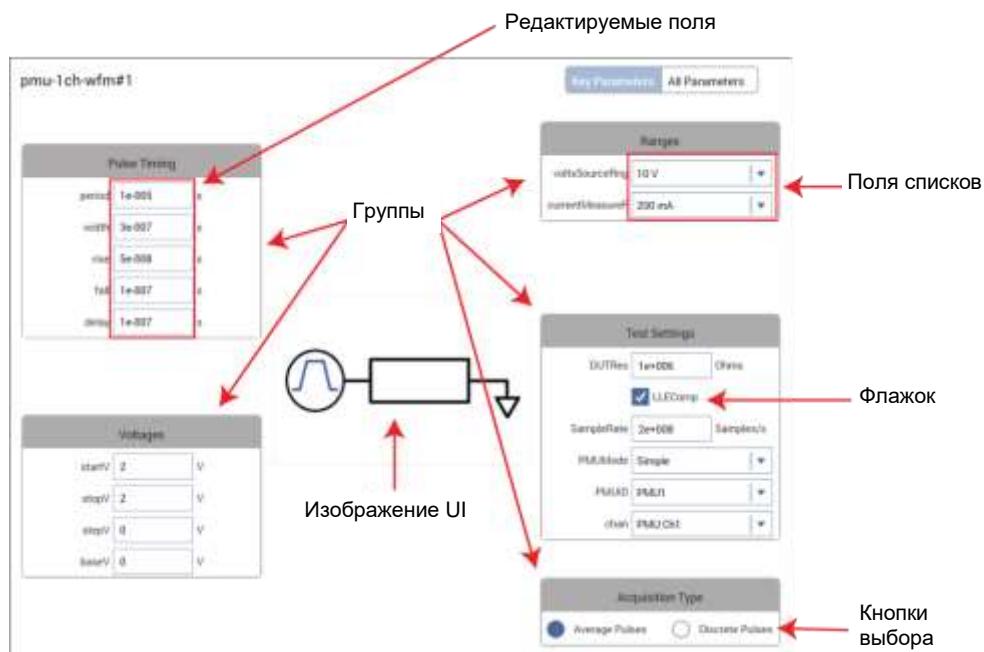
Рисунок 45: Запуск редактора UI ПТМ (щелчок правой кнопкой на панели Configure)



6. Выберите **Edit UTM UI** (Редактировать UI ПТМ). Откроется диалоговое окно UTM UI Editor (Редактор UI ПТМ), как показано в разделе [Редактор UI ПТМ](#) (на стр. 2-45).

На следующем рисунке показаны некоторые из доступных элементов управления для представления UI ПТМ, включая группы, поля EditBox, ListBox и CheckBox. Эти элементы управления настраиваются в Редакторе UI ПТМ.

Рисунок 46: Образец представления элементов графического UI



NOTE

Пользовательский модуль определяет содержимое Test Description (Описание теста) на вкладке описания KULT. Вы не можете использовать Редактор UI ПТМ для определения содержимого описания теста. Для получения дополнительной информации см. раздел «Область вкладки "Описание"» в документе *Программирование KULT и KULT Extension для модели 4200A-SCS*.

Информация о файле определения UI ПТМ

Файл определения UI ПТМ хранится в виде XML-файла в исходном каталоге пользовательской библиотеки. Существует два возможных файла определения: заводской либо пользовательский. Заводской файл имеет имя `user_module_name_GUI_Config.xml`. Например, один из заводских файлов UI ПТМ - это `PMU_examples_ulib_GUI_Config.xml`. Формат пользовательского имени файла для UI - `user_module_name_User_GUI_Config.xml`. Оба файла находятся в каталоге `src` пользовательского модуля.

Для приведенного выше примера `PMU_examples_ulib`, файлы XML хранятся в каталоге `C:\s4200\kiuser\usrlib\PMU_examples_ulib\src`.

Заводской файл хранит определения UI ПТМ для всех пользовательских модулей в пользовательской библиотеке. Изменение UI ПТМ для пользовательского модуля, который имеет заводской UI ПТМ, автоматически создаст пользовательский XML-файл. Если существует определение пользователя для пользовательского модуля, оно используется для пользовательского интерфейса ПТМ. Для определений UI, поставляемых с 4200A-SCS, существует заводской файл. Если пользовательский модуль не имеет заводского определения UI ПТМ, то при создании определения создается пользовательский файл. Не изменяйте XML-файлы вне редактора UTM UI Editor, так как это может привести к ошибкам или неработающим определениям UI ПТМ.

Сброс на заводские настройки

На главном экране Редактора UI ПТМ есть кнопка `Reset Defaults` (Сброс на заводские настройки) (см. рисунок в разделе [Редактор UI ПТМ](#) (на стр. 2-45)). Выберите эту кнопку, чтобы заменить настройки пользовательского модуля заводскими значениями по умолчанию из исходного файла определения UI ПТМ. Если исходное определение для пользовательского модуля отсутствует, оно генерируется динамически.

Копирование или перемещение определений UI ПТМ

Определение UI ПТМ состоит из одного файла для каждой пользовательской библиотеки. Используйте команду `kultcopy` для перемещения пользовательской библиотеки на другой 4200A-SCS. Эта команда копирует пользовательские модули (код языка C), определение UI ПТМ (файлы XML) и любые растровые изображения для ГШ GNV (растровые файлы с расширением `.bmp`). Дополнительную информацию см. для команды `kultcopy` в разделе «Копирование пользовательских библиотек с помощью `kultcopy`» инструкции *Программирование KULT и KULT Extension для модели 4200A-SCS*.

Связывание тестов или действий

Вы можете использовать опцию `Linked Copy` (Связанная копия) для вставки нескольких экземпляров теста или действия в дерево проекта. Когда ИТМ связаны, Clarius автоматически сохраняет идентичные конфигурации для связанных ИТМ. Это позволяет иметь несколько тестов, которые выполняются одинаково. При связывании ПТМ или действий, пользовательские библиотеки, пользовательские модули, формулы и константы инструмента Formulator будут идентичны. Обратите внимание, что настройки параметров не идентичны для связанных ПТМ или действий.

Если тесты связаны, тесты в дереве проекта отображают значок цепочки, как показано на следующем рисунке.

Рисунок 47: Связанные ИТМ в дереве проекта



При использовании связанных копий:

- Для ИТМ, настройки на панели Configure (Конфигурация) (включая формулы инструмента Formulator и выходные значения) синхронизируются. При изменении настройки в одном экземпляре связанного теста, изменяются все связанные тесты.
- Для ПТМ и действий, пользовательские библиотеки, пользовательские модули, формулы и константы Formulator, а также выходные значения идентичны между тестами. Настройки параметров могут быть разными.
- Данные для каждого связанного теста остаются независимыми. Лист Analyze Run, Calc and Settings (Анализ прогона, расчеты и настройки) и настройки графиков и анализа графиков для каждого связанного теста разные.

Чтобы вставить связанные тесты:

1. Добавьте тест в дерево проекта (см. раздел [Добавление устройства и теста в проект](#) (на стр. 2-3) или [Создание нестандартного теста](#) (на стр. 2-17)).
2. Щелкните тест правой кнопкой и выберите пункт **Linked Copy** (Связанная копия).
3. Выберите элемент в дереве проекта, за которым должен следовать тест. Элемент выделяется зеленым цветом, если это допустимое место для копирования теста. Он выделен красным цветом, если копирование теста в это место невозможно.
4. Выберите **Paste** (Вставить). Связанный тест добавляется в дерево проекта.

NOTE

Можно создать несколько связанных копий тестов с помощью функции Linked Copy на уровне устройства или подплощадки. В этом случае все ИТМ, связанные с устройством, копируются для нового устройства и становятся связанными копиями тестов исходного устройства. ПТМ копируются как независимые тесты или действия. Обратите внимание, что устройства и подплощадки не становятся связанными копиями, только ИТМ.

Добавление действия

Действия позволяют перемещать датчики, добавлять уведомления пользователя, такие как звуковые сигналы и диалоговые окна, и изменять параметры коммутации. Вы можете добавлять существующие действия или создавать действия на основе пользовательских модулей. Когда вы создаете действие, вы выбираете пользовательский модуль из пользовательской базы данных для создания действия. Clarius предоставляет пользовательские библиотеки, либо вы можете создать свою собственную с помощью KULT.

NOTE

Если вы переходите с 4200 KITE на 4200A Clarius, действия заменяют шаги инициализации и завершения. Действия более универсальны, чем шаги инициализации и завершения. Вы можете разместить их в проекте в любом нужном месте, а не ограничиваться верхней и нижней частями проекта.

Чтобы добавить действие в дерево проекта, перетащите его в то дерево, где действие должно происходить во время тестирования. Например, если вам нужно подать звуковой сигнал после определенного теста, перетащите действие `Beeper` в дерево проекта под этим тестом.

Чтобы создать действие:

1. Выберите **Select** (Выбрать).
2. Выберите вкладку **Actions** (Действия).
3. Перетащите **Custom Action** (Пользовательское действие) в дерево проекта. Рядом с действием будет показан красный треугольник, указывающий на то, что оно не настроено.
4. Выберите **Rename** (Переименовать).
5. Задайте имя для теста.
6. Выберите **Configure** (Конфигурация).
7. В панели **Test Settings** (Настройки теста) выберите пользовательскую библиотеку.
8. Выберите пользовательский модуль.
9. При необходимости задайте другие параметры. Для получения информации обратитесь к панели **Help** (Справка).

Пример: Создание проекта

В этом разделе приведен пример создания нового пустого проекта и настройки нового пустого теста. Вы создадите тест для МОП-транзистора, но процедура является стандартной и может быть применена к различным устройствам и приложениям.

NOTE

Настройки по умолчанию, используемые для устройств, тестов и проектов в Clarius, обычно достаточны для получения пригодных к использованию данных при выполнении теста. Однако у вас могут быть дополнительные настройки, которые вы захотите применить при настройке измерений.

Необходимое оборудование

- Один 4200A-SCS, со следующими приборами:
 - Два SMU средней мощности (4200-SMU или 4201-SMU) или высокой мощности (4210-SMU или 4211-SMU).
 - Два 4200-РА
- Три триаксиальных кабеля 4200-TRX-2 или 4200-MTRX-2 (поставляются вместе с SMU)
- Одно экранированное, трехвыводное испытательное приспособление с триаксиальными входами (например, 8101-PIV)

Подключения устройств

С помощью прилагаемых кабелей, подключите выходные клеммы приборов непосредственно к выводам МОП-транзистора на экранированном испытательном приспособлении. Триаксиальные клеммы на экранированном испытательном приспособлении позволяют подключаться к прибору и обеспечить полностью экранированную и защищенную тестовую сборку.

⚠ WARNING

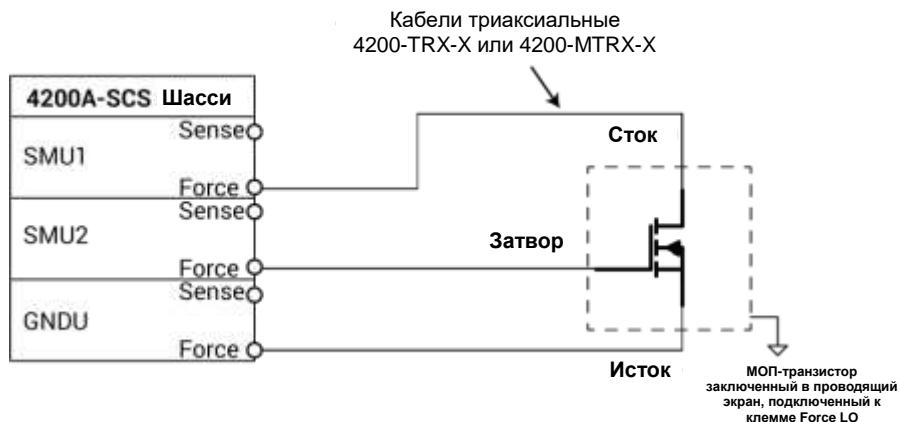
На всех выходных и защитных клеммах может присутствовать опасное напряжение. Во избежание поражения электрическим током, которое может привести к травме или смерти, никогда не подключайте и не отключайте устройство 4200A-SCS при включенных выходах.

Для предотвращения поражения электрическим током, тестовые подключения должны быть сконфигурированы таким образом, чтобы пользователь не мог коснуться тестовых проводов, проводников или любых тестируемых устройств (ТУ), которое находится в контакте с проводниками. Хорошей практикой является отсоединение ТУ от прибора перед включением питания прибора. Безопасная установка требует наличия надлежащих экранов, барьеров и заземления для предотвращения контакта с тестовыми выводами и проводниками.

Схема подключения

Аппаратные подключения от выходов приборов в шасси 4200A-SCS к испытательному приспособлению, содержащему МОП-транзистор, показаны на следующем рисунке. Все подключения являются двухпроводными, и используется только клемма (Force) каждого SMU. SMU и заземляющий модуль подключаются каждый к своему выводу 3-контактного МОП-транзистора.

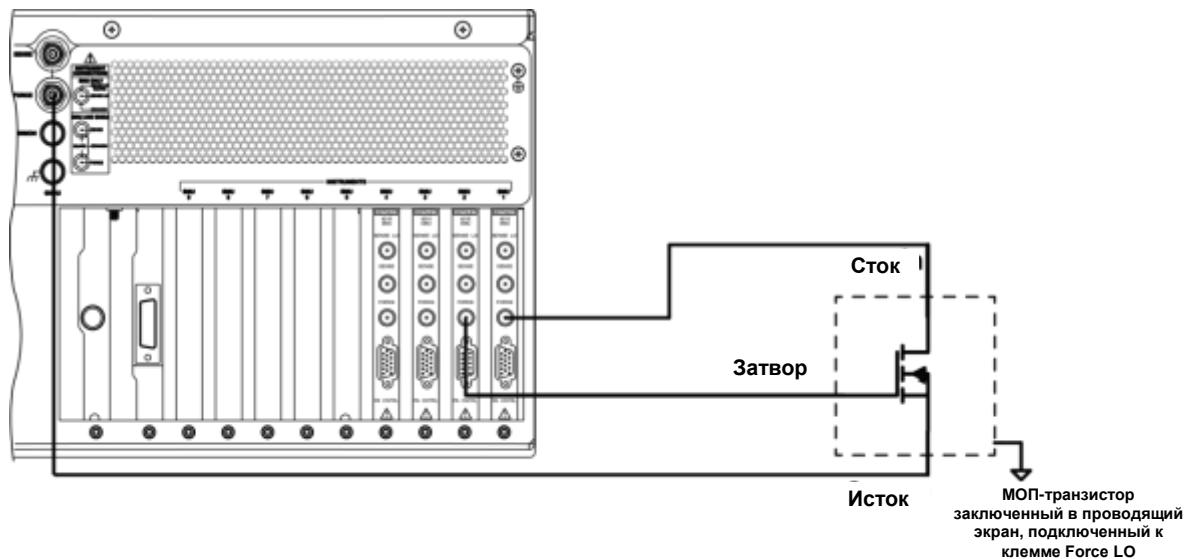
Рисунок 48: Подключения от 4200A-SCS к МОП-транзистору



Подключение 4200A-SCS к ТУ

Аппаратные подключения от выходов приборов в шасси 4200A-SCS к испытательному приспособлению, содержащему МОП-транзистор, показаны на следующем рисунке.

Рисунок 49: Подключения от задней панели 4200A-SCS к МОП-транзистору



Настройка измерений в Clarius

В этом разделе описывается, как настроить 4200A-SCS для генерации семейства кривых V_{ds} - I_d для 3-контактного n-МОП-транзистора. Эта общая процедура также может быть использована для создания тестов для других устройств и других приложений.

В данном примере приложение Clarius будет использовано, чтобы:

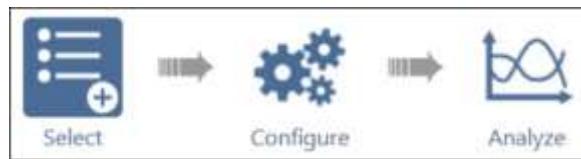
- Выбрать и переименовать новый проект
- Добавить устройство
- Выбрать пользовательский тест
- Сконфигурировать тест
- Выполнить тест
- Просмотреть и проанализировать результаты теста

Выбрать и переименовать новый проект

Чтобы выбрать и переименовать новый проект:

1. Выберите **Select** (Выбрать).

Рисунок 50: Пункт Select (Выбрать) выделен



2. В Library (Библиотеке) выберите **Projects** (Проекты).
3. Выберите **New Project** (Новый проект).
4. Выберите **Create** (Создать).

Рисунок 51: Выбор нового проекта из библиотеки проектов



5. Выберите **Yes** (Да), когда появится запрос на замену существующего проекта.
6. Присвойте проекту заголовок, выбрав **Rename** (Переименовать) над деревом проекта.
7. Введите имя проекта в текстовое поле и нажмите **Enter** (Ввод). Для данного примера было выбрано MOSFET_TEST.

Рисунок 52: Панель инструментов с функцией Rename (Переименовать)



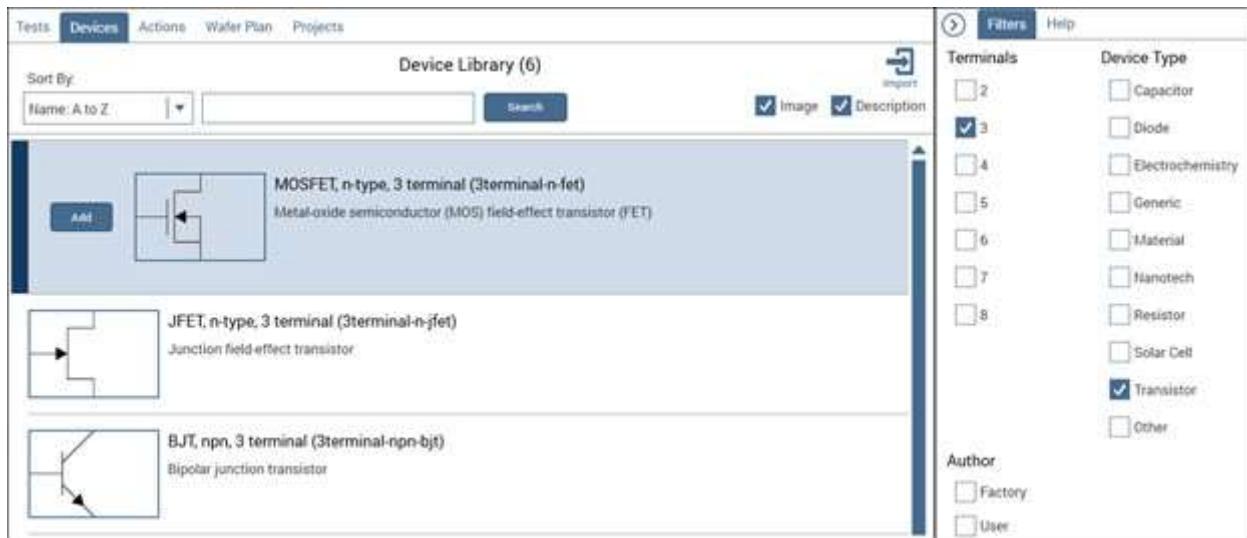
Добавить устройство

Тесты должны быть помещены в проект под устройством.

Чтобы добавить устройство:

1. Выберите **Devices** (Устройства).
2. На панели Filters (Фильтры) выберите **3** в разделе Terminals (Выводы) и **Transistor** (Транзистор) в разделе **Device Type** (Тип устройства).

Рисунок 53: Поиск устройства с помощью фильтров



3. Выберите устройство MOSFET, n-type, 3 terminal (3terminal-n-fet) (МОП-транзистор, n-тип, 3 контакта).
4. Выберите **Add** (Добавить), чтобы скопировать его в дерево проекта.

Выбрать пользовательский тест

Чтобы выбрать пользовательский тест:

1. Выберите **Tests** (Тесты).
2. Выберите **Custom Test** (Пользовательский тест), затем выберите **Add** (Добавить), чтобы создать в дереве проекта новый тест n-МОП-транзистора с 3 контактами.

Рисунок 54: Опция Custom Test (Пользовательский тест)



- Выберите **Rename** (Переименовать) на панели инструментов. Введите имя теста в текстовое поле и нажмите **Enter**. vds-id выбрано для этого примера.

Рисунок 55: Дерево проекта MOSFET_TEST с одним устройством и одним тестом



Сконфигурировать тест

Чтобы сконфигурировать тест:

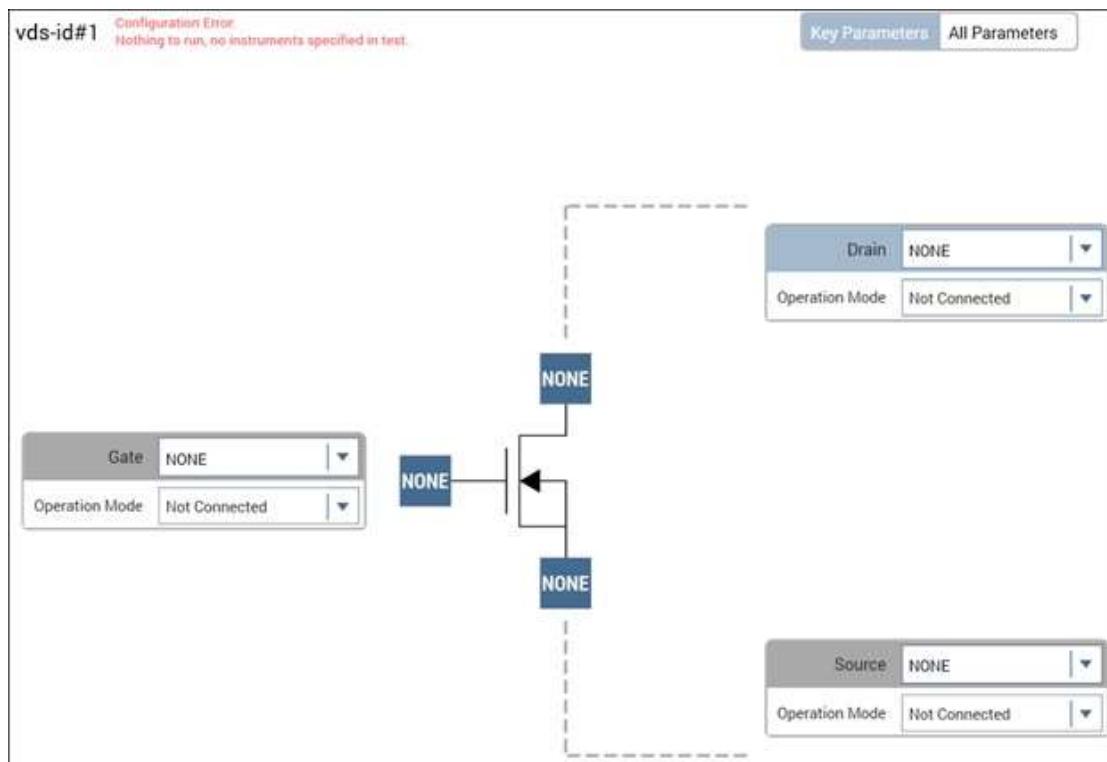
- Выберите **Configure** (Конфигурация).

Рисунок 56: Пункт Configure (Конфигурация) выделен



- В дереве проекта выберите **vds-id**. Поскольку этот тест является пользовательским, перед запуском теста необходимо назначить функции всем выводам, подключенным к МОП-транзистору.

Рисунок 57: Не все выводы МОП-транзистора назначены в пользовательском teste



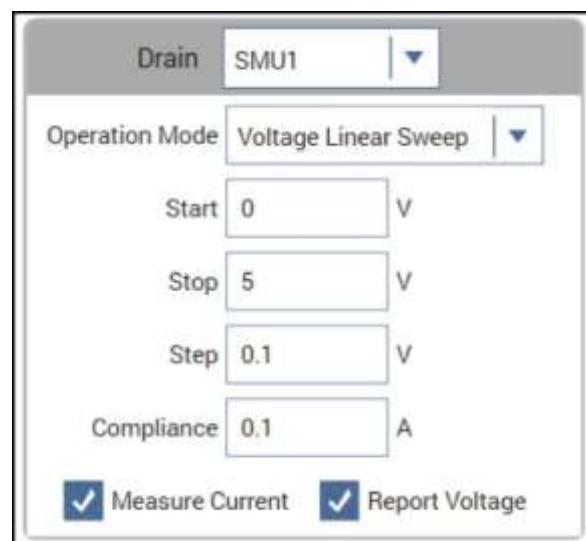
3. Установите подключение вывода **Gate** (Затвор) к **SMU2**.
4. Установите режим работы **Voltage Step** (Шаг напряжения).
5. Измените настройки Start (Начало), Stop (Конец), Step (Шаг) и Compliance (Соответствие) в соответствии со следующим рисунком или в соответствии с настройками затвора, подходящими для вашего устройства.

Рисунок 58: Шаги SMU2 от 2 В до 5 В, при подключении к выводу затвора МОП-транзистора



6. Установите подключение вывода **Drain** (Сток) к **SMU1**.
7. Установите режим работы **Voltage Linear Sweep** (Линейная развертка напряжения).
8. Измените настройки Start (Начало), Stop (Конец), Step (Шаг) и Compliance (Соответствие) в соответствии со следующим рисунком.

Рисунок 59: Развертка SMU1 от 0 В до 5 В, при подключении к выводу стока МОП-транзистора



9. Установите режим работы вывода **Source** (Исток) как **GNDU**.

Выполнить тест

Выберите **Run** (Выполнить) для выполнения теста.

Рисунок 60: Выполнение



Просмотреть и проанализировать результаты теста

Во время выполнения теста вы можете просматривать данные в электронной таблице панели Analyze (Анализ). Поскольку вы создали новый тест, данные должны быть привязаны к осям графика, прежде чем вы сможете просмотреть графические результаты.

Чтобы просмотреть и проанализировать результаты теста:

1. Выберите Analyze (Анализ). На экране анализа отображаются данные, объединенные в электронную таблицу, и пустой график с неназначенными осями.

Рисунок 61: Выбран пункт Анализ



2. Выберите **Graph Settings** (Настройки графика).
3. Выберите **Define Graph** (Определить график).
4. На экране **Graph Definition** (Определение графика), назначьте ось X на **DrainV** (Напряжение стока), а ОСЬ Y1 на **DrainI** (Ток стока).

Рисунок 62: Определение графика

Data Series	Sheet	Column	X	Y1	Y2
DrainI*	Data	1		*	
DrainV*	Data	2	*		
GateI*	Data	3			
GateV*	Data	4			

5. Выберите **OK**. На графике отобразится семейство кривых v_{ds} - I_d .

Рисунок 63: Анализ, показывающий результаты теста



Конфигурирование комплексного теста

Для более сложных тестов вы можете:

- Задать расширенные параметры теста и контактных выводов.
- Настроить несколько шагов или разверток для одновременного отслеживания с использованием ведущих и подчиненных элементов.
- Настроить действия.

Настройки теста и выводов

Вы можете получить доступ к настройкам тестов и выводов из центральной и правой панелей Clarius, когда выбрана опция Configure (Конфигурация).

Наиболее распространенные настройки выводов доступны в центральной панели при выборе Key Parameters (Ключевые параметры). Дополнительные общие настройки теста доступны в правой панели Terminal Settings (Настройки выводов).

Менее часто используемые настройки выводов доступны в диалоговом окне, которое открывается с помощью кнопки Advanced (Расширенные) на панели Terminal Settings (Настройки выводов).

Чтобы просмотреть все настройки выводов, выберите All Parameters (Все параметры) на центральной панели. В этом представлении отображаются все настройки для каждого из выводов.

Настройки тестов также отображаются на правой панели. Настройки тестов влияют на все выводы в выбранном teste. Наиболее распространенные настройки доступны в правой части. Дополнительные настройки доступны при нажатии кнопки Advanced (Расширенные).

Доступные опции зависят от выбранного прибора. Описание параметров см. в разделе:

- «Настройки тестирования SMU» в *Руководстве пользователя Блока измерений источников (SMU) для модели 4200A-SCS*.
- «Настройки тестирования CVU» в *Руководстве пользователя Блока измерения емкости-напряжения (CVU) модели 4200A-SCS*.
- «Настройки тестирования PMU» в *Руководстве пользователя Импульсных плат (PGU и PMU) для модели 4200A-SCS*.

Шаг или развертка нескольких выводов устройства в одном teste

Несколько шагов или разверток в интерактивном испытательном модуле (ITM) должны следовать за главным в соответствии с количеством шагов и их продолжительностью. Вам может понадобиться применить несколько шагов к нескольким выводам устройства, например, при шаговом изменении смещения на двух выводах транзистора и развертке напряжения или тока на третьем выводе. При такой настройке Clarius автоматически устанавливает одновременное выполнение шаговых операций, при этом один из выводов назначается основным. Все остальные функции шага автоматически назначаются ведомыми. Следующий рисунок иллюстрирует эту концепцию.

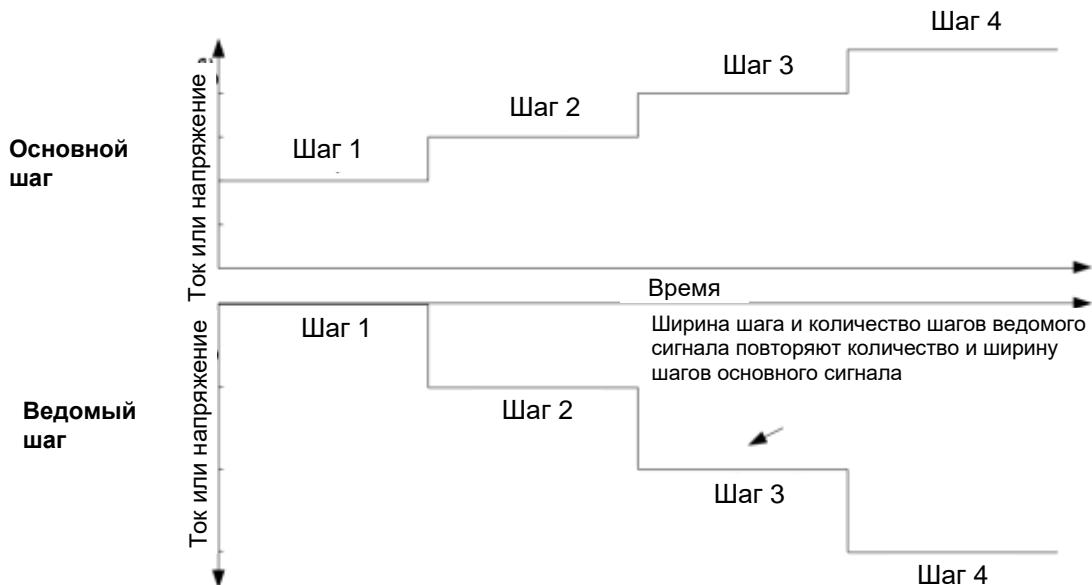
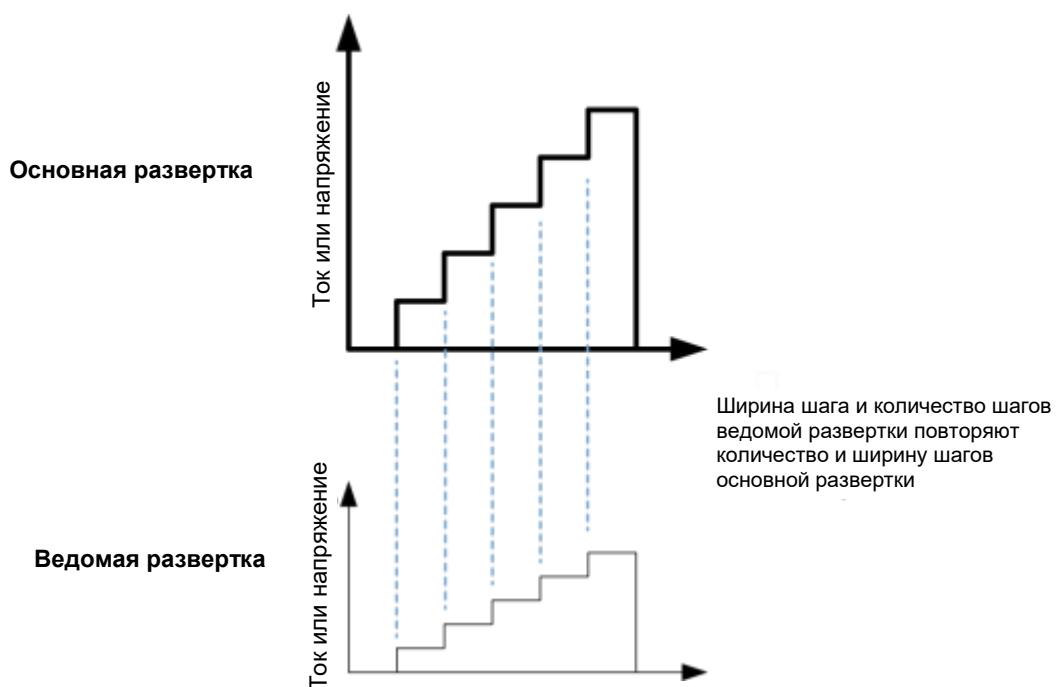
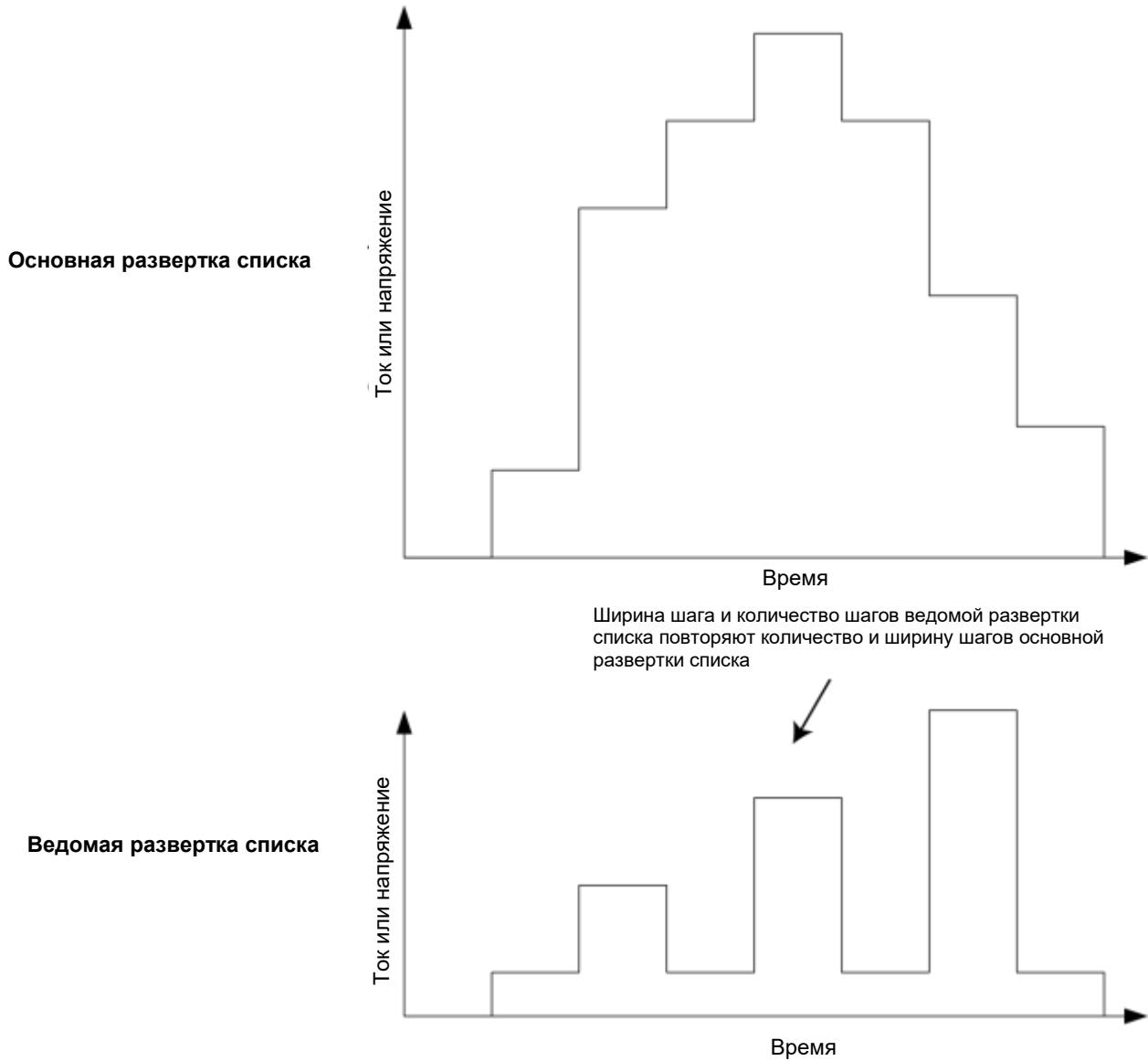
Рисунок 64: Основной и ведомый шаг**Рисунок 65: Основная и ведомая развертки**

Рисунок 66: Основная и ведомая развертки списка

Если вы не назначите ни один прибор в качестве основного, то основным будет назначен первый прибор, который был указан для режима работы с шагом или разверткой. Вы можете изменить это назначение в панели Test Settings (Настройки теста).

Когда задан основной прибор, Clarius устанавливает точки и значения размера шага для ведомого вывода такими же, как и для основного вывода. Вы не можете изменить значение точек для ведомого вывода. Для списков развертки количество точек в элементах ведомого списка изменяется, чтобы соответствовать количеству точек основного. Если к основному списку добавляются точки, последний пункт ведомого списка повторяется. Если из основного списка точки удаляются, то такое же количество точек удаляется из конца ведомого списка.

На ведомом выводе возможна двойная развертка, даже если основной вывод не настроен на двойную развертку. В этом случае двойная развертка ведомого вывода имеет общее количество шагов, равное количеству шагов на основном выводе. Например, если основной вывод настроен на измерение десяти точек, ведомая двойная развертка измерит пять точек на первой стороне развертки и пять точек на второй стороне двойной развертки. Если основной вывод настроен на нечетное количество точек, ведомый вывод повторит измерение последней точки развертки.

Двойная развертка для ведомого SMU не устанавливается автоматически при включении Dual Sweeper (Двойная развертка) для основного SMU. Двойная развертка должна индивидуально включаться для каждого SMU.

Чтобы задать основную развертку:

1. Выберите тест.
2. В правой панели выберите **Test Settings** (Настройки теста).
3. Для параметра **Sweep Master** (Основная развертка) выберите прибор, который вы хотите назначить основным.

Настройка действий

Настройки для действий зависят от типа выбранного действия. Действия могут вызывать диалоговые окна для запроса действий оператора, управления перемещениями датчика и управления коммутацией. Вы также можете создавать собственные действия из пользовательских библиотек.

Действия можно размещать в любом месте дерева проекта.

Информация о действиях доступна в панели Help (Справка). Чтобы открыть панель справки, выберите действие в дереве проекта и выберите **Configure** (Конфигурация). Выберите вкладку Help (Справка) в правой панели.

Выполнение комплексного теста

В этом разделе описано, как выполнять отдельные тесты, устройства, тесты подплощадок и площадок. Здесь также описано, как запускать стрессовые режимы.

NOTE

Если Clarius обнаруживает температуру выше нормы на любом SMU, он защищает выходы системы, предотвращая или прерывая выполнение теста и сообщая о состоянии в поле сообщений окна Clarius. Если такое условие возникает при попытке запуска теста, Clarius запрещает выполнение. Если условие возникает во время теста, Clarius прерывает тест.

Запуск устройств и выполнение тестов

Вы можете выполнить весь проект или отдельные его части. Во время выполнения теста вы можете просматривать данные теста в панели Analyze (Анализ).

Область сообщений в нижней части центральной панели Clarius отображает время начала, время остановки и общее время выполнения запущенных компонентов.

Выполнение проектов

Выполнение всего проекта запускает его компоненты, включая площадки, подплощадки, устройства, тесты и действия, в том порядке, в котором они находятся в дереве проекта.

Clarius выполняет только те элементы, которые выбраны в дереве проекта и находятся на более низком уровне, чем выделенный элемент.

Когда вы запускаете проект, данные каждого теста вставляются в отдельный лист Analyze Run (Анализ прогона). Каждый новый прогон создает новую историю выполнения (Run History) со своим собственным листом. Подробнее о листах см. в разделе [Анализ данных](#) (на стр. 3-1).

NOTE

Чтобы прервать тест, выберите **Stop** (Остановка). Выполнение всех тестов и действий немедленно прекратится.

В следующем примере используется демонстрационный проект (Demo Project), чтобы продемонстрировать, как запустить выполнение проекта.

Чтобы запустить все объекты проекта:

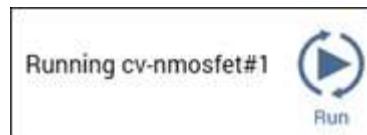
1. Откройте **Demo Project** (Демонстрационный проект). См. раздел [Открытие проекта](#) (на стр. 2-8).
2. Убедитесь, что для всех элементов в дереве проекта установлены флаги.
3. Выделите имя проекта, как показано на рисунке ниже.

Рисунок 67: Запуск выполнения проекта



- Выберите **Run** (Выполнение). Иконка Run (Выполнение) изменится, как показано ниже. Активный тест указан слева от иконки Run. Иконка Stop (Стоп) поменяет цвет на красный.

Рисунок 68: Иконка Run во время выполнения теста



Когда тест завершится, раздастся звуковой сигнал, и стрелки вокруг иконки Run больше не будут отображаться.

Запуск отдельных устройств

Вы можете запустить тесты для одного конкретного устройства в дереве проекта.

При запуске тестов для одного устройства, они запускаются в том порядке, в котором они находятся в дереве проекта. Запускаются только те тесты, для которых установлены флагшки. В следующем примере, выполняются все тесты для диодного устройства, кроме vrd.

NOTE

Чтобы прервать тест, выберите **Stop** (Остановка). Выполнение всех тестов и действий немедленно прекратится.

В следующем примере используется Demo Project (Демонстрационный проект) для демонстрации запуска выполнения тестов для устройства.

Чтобы запустить тесты для устройства:

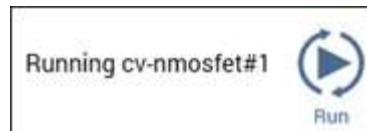
- Откройте **Demo Project** (Демонстрационный проект). См. раздел [Открытие проекта](#) (на стр. 2-8).
- Убедитесь, что установлены флагшки для всех элементов устройства `diode`, кроме `vrd`, как показано на рисунке ниже.
- Выделите имя устройства, `diode` (диод), как показано на рисунке ниже.

Рисунок 69: Запуск выполнения тестов для одного устройства



- Выберите **Run** (Выполнение). Иконка Run (Выполнение) изменится, как показано ниже. Активный тест указан слева от иконки Run. Иконка Stop (Стоп) поменяет цвет на красный.

Рисунок 70: Иконка Run во время выполнения теста



Когда тест завершится, раздастся звуковой сигнал, и стрелки вокруг иконки Run больше не будут отображаться.

Выполнение отдельного теста

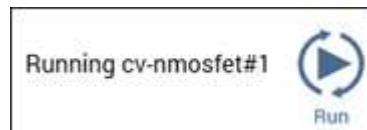
NOTE

Чтобы прервать тест, выберите **Stop** (Остановка). Выполнение всех тестов и действий немедленно прекратится.

Чтобы выполнить отдельный тест в дереве проекта:

- В дереве проекта убедитесь, что флагок для теста установлен.
- Выделите тест.
- Выберите **Run** (Выполнение). Иконка Run (Выполнение) изменится, как показано ниже. Активный тест указан слева от иконки Run. Иконка Stop (Стоп) поменяет цвет на красный.

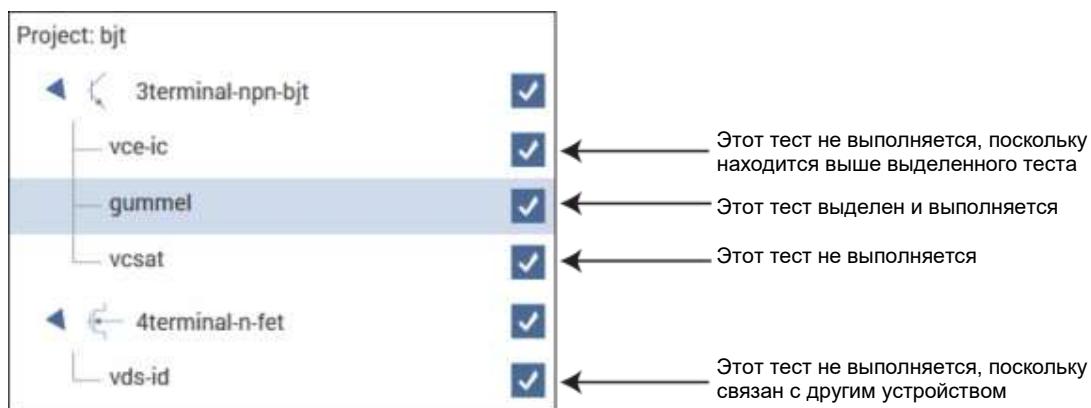
Рисунок 71: Иконка Run во время выполнения теста



Когда тест завершится, раздастся звуковой сигнал, и стрелки вокруг иконки Run больше не будут отображаться.

В следующем примере выполняется только тест `gummel`. Несмотря на то, что другие тесты выбраны, они находятся на том же уровне иерархии, что и тест `gummel`.

Рисунок 72: Выполнение конкретных тестов



NOTE

Вы также можете использовать опцию Monitor (Мониторинг) для запуска отдельного теста. Для получения дополнительной информации см. раздел [Мониторинг теста](#) (на стр. 2-65).

Мониторинг теста

Вы можете использовать опцию Monitor (Мониторинг), чтобы настроить тест на непрерывное выполнение до тех пор, пока он не будет остановлен. Эта опция доступна для ИТМ и ПТМ, когда выбран отдельный тест и включена опция Monitor (Мониторинг).

Включение опции Monitor (Мониторинг)

Опция Monitor включается в разделе My Settings (Мои настройки).

Чтобы включить опцию Monitor:

1. Выберите **My Settings** (Мои настройки).
2. Выберите **Run Settings** (Настройки выполнения).
3. Выберите кнопку **Enable Monitor** (Включить мониторинг).
4. Выберите **OK**. Теперь мониторинг доступен слева от иконки Run, как показано на следующем рисунке.

Рисунок 73: Опция Monitor



Запуск теста с помощью опции Monitor

Когда тест выполняется с помощью опции Monitor, то он зацикливается до тех пор, пока вы его не остановите. Только один прогон сохраняется в истории выполнения. Сохраненный файл содержит данные, которые были получены во время последнего полного прогона теста. Время, которое отображается для прогона, - это время последнего завершенного прогона теста, а не все время, в течение которого работала опция Monitor. Прогоны, которые были созданы с помощью функции Monitor, имеют слово "Monitor" в описании в списке истории выполнения, как показано на следующем рисунке.

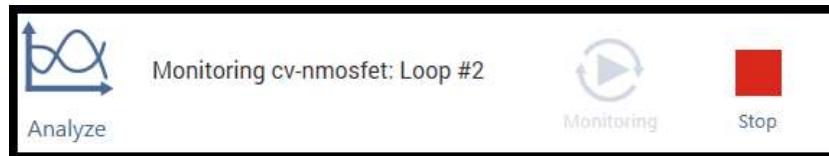
Рисунок 74: История выполнения при выполнении теста с помощью опции Monitor

Run History			
	Run ID	Run Date	Execution Time
<input checked="" type="checkbox"/>	Run5	11/9/2020 13:30:43.915	Exec: 12 s
	More... Monitor		
<input type="checkbox"/>	Run4	11/9/2020 11:54:59.251	Exec: 15 s
	More... Monitor		
<input type="checkbox"/>	Run3	11/9/2020 11:35:56.134	Exec: 16 s
	More...		

Чтобы использовать опцию *Monitor* для выполнения теста:

1. В дереве проекта убедитесь, что флажок для теста установлен.
2. Выделите тест.
3. Выберите **Monitor** (Мониторинг). Иконка Monitor изменится, как показано ниже. Слева от иконки отображается активный тест, а затем номер выполняемого цикла. Иконка Stop (Стоп) поменяет цвет на красный.

Рисунок 75: Иконка Monitor во время выполнения теста



4. Чтобы остановить тест, выберите **Stop** (Остановка).

Обзор демонстрационного проекта Demo Project

Демонстрационный проект включает в себя общие тесты постоянного тока I-V, C-V и тесты колебаний I-V для МОП-транзисторов, ТБП, резисторов, диодов и конденсаторов. Эти тесты служат в качестве примеров и предназначены для копирования и изменения - для работы с вашими собственными устройствами. Все параметры тестов в демонстрационном проекте были написаны для стандартных дискретных деталей, но могут быть изменены для использования с другими дискретными устройствами или устройствами на полупроводниковой пластине. Эти тесты демонстрируют, как настраивать тесты в панели Configure (Конфигурация), как использовать функции инструмента Formulator для общих математических расчетов и возвращать их в таблицу данных, а также как строить графики данных различными способами.

Проект Demo Project открывается при первом запуске приложения Clarius.

Верхняя часть дерева демонстрационного проекта проекта показана на рисунке ниже.

Рисунок 76: Демонстрационный проект (по умолчанию) в дереве проектов



Тесты 4-контактных n-MOP-транзисторов

По умолчанию в следующих тестах используются три блока измерения источника (SMU) и один блок заземления (GNDU). Вы также можете использовать четыре SMU, по одному на каждый вывод тестируемого устройства (ТУ).

Описания тестов 4-контактных n-MOP-транзисторов

Test	Описание
vds-id	Этот тест генерирует стандартное семейство кривых зависимости тока стока от напряжения стока для полевого транзистора. Для каждого шага напряжения на затворе тест производит развертку напряжения на стоке и измеряет результирующий ток стока. В этом испытании используются три или четыре SMU, которые подключены к затвору, стоку, истоку и выводу подложки МОП-транзистора.
vtlin	Использует линейную подгонку кривой для определения порогового напряжения (V_t) МОП-транзистора по полученным данным зависимости тока стока от напряжения на затворе. В этом teste используются три или четыре SMU, подключенные к затвору, стоку, истоку и выводу подложки МОП-транзистора.
subvt	Выполняет развертку ВАХ и рассчитывает подпороговое напряжение (sub- V_t) МОП-транзистора, а также строит график зависимости тока стока от напряжения на затворе. В этом teste используются три или четыре модуля SMU, подключенные к затвору, стоку, истоку и выводу подложки МОП-транзистора.
vgs-id	Этот тест извлекает параметры порогового напряжения (V_t) и максимальной проходной проводимости (G_m) из развертки зависимости тока стока от напряжения на затворе. В этом испытании используются три или четыре SMU, подключенные к затвору, стоку, истоку и выводу подложки МОП-транзистора.
ig-vg	Измеряет ток утечки затвора МОП-транзистора в как функцию от развертки напряжения на затворе. Тест определяет сопротивление утечки затвора с помощью линейной подгонки.
cvs-nmosfet	Измеряет емкость как функцию от напряжения на затворе - между выводом затвора и связанными вместе выводами стока, истока и подложки. Извлекается несколько параметров, включая емкость плоской зоны, концентрация легирования, напряжение плоской зоны и толщину слоя оксида.
pulse-vds-id	Использует CH1 (канал 1) и CH2 (канал 2) PMU для генерации семейства импульсных кривых ВАХ стока. CH1 выдает импульсный ступенчатый выход на затвор. CH2 выдает импульсную развертку напряжения стока и измеряет ток стока.
waveform-meas	Использует режим считывания формы сигнала PMU для отображения временной характеристики тока стока и напряжения стока МОП-транзистора. CH1 подает одиночный импульс на затвор. CH2 фиксирует переходную характеристику тока стока и напряжения стока.

3-Тесты 3-контактных NPN ТБП

Для испытаний этого устройства требуется три SMU.

Описания тестов 3-контактных NPN ТБП

Тест	Описание
vce-ic	При ступенчатом изменении тока базы, в этом teste измеряется ток стока в каждой точке развертки напряжения стока. Три SMU подключаются к базовому, коллекторному и эмиттерному выводам ТБП.
gummel	Генерирует график Гуммеля при измерении тока базы и тока коллектора ТБП. Токи измеряются как функция напряжения база-эмиттер. Три SMU подключены к базовому, коллекторному и эмиттерному выводам ТБП.
vcsat	При постоянном токе базы, этот тест строит график тока коллектора как функции напряжения коллектора. Эти данные используются инструментом Formulator для расчета напряжения насыщения коллектора ($V_{ce(sat)}$). Три SMU подключены к базовому, коллекторному и эмиттерному выводам ПТ.

Тесты резисторов

В следующих тестах используются два SMU. Также можно использовать один SMU и GNDU.

Описания тестов 2-проводных резисторов

Тест	Описание
res2t	Вычисляет среднее сопротивление по развертке ВАХ при подаче напряжения и измерении тока. В этом teste используются два SMU с обеих сторон резистора. Также можно использовать один SMU и GNDU.
pulse-resistor	Резистор подключается между одним каналом PMU и заземлением PMU. Во время теста применяется импульсная развертка напряжения на резисторе, при одновременном измерении тока.
pulse-high-resistance	Резистор подключается между CH 1 и CH 2 PMU (RPM). Во время теста CH1 подает на резистор импульсную развертку, при одновременном измерении тока CH2. Ток получается путем усреднения четырех импульсов. Инструмент Formulator умножает ток CH2 на -1.

Тесты диодов

По умолчанию в следующих тестах используются до двух блоков измерения источника (SMU), один блок емкости-напряжения (CVU) и блок измерения импульсов (PMU).

Описания диодных тестов

Тест	Описание
vfd	При подаче на диод развертки напряжения прямого смещения, этот тест измеряет анодный ток и выводит данные на поллогарифмическую шкалу. Для извлечения наклона линии, используется линейная подгонка.
vrd	Измеряет напряжение обратного смещения и измеряет результирующий ток диода. В этом teste используются два SMU по обе стороны диода. Можно также использовать один SMU и GNDU, если они правильно установлены в панели Configure Конфигурация). Для измерений очень низкого тока, рекомендуется использовать SMU с опцией предусилителя.
cv-diode	Измеряет емкость спая как функцию развертки приложенного напряжения. Глубина слоя обеднения (W) и концентрация легирования (N) рассчитываются как функция от данных C-V.
pulse-diode	Применяет импульсную развертку напряжения к аноду диода и измеряет результирующий ток анода. Для измерения используется один канал PMU.

Тесты конденсаторов

По умолчанию в следующих тестах используются до двух блоков измерения источника (SMU), один блок емкости-напряжения (CVU) и один блок измерения импульсов (PMU).

Описания тестов конденсаторов

Тест	Описание
cap	Заряжает конденсатор при постоянном токе и измеряет напряжение как функцию времени.
cv-cap	Измеряет емкость как функцию напряжения на конденсаторе. Шум рассчитывается по стандартному отклонению данных.
pulse-cap	Подается один импульс напряжения на конденсатор и измеряется результирующий ток. Для измерения используется один канал PMU. Один конец конденсатора подключается к PMU1, а другой конец подключается к PMU GND.

Раздел 3

Анализ данных

В данном разделе:

Введение.....	3-1
Электронная таблица	3-2
Анализ данных теста на уровне проекта.....	3-8
История выполнения	3-10
Листы Analyze (Анализ) для циклического тестирования подплощадки	3-14
Сохранение графиков и результатов тестов.....	3-20
График.....	3-20
Определения функций рабочего листа Calc	3-48

Введение

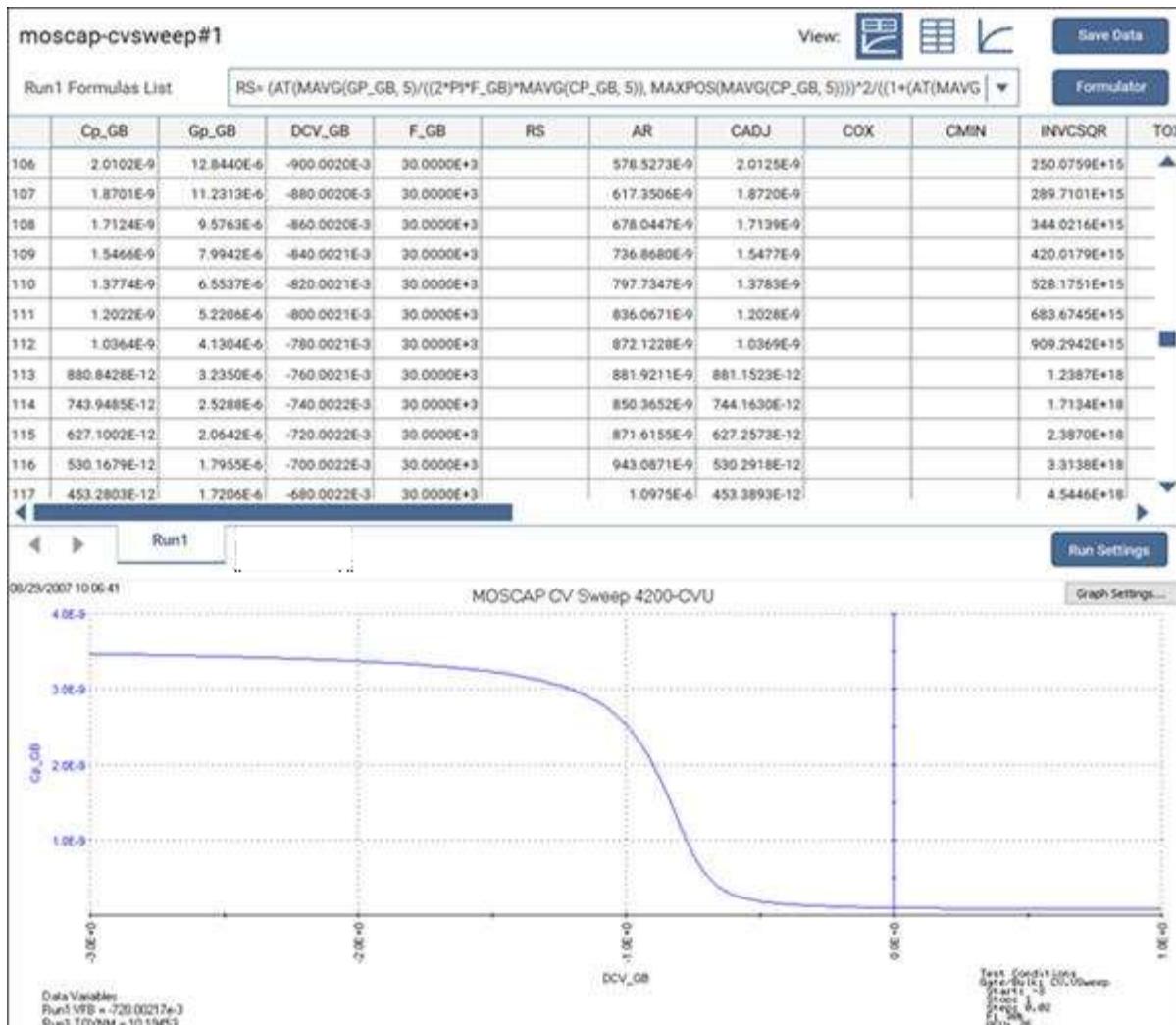
Когда вы выполняете тесты для проектов или отдельные тесты подплощадок и устройств, Clarius записывает данные в панели Analyze (Анализ). Вы можете отобразить данные в электронной таблице и в виде графика. Вы также можете выбрать данные для конкретных тестов для отображения на уровне проекта. Выберите **Analyze** (Анализ), чтобы просмотреть электронную таблицу и график.

Вы можете изменить отображение, чтобы показать только электронную таблицу или только график, используя кнопки *View* (Просмотр) в правом верхнем углу панели.

Во время выполнения теста вы можете наблюдать, как данные заполняют лист Run (Выполнение) и график.

Вы можете использовать инструмент Formulator, чтобы Clarius извлекал дополнительную информацию о параметрах из данных, используя созданные вами формулы. Результаты вычислений инструмента Formulator помещаются в лист Run в дополнение к исходным данным. Дополнительную информацию см. в разделе [Инструмент Formulator](#) (на стр. 5-1).

Рисунок 77: Анализ



Электронная таблица

Электронная таблица Analyze (Анализ) представляет собой электронную таблицу, совместимую с Microsoft® Excel®. Она может содержать один или несколько листов Run, которые соответствуют тестовым прогонам, выбранным в Истории выполнения. Данные записываются в режиме реального времени по мере выполнения теста. На листах Run также записываются данные, сгенерированные инструментом Formulator. Листы Run доступны только для чтения.

NOTE

Если у вас есть тесты, созданные в предыдущих версиях Clarius, у вас также может быть лист Calc (Расчет). Листы Calc использовались для нестандартного анализа данных, специфичных для конкретного теста. Листы Calc, созданные для более ранних версий, сохраняются в текущей версии Clarius как листы только для чтения.

Лист Run

На панели Analyze (Анализ) лист Run отображает в числовом виде данные теста в таблице, совместимой с Microsoft® Excel®. Существует лист Run для каждого теста каждой площадки. Каждый столбец содержит результаты для одного тестового параметра или результаты расчета инструмента Formulator. Заголовок каждой колонки идентифицирует данные в этой колонке. Заголовки присваиваются источником данных:

- Для ИТМ заголовки присваивает Clarius.
- Для ПТМ заголовки присваивает программист KULT.
- Для расчетов инструмента Formulator заголовки определяются именем, заданным в Formulator. Содержимое листа Run доступно только для чтения.

Если проект содержит несколько экземпляров теста с одинаковым именем, каждый экземпляр генерирует свои собственные данные. Тесты нумеруются в том порядке, в котором они добавлены в проект. Убедитесь, что вы выбрали нужный экземпляр теста в дереве проекта, чтобы просмотреть данные этого теста.

На рисунке ниже показан лист Run, содержащий данные, сгенерированные тестом moscap-cvsweep.

Рисунок 78: Лист Analyze Run (Анализ выполнения)

	Cp_GB	Gp_GB	DCV_GB	F_GB	RS	AR	CADJ	COX	CMIN	INVCSR	TOX
112	1.0364E-9	4.1304E-6	-780.0021E-3	30.0000E+3	872.1228E-9	1.0369E-9				909.2942E+15	
113	880.8429E-12	3.2350E-6	-760.0021E-3	30.0000E+3	881.9211E-9	881.1523E-12				1.2387E+18	
114	743.9485E-12	2.5288E-6	-740.0022E-3	30.0000E+3	850.3652E-9	744.1630E-12				1.7134E+18	
115	627.1002E-12	2.0642E-6	-720.0022E-3	30.0000E+3	871.6155E-9	627.2573E-12				2.3870E+18	
116	530.1679E-12	1.7955E-6	-700.0022E-3	30.0000E+3	943.0871E-9	530.2918E-12				3.3138E+18	
117	453.2803E-12	1.7205E-6	-680.0022E-3	30.0000E+3		1.0975E-6	453.3893E-12			4.5446E+18	
118	391.4297E-12	1.7434E-6	-660.0022E-3	30.0000E+3		1.2786E-6	391.5407E-12			6.1185E+18	
119	342.8328E-12	1.7726E-6	-640.0023E-3	30.0000E+3		1.4160E-6	342.9261E-12			8.0485E+18	
120	303.1368E-12	1.7211E-6	-620.0023E-3	30.0000E+3		1.4422E-6	303.2187E-12			10.3407E+18	
121	271.2896E-12	1.5649E-6	-600.0023E-3	30.0000E+3		1.3416E-6	271.3559E-12			12.9650E+18	
122	245.7782E-12	1.3353E-6	-580.0023E-3	30.0000E+3		1.1520E-6	245.8304E-12			15.8956E+18	
123	225.2465E-12	1.0922E-6	-560.0023E-3	30.0000E+3		938.3054E-9	225.2855E-12			19.0566E+18	

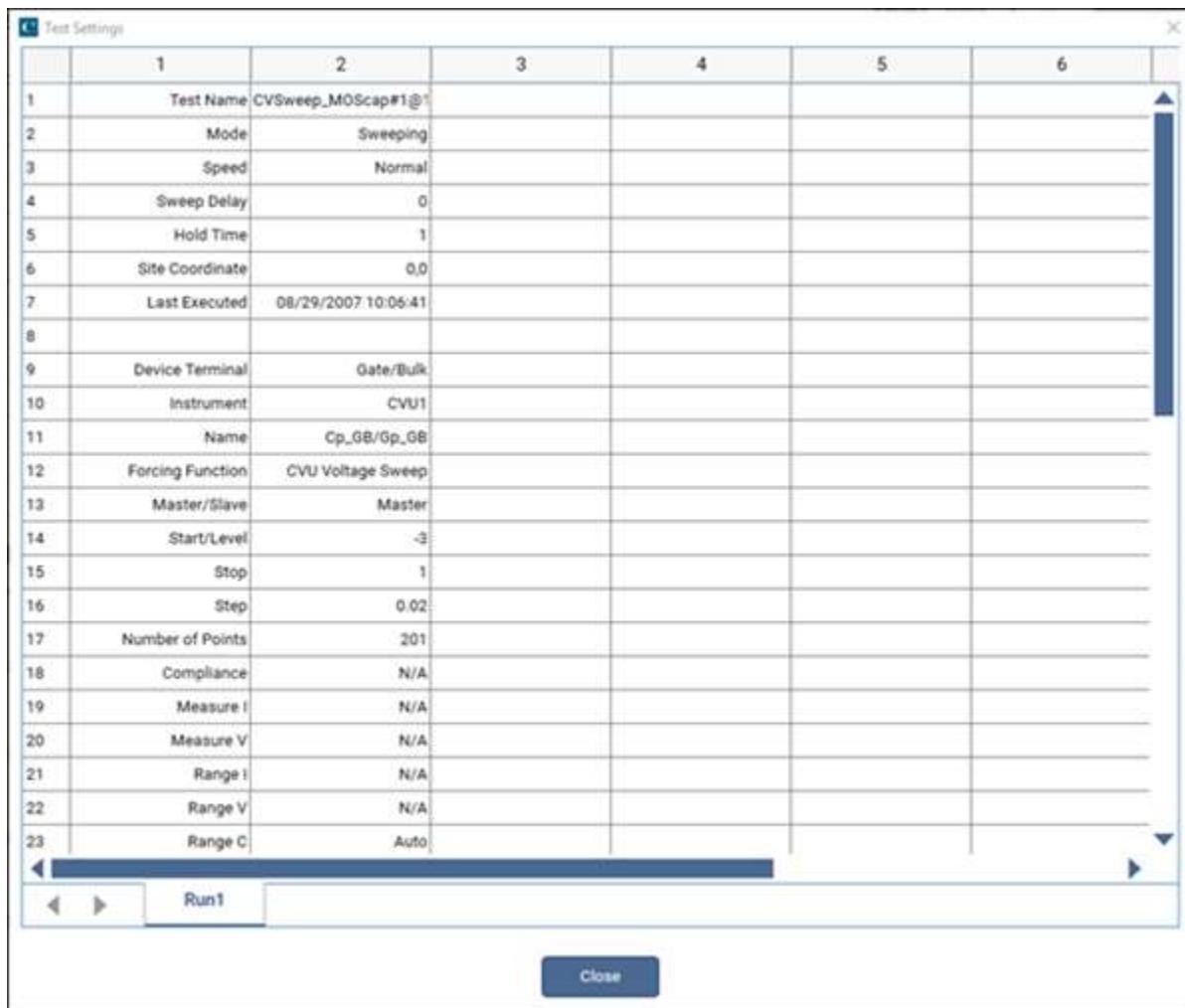
Если отображается #REF, это означает, что с данными возникли проблемы, например, ошибка деления на ноль или же тест был выполнен без подключенного тестируемого устройства (ТУ).

Максимальное количество столбцов в листе - 256. Если в результате теста получается более 256 столбцов, появится ошибка.

Все данные в рабочих листах электронной таблицы Analyze (Анализ) можно экспортить в формат Microsoft Excel. См. раздел [Сохранение результатов теста и графиков](#) (на стр. 3-20).

Кнопка Run Settings (Настройки выполнения) отображает информацию о конфигурации теста из панели Configure (Конфигурация) для тестового прогона, выбранного в панели Run History (История выполнения). Эти настройки доступны только для чтения. Вы можете щелкнуть правой кнопкой, чтобы скопировать данные из диалогового окна Run Settings (Настройки выполнения). Пример показан на следующем рисунке.

Рисунок 79: Пример Run Settings



The screenshot shows a 'Run Settings' dialog box with a table of test configuration parameters. The table has two columns: '1' and '2'. The rows are numbered from 1 to 23. The data includes:

	1	2	3	4	5	6
1	Test Name	CVSweep_MOScap#1@1				
2	Mode	Sweeping				
3	Speed	Normal				
4	Sweep Delay	0				
5	Hold Time	1				
6	Site Coordinate	0,0				
7	Last Executed	08/29/2007 10:05:41				
8						
9	Device Terminal	Gate/Bulk				
10	Instrument	CVU1				
11	Name	Cp_GB/Gp_GB				
12	Forcing Function	CVU Voltage Sweep				
13	Master/Slave	Master				
14	Start/Level	-3				
15	Stop	1				
16	Step	0.02				
17	Number of Points	201				
18	Compliance	N/A				
19	Measure I	N/A				
20	Measure V	N/A				
21	Range I	N/A				
22	Range V	N/A				
23	Range C	Auto				

At the bottom of the dialog box, there are navigation buttons (Back, Forward, Run 1, Run 2), a 'Close' button, and scroll bars.

Чтобы получить доступ к листу Analyze Run (Анализ выполнения) теста:

1. В дереве проекта выберите тест.
2. Выберите **Analyze** (Анализ). Отобразится таблица и график.
3. Чтобы скрыть столбцы на графике, выберите столбцы, которые нужно скрыть. Щелкните правой кнопкой и выберите **Hide** (Скрыть).
4. Чтобы отобразить столбцы, щелкните правой кнопкой и выберите **Unhide** (Показать), чтобы выбрать из списка столбцов, или выберите **Unhide All** (Показать все), чтобы отобразить все столбцы.
5. Если данные получены из CVU, щелкните правой кнопкой и выберите **CVU Data Type** (Тип данных CVU).

Список формул рабочего листа Run

Если столбец рабочего листа Run содержит результаты вычислений инструмента Formulator, вы можете отобразить уравнения, которые были использованы для получения результатов.

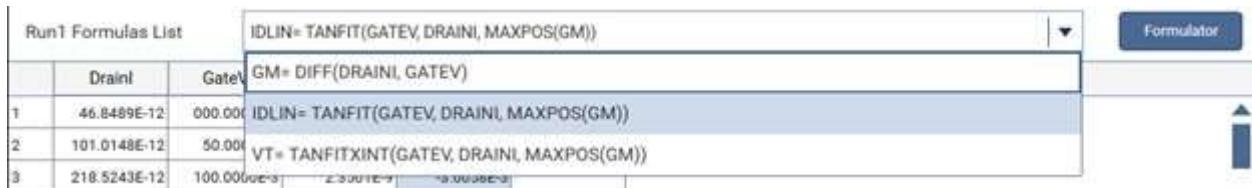
Обозначение #REF в ячейке указывает на то, что инструмент Formulator не смог вычислить допустимое значение. Это может произойти, если функция Formulator требует несколько строк в качестве аргументов, если вычисленное значение выходит за пределы диапазона, или при попытке деления на ноль.

Столбец будет содержать несколько экземпляров #REF, если функция Formulator требует для вычисления значения из нескольких предыдущих ячеек. Например, если функция MAVG использует пять точек для расчета скользящего среднего в столбце, содержащем пять значений, первые две и последние две ячейки отобразят #REF.

Чтобы отобразить формулу:

- Выберите **RUN n Formulas List** (Список формул). Отобразится список формул.
- Выберите формулу, которую вы хотите отобразить.
- Если необходимо внести изменения в формулу, выберите **Formulator**, чтобы открыть формулу в инструменте Formulator.

Рисунок 80: Отображение уравнения Formulator с помощью окна формул



Панель Terminal Settings (Анализ)

Когда выбран пункт Analyze (Анализ), панель Terminal Settings (Настройки вывода) отображает настройки для текущего выбранного теста.

Панель Module Settings (Анализ)

Когда для теста, основанного на пользовательском модуле, выбран пункт Analyze (Анализ), становится доступной панель Module Settings (Настройки модуля). Опции в этой панели такие же, как и в панели Configure (Конфигурация) для модуля. Изменения, сделанные в панели Module Settings (Настройки модуля), также изменяются в Configure (Конфигурация).

Описания опций доступны в панели Help (Справка) для большинства тестов.

Состояние измерений

Многие тесты предоставляют информацию о состоянии измерений в панели Clarius Analyze (Анализ). Для 4210-CVU или 4215-CVU, колонка данных для 32-битных кодов состояния обозначена CVU1S. Код состояния CVU указывает текущий диапазон измерения для каждого измерения импеданса и отмечает любые ошибки.

При возникновении ошибки измерения, значения данных в помеченной строке имеют следующую цветовую кодировку для определения типа ошибки:

Цвет.	Значение
Красный	Тайм-аут измерения
Пурпурный	Переполнение при измерении
Оранжевый	Автоматический балансировочный мост (АБМ) не заблокирован

Рисунок 81: Вкладка состояния, показывающая ошибки (пример)

	Cp_AB	Gp_AB	DCV_AB	F_AB	CVU1S
2	-158.6073E-9	181.4187E-3	-4.8000E+0	1.0000E+6	00080002
3	-158.5251E-9	181.2184E-3	-4.6000E+0	1.0000E+6	00080002
40	-282.2661E-12	3.7564E-3	2.8000E+0	1.0000E+6	03010002
41	-283.2877E-12	3.7541E-3	3.0000E+0	1.0000E+6	03010002

При наведении курсора на отмеченную ячейку CVU1S, открывается окно с кратким описанием ошибки.

Коды состояния

16 основных кодов, используемых для статуса измерений 4210-CVU или 4215-CVU, перечислены в следующей таблице. Каждый код представлен в виде 32-битного шестнадцатеричного значения (0x).

Коды состояния измерения CVU (CVU1S)

№	Код	Описание
0	000000yy	Нет ошибок
1	8xxxxxyy	Возник тайм-аут при измерении
2	01xxxxyy	Переполнение при измерении тока CVH1
3	02xxxxyy	Переполнение при измерении напряжения CVH1
4	03xxxxyy	Переполнение при измерении тока и напряжения CVH1
5	08xxxxyy	Не зафиксирован АБМ CVH1
6	09xxxxyy	Не зафиксирован АБМ CVH1, переполнение при измерении тока
7	0Axxxxxyy	Не зафиксирован АБМ CVH1, переполнение при измерении напряжения
8	0Bxxxxyy	Не зафиксирован АБМ CVH1, переполнение при измерении тока и напряжения
9	xx01xxxyy	Переполнение при измерении тока CVL1
10	xx02xxxyy	Переполнение при измерении напряжения CVL1

Коды состояния измерения CVU (CVU1S)

№	Код	Описание
11	xx03xxxxyy	Переполнение при измерении тока и напряжения CVL1
12	xx08xxxxyy	Не заблокирован АБМ CVL1
13	xx09xxxxyy	Не заблокирован АБМ CVL1, переполнение при измерении тока
14	xx0Axxxxxy	Не зафиксирован АБМ CVL1, переполнение при измерении напряжения
15	xx0Bxxxxyy	Не зафиксирован АБМ CVL1, переполнение при измерении тока и напряжения

Значение *yy* указывает на используемый диапазон, как показано в следующей таблице.

значение <i>yy</i>	00	Для измерения импеданса используется нижний диапазон (1 мкА)
	01	Для измерения импеданса используется средний диапазон (30 мкА)
	02	Для измерения импеданса используется верхний диапазон (1 мА)

Примечания о состоянии измерений**NOTE**

При возникновении ошибки, запустите утилиту Confidence Check (Проверка надежности) перед выполнением других действий по устранению неполадок (подробности см. в разделе [Проверка надежности](#) (на стр. 4-22)).

Тайм-аут измерения: Указывает на то, что измерение не было получено по истечении заданного времени (общая апертура). Эта ошибка тайм-аута может указывать на проблему с платой 4210-CVU или 4215-CVU. Попробуйте сбросить настройки оборудования и снова запустить проект. Если эта ошибка повторяется, обратитесь в компанию Keithley Instruments.

Чтобы сбросить настройки аппаратного обеспечения:

- Выберите **Start** (Запуск).
- Введите **resethw**.
- Выберите приборы, которые необходимо сбросить.
- Нажмите **Reset** (Сброс).

Переполнение при измерении тока:

- Попробуйте использовать более высокий диапазон измерения тока (или Auto (Авто-диапазон)).
- Попробуйте использовать более низкое напряжение переменного тока.

Переполнение при измерении напряжения: Попробуйте более низкое напряжение смещения постоянного тока.

АБМ не зафиксирован: Автоматический балансировочный мост не был зафиксирован, когда проводилось измерение. Показания и результаты расчета могут быть неточными.

Ошибки дисбаланса АБМ

CVU использует метод автобалансировочного моста (АБМ) для достижения точных измерений импеданса. АБМ создает виртуальную землю на ТУ для минимизации ошибки измерения. Каждое измерение CVU выполняется с активным АБМ. АБМ всегда пытается зафиксировать низкую сторону ТУ на виртуальной земле.

Если АБМ не удается зафиксировать, измерение выполняется, но может выйти за пределы спецификации. В этом случае получаемые данные помечаются и отображаются желтым цветом на синем фоне на листе Analyze (Анализ).

Наиболее распространенными причинами, по которым АБМ не удается зафиксировать, являются:

- Длины кабелей на клеммах CVU не одинаковы
- Клеммы HPOT (высокий потенциал) или LPOT (низкий потенциал) были отсоединены
- Чрезмерный шум на клемме LPOT
- Источники высокой частоты
- Физическая длина кабеля не соответствует длине кабеля, установленной в Clarius
- Неправильно затянуты кабели SMA
- Неоптимальная настройка IRANGE
- Слишком большая паразитная нагрузка на низкой стороне ТУ.

Вы можете использовать функцию CVU Confidence Check для устранения ошибок АБМ. Инструкции по выполнению проверки надежности см. в разделе [Выполнение проверки на размыкание и короткое замыкание](#) (на стр. 4-22).

Анализ данных теста на уровне проекта

Вы можете выбрать данные тестов для отображения на уровне проекта. Это позволит вам сравнить данные разных тестов в вашем проекте.

Вы можете использовать инструмент Formulator на уровне проекта. Инструмент Formulator позволяет выполнять расчеты данных на основе данных теста и результатов других расчетов Formulator. Информацию о создании формул см. в разделе [Инструмент Formulator](#) (на стр. 5-1).

Вы также можете построить график данных. Информацию о настройках для графика см. в разделе [График](#) (на стр. 3-20).

Сохраните проект, чтобы сохранить вместе с ним настройки инструмента Formulator и графиков.

Выбор данных для панели Analyze (Анализ) на уровне проекта

Вы можете выбрать до 255 столбцов данных для отображения на панели Analyze на уровне проекта.

Чтобы выбрать тестовые данные для отображения на уровне проекта:

1. В дереве проекта выберите проект.
2. На правой панели выберите **Data Series** (Серии данных).
3. В **Device** (Устройство) выберите устройство, содержащее данные.
4. В **Test** (Тест) выберите тест, содержащий данные.
5. В **Run History** (Истории выполнения) выберите прогон, содержащий данные. Чтобы всегда отображались самые последние данные, выберите **LatestRun** (Последний прогон).
6. В **Data Series** (Серии данных) выберите All (Все), чтобы отобразить все доступные данные или определенный набор данных.
7. Выберите **Add** (Добавить).

Данные отобразятся на панели Analyze (Анализ). Выбранные серии данных также будут указаны в Series List (списке серий) на правой панели. Пример проекта с настроенным графиком показан на следующем рисунке.

Рисунок 82: Анализ для проекта



Удаление данных из панели Analyze (Анализ) на уровне проекта

Вы можете удалить данные из панели Analyze (Анализ) на уровне проекта. Данные удаляются из панели Analyze (Анализ) проекта. Исходные данные остаются нетронутыми.

Чтобы удалить все данные из панели Analyze (Анализ) на уровне проекта:

1. На правой панели выберите **Delete All** (Удалить все).

Чтобы удалить все данные для устройства с панели Analyze (Анализ) на уровне проекта:

1. На правой панели выберите устройство или тест.
2. Выберите **Delete** (Удалить). Все данные для устройства или теста будут удалены.

Чтобы удалить данные для определенных историй выполнения с экрана Analyze (Анализ) на уровне проекта:

1. На правой панели выберите историю выполнения в Series List (списке серий). Вы можете использовать Ctrl+щелчок для выбора нескольких отдельных историй выполнения. Вы можете использовать Shift+щелчок для выбора нескольких историй выполнения, идущих подряд.
2. Выберите **Delete** (Удалить).

История выполнения

Если тест выбран в дереве проекта и выбрано Analyze (Анализ), на правой панели появляется вкладка Run History (История выполнения). Если тест еще не выполнялся, история выполнения содержит образцы данных, а в панели Analyze (Анализ) отображается образец графика.

Если вы выполняли тест, то в верхней части панели Истории выполнения отображается последний прогон. Данные и график этого теста отображаются на панели Analyze (Анализ).

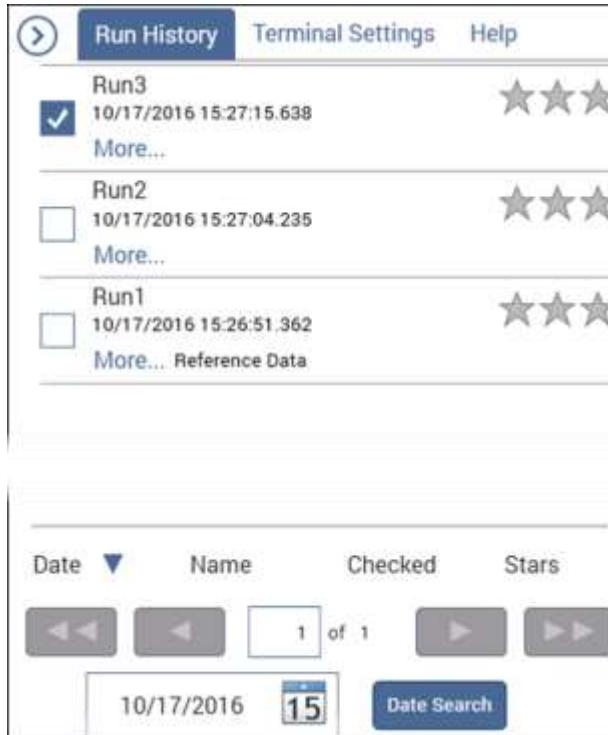
Вы можете хранить до 10 000 запусков для каждого теста.

При запуске стресс-тестов в файл данных Run History (История выполнения) сохраняются только данные последнего цикла, чтобы оптимизировать использование дискового пространства.

Каждая запись истории выполнения включает в себя:

- Временную метку, которая показывает дату и время, когда тест был выполнен.
- Время выполнения.
- Рейтинговые звезды, которые можно использовать для пометки определенных тестов.
- Примечания. Выберите ссылку **More** (Больше) и выберите текстовое поле, чтобы добавить заметки о прогоне. Выберите **Enter** (Ввод), когда заметки будут завершены.
- Индикатор Monitor (Мониторинг), если данные были получены с помощью опции Monitor.

Рисунок 83: Панель истории выполнения

**NOTE**

Если вы внесли данные из проекта модели 4200, каждый набор добавленных данных отображается как отдельная история выполнения.

Изменение имени тестового прогона

Вы можете изменить имя прогона. Если вы измените имя прогона, новое имя будет отображаться в следующих местах:

- Имя вкладки данных на листе Analyze (Анализ).
- В диалоговых окнах Graph Settings (Настройки графика), Legend (Пояснения), Data Variables (Переменные данных) и в окне конфигурации графика.
- В диалоговом списке Formulator в разделе Formula Set (Набор формул), который позволяет использовать формулы из этого прогона в новом прогоне.
- В имени вкладки Excel и на листе Settings (Настройки), если вы сохраните набор данных в файл Microsoft Excel с помощью команды Save Data (Сохранить данные).
- В библиотеке тестов, если вы добавляете тест в библиотеку тестов.

Имена для тестовых прогонов:

- Должны состоять менее чем из 19 символов.
- Должны быть уникальными; несколько тестов не могут иметь одинаковое имя. Сравнение имен не чувствительно к регистру. Например, Best и best считаются одним и тем же именем.
- Не должны использоваться зарезервированные имена Clarius, в том числе Data, Calc, Settings и имена с Run1 до Run9999.

Чтобы изменить имя тестового прогона:

1. На панели Run History (История выполнения) выберите **More** (Больше).
2. В текстовом поле номера прогона (Run) введите новое имя.
3. Выберите информацию в текстовом поле, содержащем номер прогона, а затем нажмите **Enter** (Ввод). Отобразится введенное имя, а затем номер прогона.

Изменение отображения историй выполнения

Вы можете выбрать до 128 историй выполнения. Каждый прогон имеет отдельную вкладку на листе Analyze (Анализ), и все выбранные прогоны отображаются на графике. По умолчанию на листе Analyze (Анализ) отображаются данные и график истории последнего прогона. Выберите другую Историю выполнения, чтобы просмотреть эту информацию на листе Analyze (Анализ) и на графике.

Чтобы удалить историю выполнения, щелкните правой кнопкой и выберите **Delete** (Удалить). Чтобы удалить все истории выполнения, включая данные примеров, щелкните правой кнопкой на панели Run History (История выполнения) и выберите **Delete All** (Удалить все).

Вы можете изменить порядок сортировки историй выполнения с помощью опций в нижней части панели Run History (История выполнения). Выберите **Date** (Дата), **Name** (Имя), **Checked** (Отмеченные) или **Stars** (Звезды), чтобы отсортировать истории выполнения в порядке возрастания или убывания этого параметра.

Если у вас несколько панелей с историями выполнения, используйте кнопки со стрелками для перемещения между панелями.

Чтобы выбрать конкретные истории выполнения, выделите историю выполнения, щелкните правой кнопкой и выберите **Select** (Выбрать). Чтобы выбрать диапазон, выделите другую историю выполнения, щелкните правой кнопкой и выберите **End Select** (Конец выбора). Чтобы удалить выбранные истории выполнения, щелкните правой кнопкой и выберите **Delete Selected** (Удалить выбранные). Чтобы сбросить выбор, щелкните правой кнопкой и выберите **Clear Select** (Сбросить выбор).

Вы можете изменить прогоны, которые отображаются на графике, используя опцию **Graph Settings > Define Graph** (Настройки графика > Определить график). Подробнее см. раздел [Изменение настроек графика](#) (на стр. 3-24). Чтобы сбросить все выборы, щелкните правой кнопкой и выберите **Unclear All** (Сбросить все).

Поиск истории выполнения

Историю выполнения можно искать по дате.

Чтобы найти историю выполнения по дате:

1. В нижней части панели Run History (История выполнения) введите дату.
2. Выберите **Date Search** (Поиск по дате).

Копирование настроек истории выполнения на экран Configure (Конфигурация)

Настройки истории выполнения можно скопировать на панель Configure (Конфигурация). Все настройки на панели Configure (Конфигурация) заменяются настройками из истории выбранного прогона.

Чтобы скопировать настройки:

1. На панели Run History (История выполнения) щелкните правой кнопкой на тестовый прогон.
2. Выберите **Load Configuration** (Загрузить конфигурацию).
3. Вы можете скопировать конфигурацию из выбранной Истории в панель Configure (Конфигурация).

Настройка количества историй выполнения

Можно задать количество прогонов, которые сохраняются и отображаются на панели Run History (История выполнения).

Когда вы запускаете тест, количество прогонов, сохраненных в Run History, ограничено установленным числом. Чтобы сохранить заданное количество прогонов, Clarius удаляет самый старый невыбранный прогон. Если количество существующих данных превышает лимит, удаляется только самый старый невыбранный прогон. Выбранные вами прогоны никогда не удаляются автоматически.

Например, если у вас есть 200 существующих прогонов и вы изменили максимальный размер истории прогонов на 5, количество прогонов в истории прогонов останется равным 200. При следующем запуске теста удаляется самый старый невыбранный прогон.

Если вы выполняете проект с циклом для подплощадки или стресс-тестированием, в начале выполнения автоматически снимается выбор со всех существующих прогонов. Выбираются и отображаются на графиках только данные, собранные во время последнего выполнения проекта. Чтобы сохранить данные между прогонами проекта, увеличьте размер истории прогонов до значения, превышающего количество циклов или стресс-циклов в проекте.

Если размер истории меньше, чем количество циклов или стресс-циклов, то для каждого цикла или стресс-цикла все равно создается прогон.

Чтобы установить количество прогонов, хранящихся в Истории выполнения:

1. В Clarius выберите **My Settings** (Мои настройки).
2. Выберите **Run Settings** (Настройки выполнения).
3. В поле **Run History Size** (Размер истории выполнения) введите количество прогонов (от 1 до 10 000).
4. Выберите **OK**.

Листы Analyze (Анализ) для циклического тестирования подплощадки

Данные электронной таблицы для подплощадки собираются в листе Analyze для данной подплощадки. Электронная таблица Analyze (Анализ) представляет собой электронную таблицу, совместимую с Microsoft® Excel®. Она может содержать следующие листы:

- Calc (Расчет): Предоставляет электронную таблицу, которую можно использовать для пользовательского анализа данных, специфичных для конкретного теста. Если в проекте имеется несколько одноименных экземпляров теста, уравнения рабочего листа Calc (Расчет) будут уникальны для каждого экземпляра. Ячейки в рабочем листе Calc могут быть связаны с ячейками в рабочих листах Run (Выполнение) и Settings (Настройки).
- Settings (Настройки): Документируется конфигурация теста и номер площадки. Этот рабочий лист доступен только для чтения.

Чтобы отобразить данные подплощадки:

1. В дереве проекта выберите подплощадку.
2. Выберите **Analyze** (Анализ).

Лист Analyze (Анализ) для режима стресс-тестирования/измерений

На следующем рисунке показан пример листа для подплощадки с одним устройством. Столбцы таблицы анализа включают в себя:

- Column A (Колонка А): Циклы, которые были выполнены.
- Column B (Колонка В): Время стресс-теста (в секундах) для всех циклов. Стресс-тест для первого цикла составляет 0,0 секунды. Это цикл без стресса, для тестирования интерфейса.
- Column C (Колонка С): Измеренные показания для первого выходного значения, показания IDOFF для теста ID#1.
- Column D (Колонка D): Начиная со второго цикла, перечисляется процентное изменение между каждым показанием IDOFF после стресс-теста и показанием IDOFF до стресс-теста в первом цикле. Значение процентного изменения рассчитывается следующим образом:
$$\% \text{ Change} = \text{ABS}[(\text{Post-Stress Rdg} - \text{Pre-Stress Rdg}) / \text{Pre-Stress Rdg} \times 100]$$

Для примера на следующем рисунке процентное изменение I_{DOFF} для второго цикла рассчитывается как:

$$\begin{aligned}\% \text{ Change } I_{DOFF} &= \text{ABS}[(82.2013e-15 - 291.1666e-15) / 291.1666e-15 \times 100] \\ &= \text{ABS}[-208.9653e-15 / 291.1666e-15 \times 100] \\ &= \text{ABS}[-0.7176 \times 100] \\ &= 71,8\end{aligned}$$

- Column E (Колонка Е): Целевое значение, которое было присвоено выходному значению в Subsite Stress Properties (Параметры стресс-теста подплощадки). Целевое значение 0,0 означает, что целевое значение для IDOFF неактивно. Цель достигается, когда значение % изменения равно или превышает целевое значение.

- Начиная с колонки F, каждые три колонки содержат показания для другого выходного значения, процентное изменение и целевое значение.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	vbe
1	Cycle Index	Stress Time	Id#1 IDOFF	% Change IDOFF	Target Value	Id#1 IDLIN	% Change IDLIN	Target Value	Id#1 IDSAT	% Change IDSAT	Target Value	igleak#1 IGLEAK	% Change IGLEAK	Target Value	VTE
2					0.000	269.9511E-6					0.000	4.6286E-3		0.000	-6.8007E-12
3	1	0.00	308.1623E-15		0.000	269.9511E-6					0.000	4.6286E-3		0.000	926
4	2	10.00	74.6224E-15	75.786		276.2232E-6	2.323				0.000	4.6160E-3	0.271	168.0886E-15	102.472
5	3	21.54	102.9612E-15	66.591		279.2826E-6	3.457				0.000	4.6100E-3	0.402	163.3108E-15	102.490
6	4	46.42	177.5246E-15	42.396		284.6662E-6	5.458				0.000	4.5991E-3	0.636	202.7564E-15	102.981
7	5	100.00	133.8737E-15	56.560		292.0504E-6	8.186				0.000	4.5843E-3	0.956	213.4304E-15	103.138
8	6	215.44	171.1995E-15	44.449		297.4943E-6	10.203				0.000	4.5738E-3	1.183	238.4493E-15	103.506
9	7	464.16	188.5646E-15	38.814		299.3781E-6	10.901				0.000	4.5711E-3	1.241	235.6590E-15	103.465
10	8	1000.00	75.7835E-15	75.409		299.9014E-6	11.095				0.000	4.5715E-3	1.233	231.4591E-15	103.403
11	9	2154.43	131.7894E-15	57.237		299.8906E-6	11.091				0.000	4.5733E-3	1.196	202.8820E-15	102.983
12	10	4641.59	96.0319E-15	68.839		301.8061E-6	11.800				0.000	4.5714E-3	1.235	162.6893E-15	102.392
13	11	10000.00	45.7663E-15	85.150		302.9184E-6	12.212				0.000	4.5712E-3	1.239	104.9323E-15	101.543
14	12	20000.00	96.5863E-15	68.660		302.4817E-6	12.051				0.000	4.5738E-3	1.184	59.8365E-15	100.880

Если в панели Terminal Settings (Настройки вывода) выбрано значение Measure Current (Измерение тока) или Measure Voltage (Измерение напряжения), 4200A-SCS выполняет одно измерение для каждого вывода перед началом каждого цикла стресс-тестирования и возвращает это одно измерение на лист подплощадки. Проводится одно измерение тока, если вывод настроен на стресс-тест напряжения постоянного тока, или одно измерение напряжения, если вывод настроен на стресс-тест тока. Имя столбца, содержащего измерение, включает в себя имя устройства, название вывода и идентификатор измерения (I или V).

График анализа для режима стресс-тестирования/измерения

Графики для режима стресс-тестирования/измерения показывают зависимость деградации (%) от времени стресса. Каждая точка на графике представляет собой деградацию устройства (% Change) для тестов после каждого цикла стресс-тестирования (время стресс-теста).

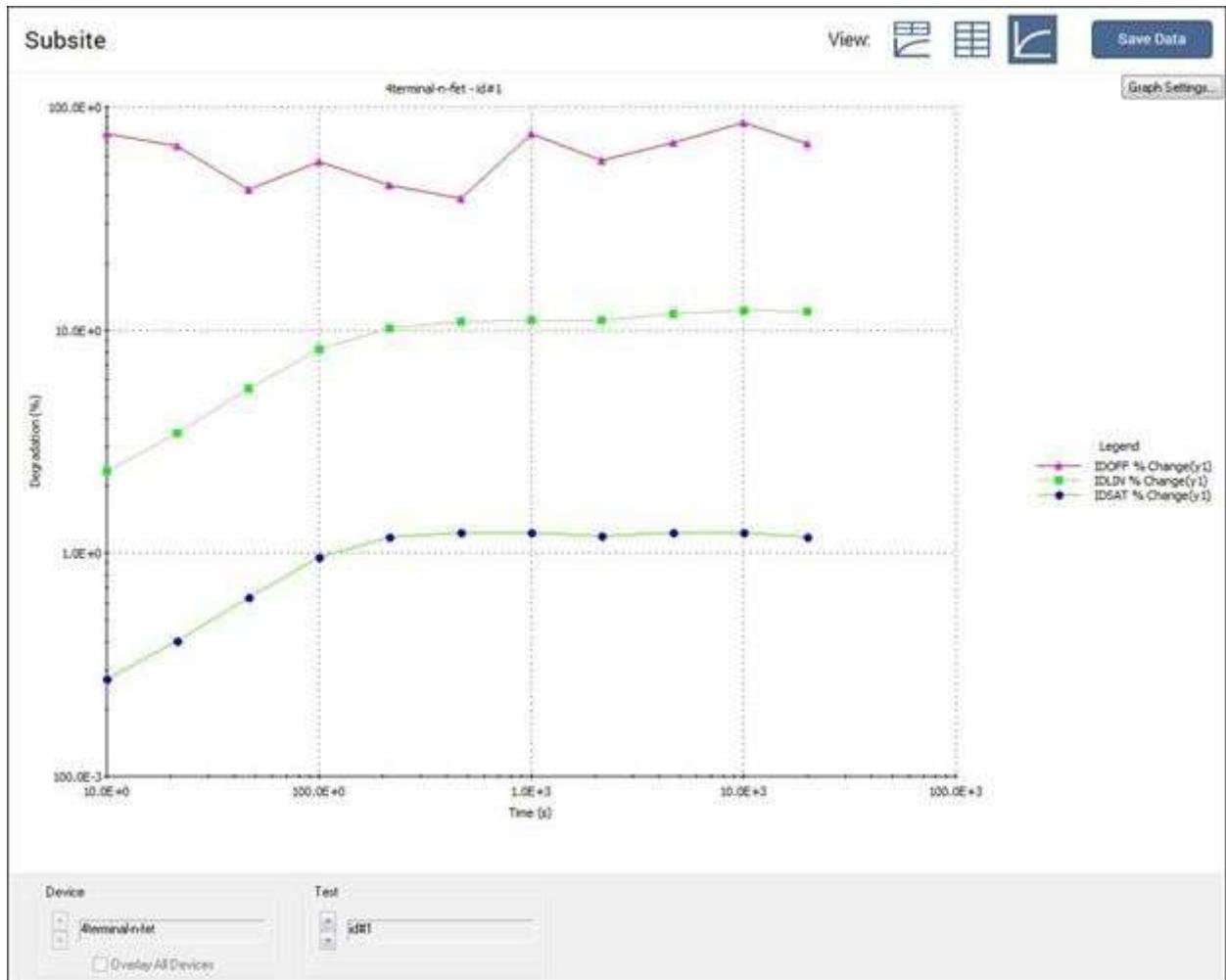
На графике ниже показаны результаты теста id#1 для устройства 4terminal-n-fet. Три графика относятся к выходным значениям IDOFF, IDLIN и IDSAT.

Опции в нижней части графика позволяют вам выбрать, данные каких устройств и тестов отображаются на графике. Опции следующие:

- Device (Устройство):** Выберите устройство, для которого будут отображаться данные. Для подплощадки с одним устройством эта опция недоступна.
- Overlay All Devices (Наложить графики всех устройств):** Выберите эту опцию для отображения всех графиков для всех устройств, которые были измерены с помощью выбранного теста. Для подплощадки с одним устройством эта опция недоступна.
- Test (Тест):** Выберите тест, для которого необходимо отобразить данные.

Выходные значения для каждого теста можно отобразить в виде графика, как показано на рисунке ниже.

Рисунок 84: График режима стресс-тестирования/измерений



Лист Settings (Настройки) для подплощадки

На листе Settings (Настройки) отображается информация о настройке циклов тестирования подплощадки. Здесь также перечислены выходные значения для каждого устройства и теста. Чтобы отобразить лист настроек, выберите вкладку Settings (Настройки) на листе Analyze (Анализ) подплощадки.

Пример листа настроек для режима Cycle (Цикл) показан на рисунке ниже.

Рисунок 85: Лист Analyze Subsite Settings (Настройки анализа для подплощадки) для режима Cycle (Цикл)

A	B	C	D
1	Subsite Name	HCI	
2	Site Number	1	
3	Cycle Mode	Cycle Mode	
4			
5	Total Cycles	13	
6	Last Executed	08/18/2016 15:49:33	
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
↖ ↗ 4terminal-n-fet_1 ↖ ↗ 4terminal-n-fet ↖ ↗ Calc ↖ ↗ Settings ↖ ↗			

Пример листа настроек для режима Стресс-иестирования/Измерения показан на рисунке ниже. Он похож на лист настроек для режима Cycle (Цикл), но включает в себя информацию о целях. Для каждой включенной цели указано целевое значение. После циклического тестирования подплощадки также указывается, были ли достигнуты целевые значения.

В верхних строках показана настройка циклического тестирования подплощадки.

В следующем ряду строк показаны выходные значения и информация о цели. Здесь перечислены процентные значения цели, которые показывают, была ли достигнута цель.

Рисунок 86: Лист настроек анализа подплощадки для режима стресс-тестирования/измерения

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Subsite Name	HCI						
2	Site Number	1						
3	Cycle Mode	Log Stress Mode						
4	First Stress Time	10.0						
5	Total Stress Time	30000.0						
6	# Stresses/Decade	3.0						
7	Stress Measure Delay	0.0						
8	Stress Times	10.0	21.5	46.4	100.0	215.4	464.2	1000.0
9	Last Executed	08/18/2016 15:40:54						
10								
11	Device 1	4terminal-n-fet_1						
12	Test	id#1	id_1#1	id_1#1	igbreak_1#1	vtextlin_1#1	vtextlin_1#1	vtextsat_1#1
13	Output Value	IDOFF	IDUN	IDSAT	IGLEAK	VTEXTLIN	GMEXTLIN	SUBLP
14	Enable Target	No	No	No	No	No	No	No
15	Target % Value	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	Target % Reached	No	No	No	No	No	No	No
17								
18	Device 2	4terminal-n-fet						
19	Test	id#1	id#1	id#1	igbreak#1	vtextlin#1	vtextlin#1	vtextsat#1
20	Output Value	IDOFF	IDUN	IDSAT	IGLEAK	VTEXTLIN	GMEXTLIN	SUBLP
21	Enable Target	No	No	No	No	No	No	No
22	Target % Value	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	Target % Reached	No	No	No	No	No	No	No
24								
25								
26	Device Status:							
27	Device	4terminal-n-fet_1	4terminal-n-fet					
28	Status	OK	OK					
29								
30	Stress Properties:							
31	Stress Type	AC Voltage Stress						
32	Leave Stress ON	No						
33	Number of Devices	2						
34								
35	Device Pin/SMU Connections:							
36	Device 1	4terminal-n-fet_1						
37	4terminal-n-fet_1							
38								
39	Device 2	Drain Pin (SMU)	Gate Pin (VPU)	Source Pin (SMU)	Bulk Pin (SMU)			
40	4terminal-n-fet	2	3	1	4			
41								
↖ ↗ 4terminal-n-fet_2 ↖ ↗ 4terminal-n-fet_1 ↖ ↗ 4terminal-n-fet ↖ ↗ Stress ↖ ↗ Calc ↖ ↗ Settings ↖ ↗								

Лист Calc (Расчет)

Лист Calc доступен, когда отображается панель Subsite Analyze (Анализ подплощадки).

Лист Calc позволяет:

- Привязывать и копировать значения и информацию из листов Run (Выполнение) и Settings (Настройки), включая расчеты инструмента Formulator.
- Выполнять дополнительный анализ данных или оперативные расчеты.
- Отображать результаты вычислений с помощью графика. Любой столбец листа Calc с записью в первой строке автоматически доступен на графике как потенциальная переменная графика. См. раздел [Определение данных для построения графика](#) (на стр. 3-22), чтобы построить график данных листа Calc.

Для всех ячеек, содержащих данные с привязкой или значения, выведенные из теста, Clarius рассчитывает их в режиме реального времени по мере выполнения теста.

NOTE

Избегайте размещения чисел или другой информации, которую вы не хотите отображать в качестве имен параметров, в первой строке листа Calc. Опция Data Series (Серии данных) в определении графика использует эту строку для назначения серий данных.

На листе Calc можно вводить формулы и выполнять вычисления. Лист Calc предоставляется исходя из предположения, что большинство пользователей уже знакомы с использованием электронных таблиц.

Перед выполнением вычислений с помощью листа Calc, ознакомьтесь с доступными математическими функциями листа Calc в разделе [Определения функций листа Calc](#) (на стр. 3-48).

Лист Calc совместим с Microsoft® Excel®.

Чтобы открыть лист Calc:

1. Выберите подплощадку.
2. Выберите **Analyze** (Анализ).
3. Выберите лист **Calc** (Расчет).

Привязывание ячеек рабочих листов Run (Выполнение) и Settings (Настройки) к ячейкам рабочего листа Calc

Вы можете привязать ячейки рабочих листов Run и Settings к рабочему листу Calc. Когда содержимое ячеек привязанного рабочего листа изменяется, содержимое ячеек соответствующего привязке рабочего листа изменяется в соответствии с этим.

Чтобы привязать содержимое ячейки рабочего листа:

1. Определите рабочий лист и номер ячейки, которые необходимо привязать.
2. В рабочем листе Calc выберите ячейку, для которой необходимо создать связь.

3. Для создания привязки:

- К ячейке на листе Run: введите `=TabName!CellNumber`, где TabName - Имя вкладки электронной таблицы, *x* - номер рабочего листа Run, а CellNumber - ячейка. К ячейке номер A2 рабочего листа 4terminal-n-fet: введите `=4terminal-n-fet!A2`.
- К ячейке рабочего листа Settings: введите `=Settings!CellNumber`, где CellNumber это номер ячейки.

4. Нажмите **Enter** (Ввод). Формула заменяется данными из рабочего листа Run или Settings.

После того как вы установили привязку к ячейке, вы можете установить привязку к ячейкам, расположенным ниже или справа от связанных данных.

Чтобы установить привязку к соседним ячейкам:

1. Выберите ячейку рабочего листа Calc, содержащую привязанные данные, и ячейки, к которым вы хотите привязать соседние ячейки.
2. Щелкните ячейку правой кнопкой и выберите **Fill Down** (Заполнить снизу) или **Fill Right** (Заполнить справа). Новые данные отобразятся сразу после того как вы отпустите кнопку мыши.

Меню опций Calc

Вы можете щелкнуть правой кнопкой по электронной таблице Calc, чтобы получить доступ к опциям для работы с таблицей. Опции описаны ниже.

Cut (Вырезать): Удалить содержимое ячейки и поместить в буфер обмена.

Copy (Копировать): Копировать содержимое ячейки в буфер обмена.

Paste (Вставить): Вставить содержимое из буфера обмена в выбранную ячейку.

Insert (Вставка): Вставка ячеек, строк или столбцов в лист

Calc. Delete (Удалить): Удалить ячейки, строки или

столбцы из листа Calc. **Clear (Очистить):** Очистить форматирование, значения или и то, и другое из выбранных ячеек.

Format Cells (Форматировать ячейки): Позволяет форматировать выбранные ячейки, включая шрифты, типы чисел, выравнивание, границы и шаблоны.

Fill Down (Заполнить вниз): Используйте команду Fill Down (Заполнить вниз), чтобы заполнить выбранный диапазон ячеек содержимым верхней ячейки столбца. Выберите ячейки, которые вы хотите использовать в качестве исходных, и ячейки ниже этой ячейки. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду Fill Down. Содержимое верхнего ряда ячеек скопируется в выбранные ячейки.

Fill Right (Заполнить справа): Используйте команду Fill Right (Заполнить справа), чтобы заполнить выбранный диапазон ячеек содержимым

самой левой ячейки в диапазоне. Выберите ячейки, которые вы хотите использовать в качестве исходных, и ячейки справа от них. Щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду Fill Right (Заполнить справа). Содержимое ячеек левого столбца скопируется в выбранные ячейки.

Hide column (Скрыть столбец): Скрыть столбец с экрана.

Unhide column (Показать столбец): Показать столбец, который был скрыт с помощью команды Hide (Скрыть).

Рабочий лист Settings

На рабочем листе Settings (Настройки) записывается информация о конфигурации теста из панели Configure (Конфигурация) для последнего выполнения теста. Рабочий лист Settings доступен только для чтения, но вы можете связать любое его содержимое с рабочим листом Calc.

Сохранение графиков и результатов тестов

Вы можете сохранять графики и результаты тестов.

Данные листа сохраняются в формате, совместимом с приложением Microsoft® Excel®. Графики можно сохранять в форматах jpg, bmp, png или gif.

Чтобы сохранить графики и результаты тестов:

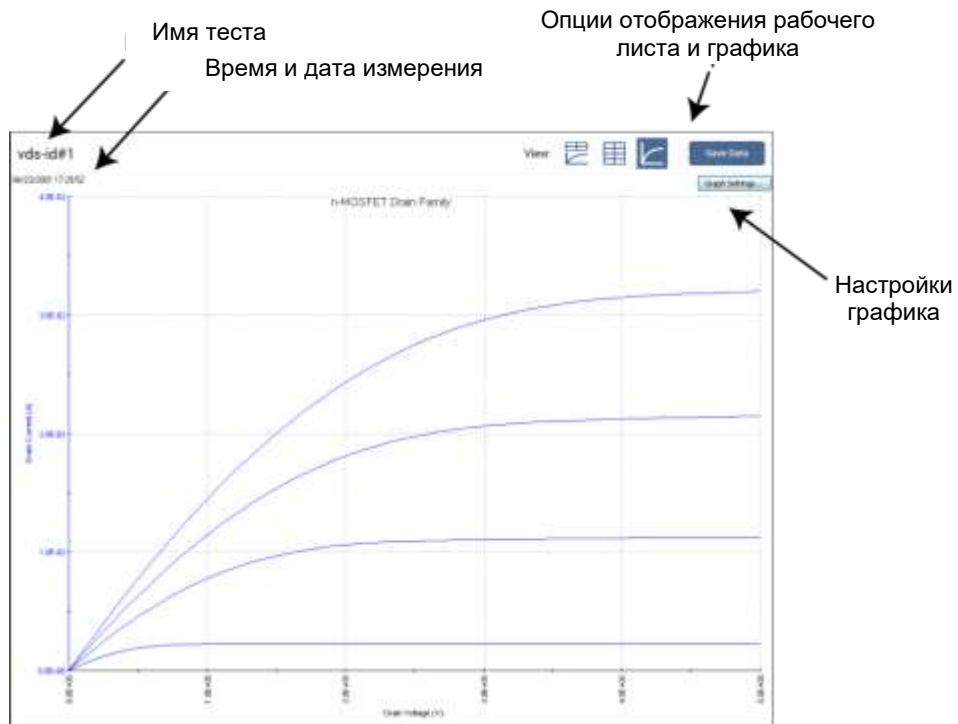
1. Выберите **Analyze** (Анализ). Результаты тестов отображаются в виде данных в электронной таблице и на графике, как показано на рисунке ниже.
2. Выберите **Save Data** (Сохранить данные). Отобразится диалоговое окно Save Test Data As (Сохранить данные теста как...).
3. Если вы хотите использовать одно и то же имя для графиков и листов, введите имя в поле **Common Filename** (Общее имя файла) и выберите **Populate** (Заполнить). Имена будут изменены. Расположение файлов не изменяется.
4. Если вы сохраняете данные из листа, выберите местоположение и имя файла в поле **Sheet** (Лист).
5. Если вы сохраняете график, выберите местоположение файла и имя графика в полях **Graph1** (График1) и **Graph2** (График2).
6. Если вы сохраняете график, выберите **Graph File Format** (Формат файла графика).
7. Чтобы сохранить информацию:
 - Из листа Run: Выберите **Save Sheet** (Сохранить лист).
 - Чтобы сохранить информацию из графика, выберите **Save Graph1** (Сохранить График1) или **Save Graph2** (Сохранить График2).
 - Чтобы сохранить и данные, и графики: Выберите **Save All** (Сохранить все).

График

График Analyze позволяет создавать и экспортить графики теста и результатов анализа теста. График предоставляет гибкие возможности выбора данных для построения, форматирования, аннотирования и отображения числовых координат с помощью точных курсоров.

На графике отображаются данные с вкладок листов Run и Calc для выбранного прогона. При каждом прогоне, график обновляется, отображая последний набор данных.

Формат графика можно изменить с помощью **Graph Settings** (Настройки графика).

Рисунок 87: Пример графика Analyze

Открытие графика

Чтобы открыть график:

1. В дереве проекта выберите тест.
2. Выберите **Analyze** (Анализ). График отображается в нижней части центральной панели. Время и дата генерации данных отображаются в верхнем левом углу.
3. Чтобы увеличить график, выберите опцию **Graph view** (Вид графика).

Рисунок 88: Пример графика для семейства кривых стока n-МОП-транзистора

Определение данных для построения графика

В диалоговом окне Graph Definition (Определение графика) отображаются серии данных, которые можно отобразить на графике. Имена серий данных берутся из первой строки электронной таблицы Run. Если имеется несколько параметров с одинаковыми именами, то после имени параметра в диалоговом окне Graph Definition (Определение графика) отображается символ *.

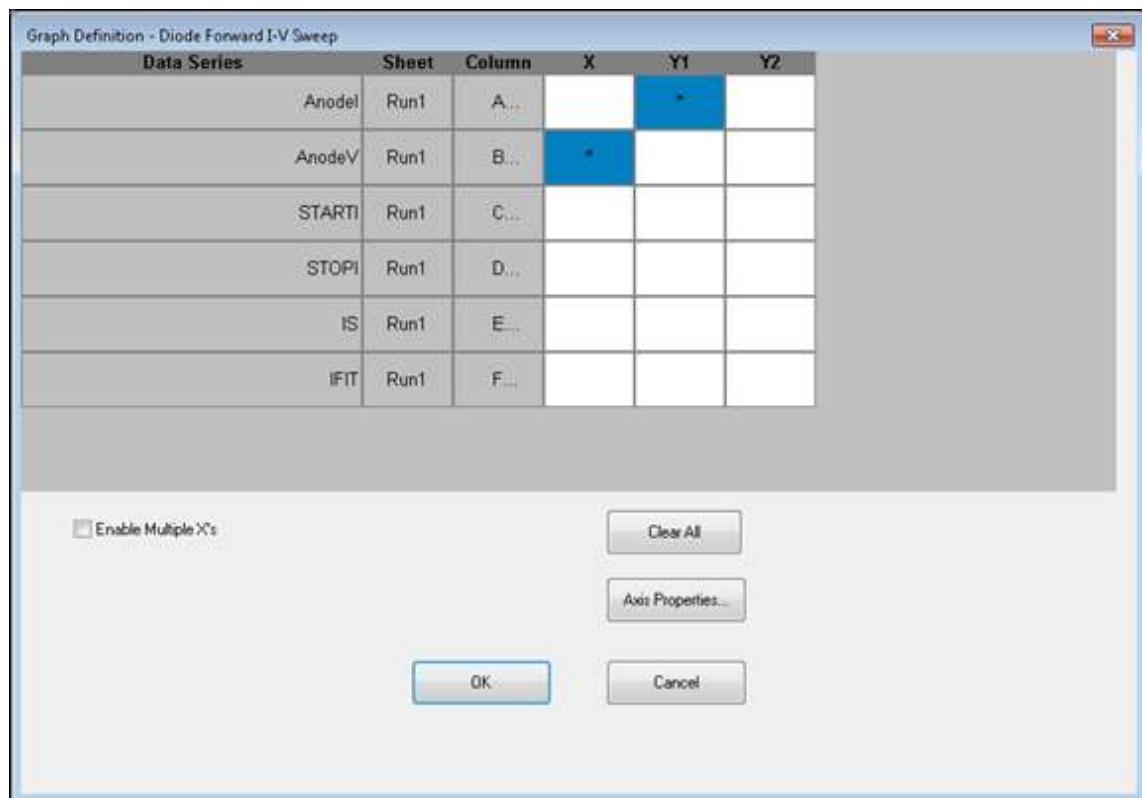
Столбец Sheet (Лист) показывает, откуда взяты данные - с вкладки Run или вкладки Calc. Столбец Column показывает, из какого столбца листа поступили данные.

Для изменения осей можно использовать Axis Properties (Свойства оси). Информацию см. в разделе [Определение свойств оси](#) (на стр. 3-25).

Чтобы определить график:

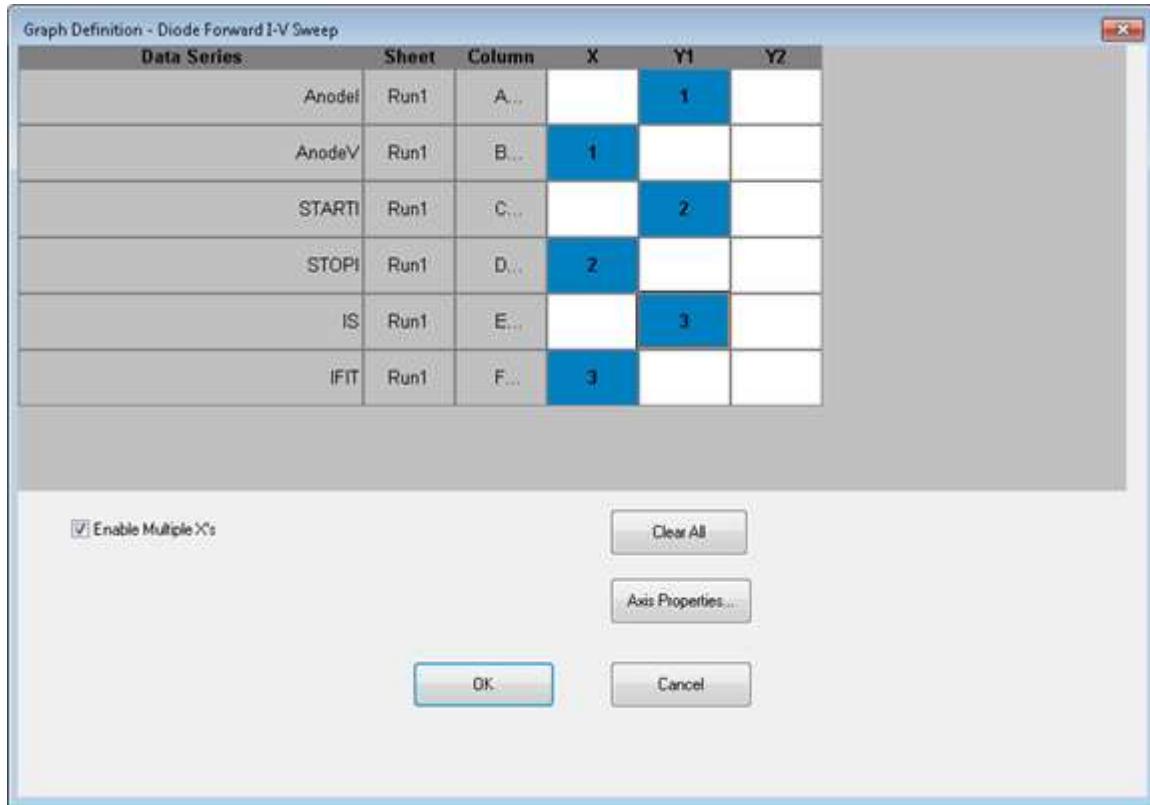
1. Выберите **Graph Settings** (Настройки графика).
2. Выберите **Define Graph** (Определить график). Пример диалогового окна Graph Definition (Определение графика) показан на следующем рисунке.

Рисунок 89: Вкладка Определение графика для теста vfd



3. Для каждой серии данных выберите ось, по которой будет строиться график данного параметра. Осями являются:
 - **X:** Ось X.
 - **Y1:** Ось Y в левой части графика.
 - **Y2:** Ось Y в правой части графика. Ось Y2 может иметь другой масштаб и метки, нежели ось Y1.
4. Если тест не определяет семейство кривых, можно выбрать **Enable Multiple X's** (Включить множественные оси икс), как показано на следующем рисунке. При выборе нескольких осей X:
 - Выберите Y для каждого X. Число в ячейке указывает на взаимосвязь.
 - Чтобы изменить число, щелкните по ячейке, пока не появится нужное число.

Рисунок 90: Диалоговое окно Определение графика при выборе нескольких X



5. Нажмите **OK**.
6. Чтобы сбросить настройки, выберите **Clear All** (Очистить все).

Просмотр свойств координат графика и серий данных

Когда вы выбираете точку на любом графике с помощью мыши или другого указывающего устройства, Clarius отображает следующую информацию об этой точке:

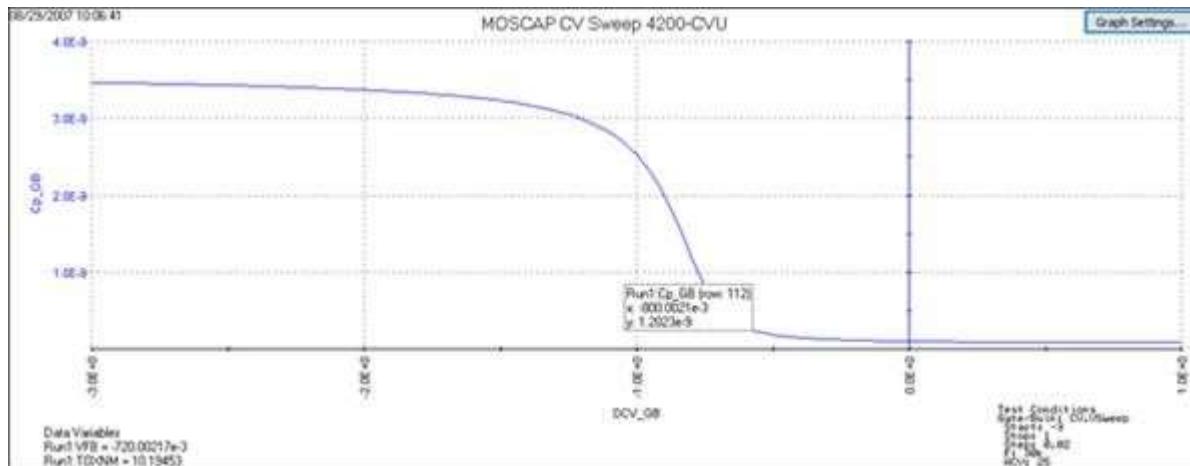
- Серия данных
- Номер строки в листе Run
- Координаты с точностью до четырех знаков после запятой

Эта функция позволяет проверить информацию о любой точке на графике.

Чтобы отобразить информацию:

1. Поместите курсор графика по умолчанию над линией графика примерно в месте расположения точки.
2. Перемещайте курсор вдоль линии графика, пока он не окажется над точкой. Курсор изменится на курсор-указатель и отобразятся координаты, как показано на следующем рисунке.

Рисунок 91: Отображение точки



3. Чтобы отобразить дополнительную информацию о серии данных, используемой для этой точки, щелкните правой кнопкой мыши. Отобразится диалоговое окно Data Series Properties (Свойства серии данных). Информацию см. в разделе [Изменение отображения серии данных](#) (на стр. 3-43).

Изменение настроек графика

Вы можете получить доступ к настройкам графика, выбрав кнопку **Graph Settings** (Настройки графика). Вы также можете получить доступ к этим настройкам, щелкнув правой кнопкой на графике.

Двойной график

Выберите Dual Graph (Двойной график), чтобы отобразить два графика: один с осью Y в качестве левой оси и другой с осью Y1 в качестве левой оси.

Автомасштабирование

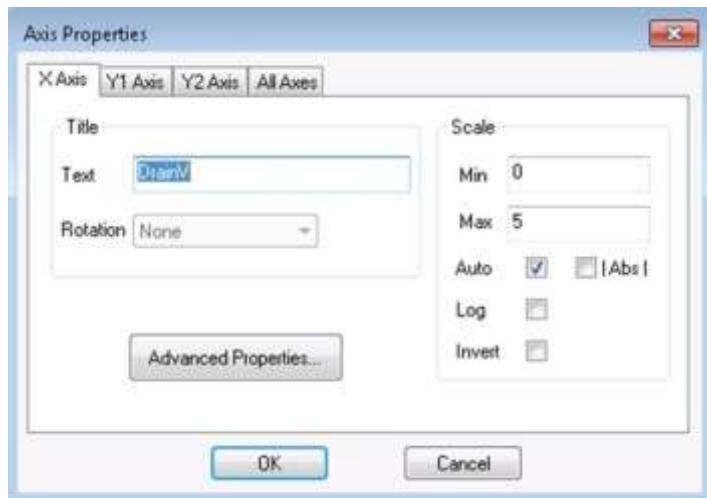
Однократно автоматически масштабирует все оси. Чтобы изменить способ масштабирования осей, см. раздел [Определение свойств оси](#) (на стр. 3-25).

Определение свойств оси

Чтобы изменить свойства осей графика:

1. Выберите **Analyze** (Анализ).
2. Выберите **Graph Settings** (Настройки графика).
3. Выберите **Axis Properties** (Свойства осей). Откроется диалоговое окно, показанное ниже.

Рисунок 92: Диалоговое окно Axis Properties (Свойства осей) графика



Вкладки диалогового окна Axis Properties следующие:

- **X Axis (Ось X):** Управляет свойствами горизонтальной оси.
- **Y1 Axis (Ось Y1):** Управляет свойствами левой вертикальной оси.
- **Y2 Axis (Ось Y2):** Управляет свойствами правой вертикальной оси.
- **All Axes (Все оси):** Управляет свойствами, общими для всех осей.

Опции параметров осей X, Y1 и Y2

Опции для осей X, Y1 и Y2 описаны в следующей таблице.

Опция	Описание
Title Text (Текст заголовка)	Заголовок для оси. По умолчанию используется заголовок столбца строки 1 на вкладке Run.
Title Rotation (Поворот заголовка)	Направление текста заголовка. Выберите угол из списка.
Scale Min (Масштаб мин.)	Минимальное значение масштаба для оси. Применимо только в том случае, если параметр Auto очищен (автомасштабирование отключено).
Scale Max (Масштаб макс.)	Максимальное значение масштаба для оси. Применимо только в том случае, если параметр Auto очищен (автомасштабирование отключено).
Scale Auto (Автомасштабирование)	Оптимизирует масштаб оси для отображения всех данных на основе наибольшего значения. Работает как с линейной, так и с логарифмической шкалой. Может изменить способ отображения логарифмической шкалы.
Scale Abs (Абсолютные значения)	Все данные отображаются в положительной части графика.
Scale Log (Логарифмический масштаб)	При выборе этого параметра, отображение оси меняется на логарифмическое. При выборе параметра Log автоматически применяется параметр Abs .
Scale Invert (Инверсия шкалы)	При выборе этого параметра, изменяется направление данных по оси. Например, если для оси X выбрано значение Invert, значения данных будут уменьшаться слева направо, а не увеличиваться.

Расширенные свойства оси

Расширенные (Advanced) параметры оси для осей X, Y1 и Y2 описаны в следующей таблице.

Опция	Описание
Annotation Type (Тип аннотирования)	Устанавливает тип числа, используемого для меток оси: <ul style="list-style-type: none"> ■ Обычный: Метки в простой десятичной системе счисления, например 30.0. ■ Научный: Метки в научной нотации (например, 3.0E+01 вместо 30.0). ■ Инженерный: Обозначения осей в инженерной нотации (например, 300E-3 вместо 0.30). ■ Инженерный символ: Отображает единицы измерения вместе с меткой, например 30.0 Volts (V).
Инженерный символ	При выборе Engineering, нотация отображается в простой десятичной системе с инженерными единицами измерения. Если выбрать Auto (Авто), символ добавляется автоматически. Если опция Auto снята, можно выбрать символ из списка, например 30000.0 mV
Точность	Определяет количество десятичных знаков в метках.
Расположение	Задает расположение меток оси X относительно верхней и нижней частей графика, а также расположение меток осей Y1 и Y2 относительно правой и левой сторон графика. Вы можете выбрать: <ul style="list-style-type: none"> ■ Auto (Автоматически): Clarius определяет, где размещаются метки. ■ Origin (Начало координат): Ось размещается на начале координат. Этот параметр предназначен для биполярной оси (оси, которая имеет как положительные, так и отрицательные значения шкалы). Если ось не является биполярной, Origin будет значить то же, что и Min. ■ Min (Мин.): Для осей X, ось располагается внизу. Для оси Y ось располагается слева от графика. ■ Max (Макс.): Для осей X, ось располагается вверху. Для оси Y ось располагается справа от графика.
Rotation (Поворот)	Выравнивание меток оси. Все углы задаются относительно оси X. При вращении по умолчанию метки располагаются перпендикулярно оси.
Color (Цвет)	Определяет цвет меток оси.
Grid Lines (Линии сетки)	Указывает, будут ли на графике линии сетки на основных метках оси.
Major (Основные)	Задает расстояние между отдельными метками на оси и между отдельными отсечками и линиями сетки в текущих единицах измерения. Если параметр Auto (Авто) снят, расстояние между отсечками можно задать вручную. Например, если диапазон оси X составляет 5 В, можно установить значение 0,2, чтобы расстояние между метками и основными отсечками составляло 0,2 В. Если выполнить автомасштабирование всех осей одновременно, выбрав Auto Scale (Автомасштабирование) в меню Graph Settings (Настройки графика), основные отсечки сразу устанавливаются автоматически при обновлении масштаба, и настройка Major Tick (Основная отсечка) изменится соответствующим образом по завершении операции автомасштабирования. Однако ручная настройка Tick per Major (Отсечек внутри основной) сохраняется по завершении операции автомасштабирования.
Tick per Major (Отсечки внутри основной)	Определяет количество отсечек, которые будут располагаться между основными отсечками на оси. Если установлен флажок Auto (Авто), окно Tick per Major автоматически устанавливается на значение 1. В ином случае, можно установить значение Tick per Major в диапазоне от 1 до 4.
Auto (Авто)	Если этот флажок установлен, Clarius автоматически рассчитывает и применяет расстояние между основными отсечками для оси.

Настройки для всех осей

Вкладка All Axes (Все оси) содержит опции, которые влияют на все оси. Опции описаны в следующей таблице.

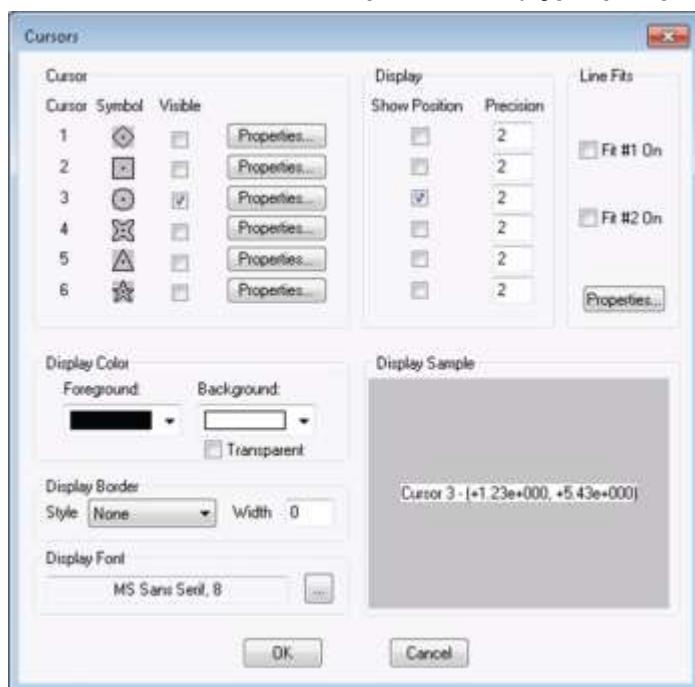
Опция	Описание
Run Autoscale (Выполнить автоматомасштабирование)	<p>Эта настройка влияет на все оси, которые настроены на автомасштабирование. Выберите:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Real-Time (В реальном времени): Автомасштабирование происходит по мере получения данных. Этот параметр применяется ко всем параметрам необработанных данных и некоторым расчетным параметрам. ■ End of Test (Конец теста): Автомасштабирование происходит по завершении теста. <p>Если на вкладках X Axis, Y1 Axis или Y2 Axis опция Авто отключена, состояние соответствующей оси не будет зависеть от состояния опций Real-Time и End of Test.</p>
Auto Scale All (Автомасштабирование всех)	Устанавливает все оси на автомасштабирование. Если для каких-либо осей был установлен ручной режим масштабирования, значения Min и Max будут заменены значениями, установленными параметром Autoscale (Автомасштабирование).
Manual Scale All (Ручное масштабирование всех)	Переводит все оси в режим ручного масштабирования. Значения Max и Min для всех осей фиксируются на значениях, которые в последний раз были установлены при автомасштабировании.
Display Font (Шрифт дисплея)	Шрифт для отображения текста.

Настройка курсоров

Чтобы отобразить курсоры:

1. Выберите **Analyze** (Анализ).
2. На графике, щелкните правой кнопкой и выберите **Cursors** (Курсоры). Откроется диалоговое окно, показанное ниже.

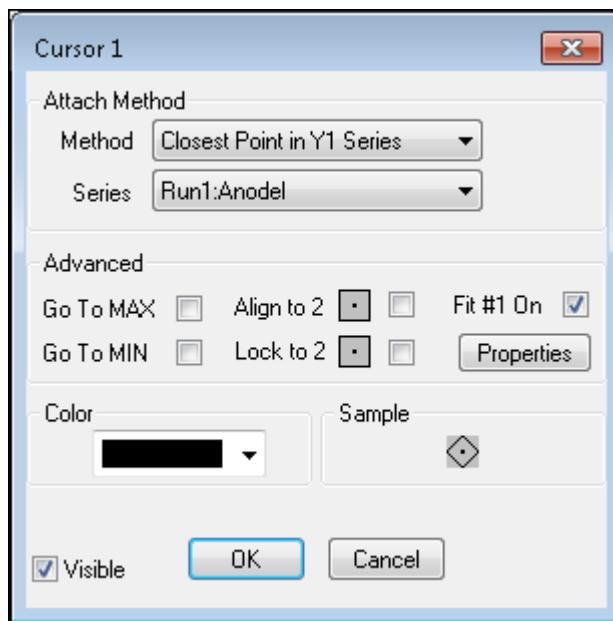
Рисунок 93: Диалоговое окно Graph Cursors (Курсоры графика)



3. В списке Cursors (Курсоры) выберите **Visible** (Видимый) для курсоров, которые вы хотите отобразить. Для каждого курсора, для которого выбрана опция **Visible** (Видимый), автоматически выбирается опция **Show Position** (Показать позицию) в области отображения.
4. Выберите **Properties** (Свойства). Откроется диалоговое окно Cursor (Курсор) для выбранного курсора, как показано ниже. -

В области **Sample** (Образец) отображается курсор, который вы настраиваете, включая цвет.

Рисунок 94: Диалоговое окно Cursor # (Курсор №)



5. Выберите **Attach Method** (Метод привязки). Вы можете выбрать:
 - **Free Floating** (Свободное расположение)
 - **Closest Point in Any Series** (Ближайшая точка в любой серии): Позволяет прикрепить выбранный курсор к любому участку графика.
 - **Closest Point in Y1 Series** (Ближайшая точка в серии Y1): Позволяет прикрепить выбранный курсор только к определенному участку оси Y1, выбранному для **Series** (Серии).
 - **Closest Point in Y2 Series** (Ближайшая точка в серии Y2): Позволяет прикрепить выбранный курсор только к определенному участку оси Y2, выбранному для **Series** (Серии).
6. Если вы выбрали опцию **Closest Point in Series** (Ближайшая точка в серии), выберите **Series** (Серия) и выберите участок, к которому вы хотите прикрепить курсор.
7. Выберите **Color** (Цвет) для курсора.
8. Если вы не хотите, чтобы курсор отображался сразу, снимите флажок **Visible** (Видимый). Вы можете восстановить курсор позже - курсор сохранит свою конфигурацию.
9. Нажмите **OK**. Если выбрано **Visible** (Видимый), курсоры и связанные с ними текстовые блоки отобразятся на графике.

NOTE

При первом отображении курсоров, курсоры располагаются по умолчанию в начале координат, а текстовый блок координат курсора располагается по умолчанию в правом нижнем углу графика.

Расположение курсоров на графике

Чтобы расположить курсоры:

1. Перетащите курсор в нужное место на графике.
2. Если выбрана опция **Closest Point in Any Series** (Ближайшая точка в любой серии) и курсор не находится в нужной точке, перетащите курсор от текущей точки к нужной точке, пока он не прикрепится к ней. В нужной точке, перетащите курсор в правильное положение.

Дополнительные параметры курсора

Опции в области Advances (Дополнительно) диалогового окна Cursor (Курсор) включают в себя опции, которые помещают выбранный курсор в особые места на графике.

После того, как курсор переместится к выбранной опции, опция очищается, и вы можете вручную разместить курсор.

Вы можете выбрать следующие опции:

NOTE

Флажки Align to <CursorNumber> (Выровнять по <Номер Курсора>) и Lock to <CursorNumber> (Прикрепить к <Номер Курсора>) включены только тогда, когда активны оба курсора 1 и 2, оба курсора 3 и 4 или оба курсора 5 и 6.

- **Go To MAX (Перейти к МАКС):** Помещает курсор в максимальную Y-точку участка, к которому привязан курсор.
- **Go To MIN (Перейти к МИН):** Помещает курсор в минимальную Y-точку графика, к которому привязан курсор.
- **Align to # (Выровнять по №):** Выравнивает курсор по тому же значению оси X, что и следующий курсор. Опция Align To (Выровнять по) отключается, если последующий курсор недоступен (опция Visible (Видимый) отключена).
- **Lock to # (Зафиксировать по №):** Фиксирует положение курсора относительно положения следующего курсора. Например, если первым будет курсор 2, то следующим будет курсор 3. Курсор отслеживает движение следующего курсора, а относительное расстояние X между двумя курсорами остается постоянным. Обратите внимание, что следующий курсор не отслеживает движение предыдущего курсора. Опция Lock To (Зафиксировать по) отключается, если последующий курсор недоступен (опция Visible (Видимый) отключена).
- **Fit On (Аппроксимация вкл):** Для получения информации об опциях Fit On см. раздел [Аппроксимирующие линии между курсорами](#) (на стр. 3-30).

Численное отображение координат участка графика с помощью курсоров

С помощью курсоров можно отображать точные числовые координаты точек на участке. При перемещении курсора он точно отслеживает участок, к которому он прикреплен. Где бы вы ни остановили курсор, отображаемый текстовый блок указывает координаты X,Y точки остановки.

Просмотр информации о данных, указанных курсором

Когда вы выбираете курсор, Clarius отображает рядом с ним следующую информацию:

- Номер курсора.
- Серия данных.
- Номер строки рабочего листа Run.
- Координаты курсора.

Аппроксимирующие линии между курсорами

На графиках результатов теста можно строить линии для одной или двух аппроксимирующих линий между существующими курсорами. Когда выполнена аппроксимация, на графике отображается:

- Аппроксимирующая линия.
- Параметры аппроксимации.
- Точка, в которой касательная линия подходит к участку, либо начальная и конечная точки (диапазон данных).
- Координаты точек данных. Касательная, или же начальная и конечная точки задаются курсорами.

Результаты аппроксимации на графике аналогичны результатам при использовании соответствующих функций инструмента Formulator, как показано в следующей таблице.

Соответствие между аппроксимирующими линиями вкладке Graph (График) и в инструменте Formulator

Аппроксимация на вкладке Graph (График)	Аппроксимации Formulator, которые возвращают соответствующую аппроксимирующую линию и параметры аппроксимации			
	Аппроксимирующяя линия	Параметр аппроксимации «a»	Параметр аппроксимации «b»	Параметр аппроксимации «xint»
Линейная	LINFIT	LINFITYINT	LINFITSLP	LINFITXINT
Регрессия	REGFIT	REGFITYINT	REGFITSLP	REGFITXINT
Экспоненциальная	EXPFIT	EXPFTA	EXPFTB	Не применимо
Логарифмическая	LOGFIT	LOGFTA	LOGFTB	Не применимо
Касательная	TANFIT	TANFITYINT	TANFITSLP	TANFITXINT

Однако, инструменты Graph и Formulator каждый имеют свои преимущества. Например, аппроксимация по графику помогает визуализировать испытания типа «что если» для различных точек, а результаты аппроксимации Formulator можно использовать непосредственно в других расчетах.

Примеры аппроксимирующих линий

Следующие рисунки иллюстрируют линейный и регрессионный тип аппроксимирующих линий.

Рисунок 95: Пример линейной аппроксимации

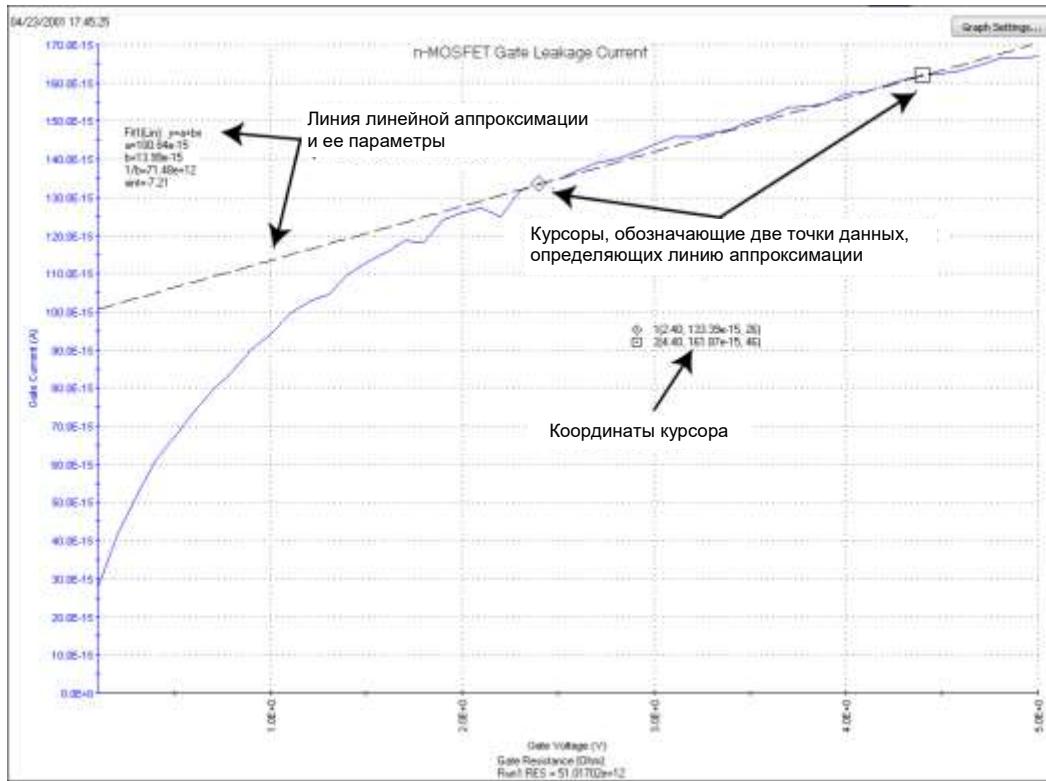
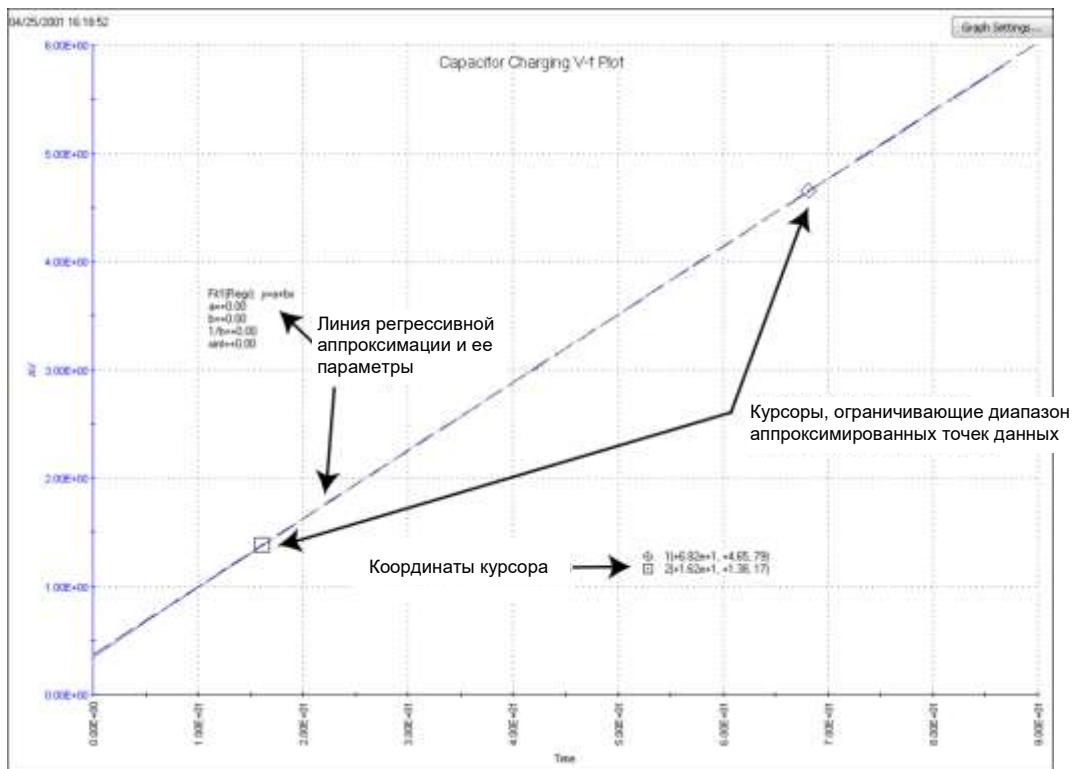


Рисунок 96: Пример регрессионной аппроксимации



Создание аппроксимирующих линий

Участки аппроксимирующих линий отображаются в виде пунктиров, а параметры аппроксимации и координаты курсора показывают соответствующие числовые значения.

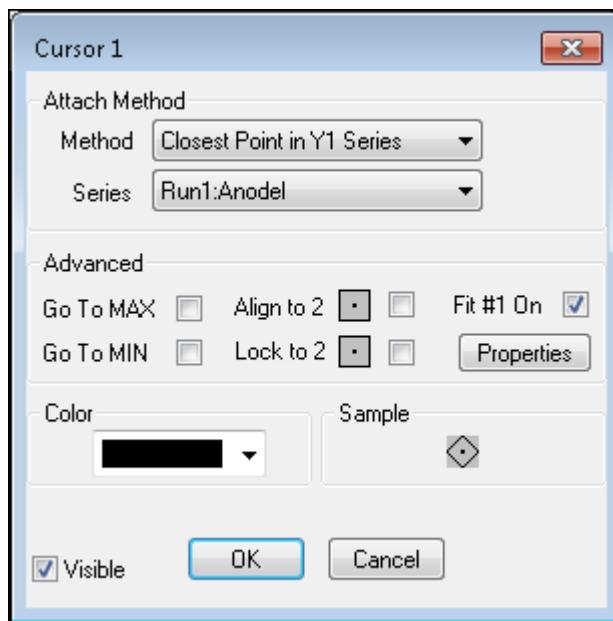
NOTE

Аппроксимация №1 всегда связана с курсорами 1 и 2. Аппроксимация №2 всегда связана с курсорами 3 и 4. Линейные аппроксимации недоступны для курсоров 5 и 6.

Чтобы инициировать аппроксимирующую линию:

1. Выберите **Analyze** (Анализ).
2. На графике, щелкните правой кнопкой и выберите **Cursors** (Курсоры).
3. В списке Cursors (Курсоры) выберите **Visible** (Видимый) для курсоров, которые вы хотите отобразить.
4. Выберите **Properties** (Свойства) рядом с курсором. Откроется диалоговое окно Cursor (Курсор) для выбранного курсора, как показано ниже.

Рисунок 97: Диалоговое окно Cursor # (Курсор №)



5. Выберите **Fit # On** (Аппроксимация № вкл).
6. Выберите **Properties** (Свойства) под Fit # On. Откроется диалоговое окно Line Fits (Аппроксимирующие линии), как показано на следующем рисунке. Опции описаны в следующей таблице.

Рисунок 98: Диалоговое окно Line Fits



7. После завершения изменений выберите **OK**. График отобразится с:
 - Курсорами аппроксимирующей линии в начале координат или на оси Y.
 - Параметрами аппроксимации
 - Координатами курсоров
8. Настройте расположение курсоров следующим образом. См. разделы [Расположение курсоров на графике](#) (на стр. 3-29) и [Дополнительные параметры курсора](#) (на стр. 3-29)

NOTE

Положительно укажите каждое местоположение курсора. Если начальное местоположение курсора (например, начало координат) также является конечным, укажите это программе Clarius, переместив курсор от этого места, а затем вернувшись обратно.

9. Перетащите параметры аппроксимации и координаты курсора в места, необходимые для вашего проекта.

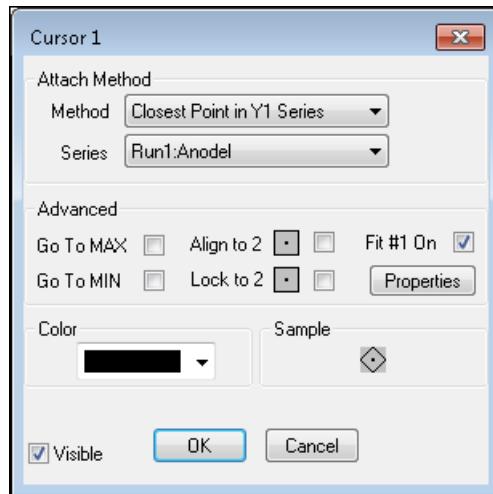
Опция	Описание
Fit On (Аппроксимация вкл)	Включение или отключение аппроксимаций Fit #1 или Fit #2.
Type (Тип)	<p>Тип применяемой аппроксимирующей линии:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Linear (Линейная): Хордовая линия вида $y = a + bx$, построенная между двумя графически определенными точками. ■ Regression (Регрессионная): Линия регрессии вида $y = a + bx$ для графически определенного диапазона точек. ■ Exponential (Экспоненциальная): Линия регрессии вида $y = a \cdot ebx$ для графически определенного диапазона точек. ■ Log (Логарифмическая): Линия регрессии вида $y = a + b \cdot \log_{10}(x)$ для графически определенного диапазона точек. ■ Tangent (Касательная): Касательная к графику в графически заданной точке. Касательная линия имеет вид $y = a + bx$.
Axis/Series (Ось/Серия)	<p>Серия данных, для которой необходимо выполнить аппроксимацию. К указанной кривой данных прикрепляются два курсора.</p> <p>Если для Type (Тип) установлен как Linear (Линейный), можно также выбрать ось Y. В результате отображаются свободно перемещаемые курсоры для аппроксимации, которые можно расположить в любом месте графика.</p> <p>Параметры аппроксимации отражают масштаб выбранной оси Y.</p>
Color (Цвет)	Цвет аппроксимирующей линии.
Display - Show (Отобразить - Показать)	Выберите, чтобы отобразить параметры аппроксимации. Очистите выбор, чтобы скрыть их.
Display - Precision (Отобразить - Точность)	Точность аппроксимирующей линии.
Foreground (Передний план)	Цвет текста.
Background (Фон)	Цвет фона.
Transparent (Прозрачный фон)	<p>Выберите, чтобы отобразить поле с прозрачным фоном. Очистите выбор, чтобы получить фон с заливкой.</p> <p>Обратите внимание, что при выборе Transparent цвет фона становится светло-серым.</p>
Display Border (Отобразить границу)	Изменяет тип линии вокруг области. Для отображения границы необходимо установить значение Width (Ширина), отличное от 0.
Width (Ширина)	Ширина границы области (от 0 до 20).
Display Font (Шрифт дисплея)	Шрифт для текста.

Использование существующих курсоров для аппроксимирующих линий

Чтобы использовать существующие курсоры для аппроксимирующих линий:

1. Щелкните курсор правой кнопкой. Откроется диалоговое окно Cursor (Курсор) для выбранного курсора, как показано ниже.

Рисунок 99: Диалоговое окно Cursor # (Курсор №)



2. Выберите **Fit # On** (Аппроксимация № вкл).
3. Выберите **Properties** (Свойства) под Fit # On.
4. Информацию об опциях см. в разделе [Создание аппроксимирующих линий](#) (на стр. 3-32).

Интерполяция данных на графике

Вы должны выбрать курсор, прежде чем сочетание клавиш для перемещения или интерполяции станут активными для этого курсора.

Чтобы добавить данные на график:

- Выберите курсор, нажмите и удерживайте клавишу Alt, и с помощью клавиш со стрелками найдите точку, для которой нужно интерполировать данные.

NOTE

Обратите внимание, что выделенный курсор находится между точками, а в метке перед данными стоит символ *, указывающий на то, что это интерполированное значение.

- Чтобы перемещаться между точками, указанными на листе Run, удерживайте клавишу Ctrl и используйте клавиши со стрелками.
- Вы можете выбирать курсоры с помощью клавиши Tab. Нажмите клавишу Tab, чтобы выбрать следующий курсор, если на дисплее отображено несколько курсоров.

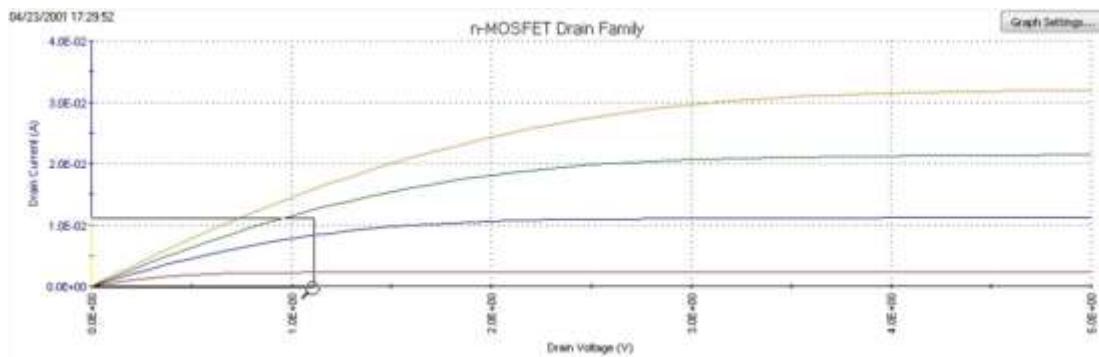
Если вы удерживаете клавишу Ctrl или Alt и клавишу со стрелками более секунды, курсор перемещается быстрее. Курсор перемещается на один пиксель за раз в обычном режиме и на пять пикселей за раз в быстром режиме.

Увеличение

Чтобы увеличить область графика:

1. Щелкните по графику в том месте, где вы хотите увеличить масштаб. Отобразится лупа.
2. Перетащите лупу на данные, которые вы хотите увеличить, как показано в приведенном здесь примере.

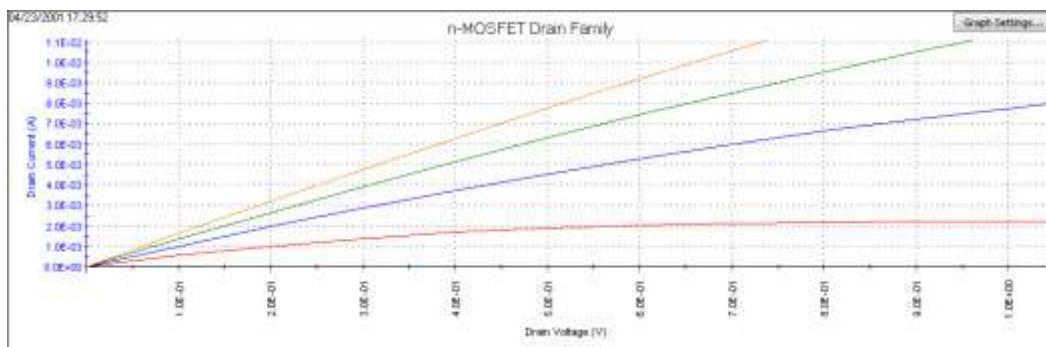
Рисунок 100: Увеличение области графика



Масштабы осей настраиваются автоматически. Многократно увеличивая масштаб, вы можете наблюдать небольшую часть графика.

Пример области увеличения на графике выше показан здесь.

Рисунок 101: Увеличение области графика - результаты



Чтобы сделать график меньше, щелкните правой кнопкой мыши на графике и выберите **Zoom Out** (Уменьшить).

NOTE

Увеличение является временной характеристикой графика и не может быть сохранено.

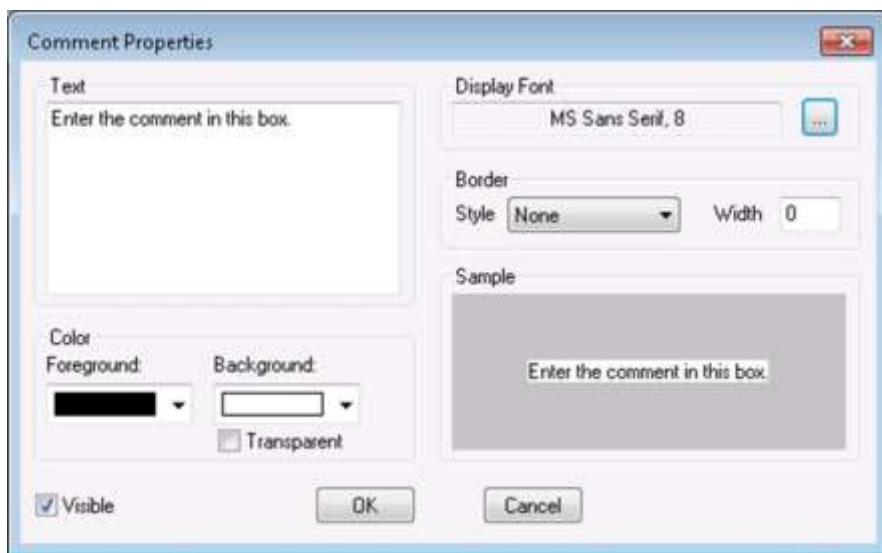
Добавление комментария

Вы можете добавить комментарий, который будет отображаться на графике.

Чтобы добавить комментарий:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по графику.
2. Выберите **Comment** (Комментарий). Откроется диалоговое окно **Comment Properties** (Свойства комментария), как показано ниже.

Рисунок 102: Диалоговое окно Graph Comment Properties (Свойства комментария к графику)



3. В поле **Text** (Текст) введите комментарий.
4. При необходимости, измените внешний вид комментария. Описание параметров см. в следующей таблице.
5. Нажмите **OK**. Комментарий отобразится на графике в левом верхнем углу.
6. При необходимости, перетащите комментарий в другое место на графике.

Опция	Описание
Text (Текст)	Комментарий. Длина комментария может составлять до 272 символов.
Display Font (Шрифт дисплея)	Шрифт для текста.
Foreground (Передний план)	Цвет текста.
Background (Фон)	Цвет фона.
Transparent (Прозрачный фон)	Выберите, чтобы отобразить поле с прозрачным фоном. Очистите выбор, чтобы получить фон с заливкой. Обратите внимание, что при выборе Transparent цвет фона становится светло-серым.
Border (Граница)	Изменяет тип линии вокруг области. Для отображения границы необходимо установить значение Width (Ширина) , отличное от 0.
Width (Ширина)	Ширина границы области (от 0 до 20).
Visible (Видимый)	Выберите, чтобы отобразить комментарий на дисплее. Снимите выбор, чтобы скрыть комментарий. Настройки сохраняются, даже когда комментарии скрыты.

Отображение переменных данных

Открывает диалоговое окно Data Variables (Переменные данных), в котором можно настроить отображение до четырех переменных вместе с соответствующими именами. Переменные данных - это извлеченные параметры или другие значения из строки заголовка листа Run. Например, вы можете отобразить рассчитанные, однозначные извлеченные параметры, такие как наклоны кривых и значения насыщенности. Пункт меню Data Variables (Переменные данных) также переключает отображение переменных данных.

При выборе нескольких переменных данных, все выбранные значения отображаются вместе в одном текстовом блоке, который может находиться в любом месте графика.

Чтобы отобразить на графике значения из вкладок Run:

1. Выберите **Analyze** (Анализ).
2. На графике щелкните правой кнопкой мыши и выберите **Data Variables 1** (Переменные данных 1) или **Data Variables 1** (Переменные данных 2). В обоих вариантах выбор одинаков.
3. В списке **Sheet:Column** (Лист:Столбец) выберите лист и столбец данных, которые вы хотите отобразить. Можно выбрать до четырех элементов. Выбранные элементы отображаются в списке Data Variables (Переменные данных).
4. При необходимости, измените внешний вид данных. Описание параметров см. в следующей таблице.
5. Нажмите **OK**. Переменные данных отобразятся на графике.
6. При необходимости, перетащите поле переменной данных в другое место на графике.

Опция	Описание
Precision (Точность)	Устанавливает точность отображаемых значений.
Show Most Recent Data (Показывать последние данные)	Выберите, показывать ли последние данные или данные истории выполнения.
Text (Текст)	Заголовок, отображаемый для данных.
Display Font (Шрифт дисплея)	Шрифт для текста.
Foreground (Передний план)	Цвет текста.
Background (Фон)	Цвет фона.
Transparent (Прозрачный фон)	Выберите, чтобы отобразить поле с прозрачным фоном. Очистите выбор, чтобы получить фон с заливкой. Обратите внимание, что при выборе Transparent цвет фона становится светло-серым.
Border (Граница)	Изменяет тип линии вокруг области. Для отображения границы необходимо установить значение Width (Ширина) , отличное от 0.
Width (Ширина)	Ширина границы области (от 0 до 20).
Visible (Видимый)	Выберите, чтобы отобразить переменные данных. Снимите выбор, чтобы скрыть переменные данных. Настройки сохраняются даже при скрытии переменных данных.

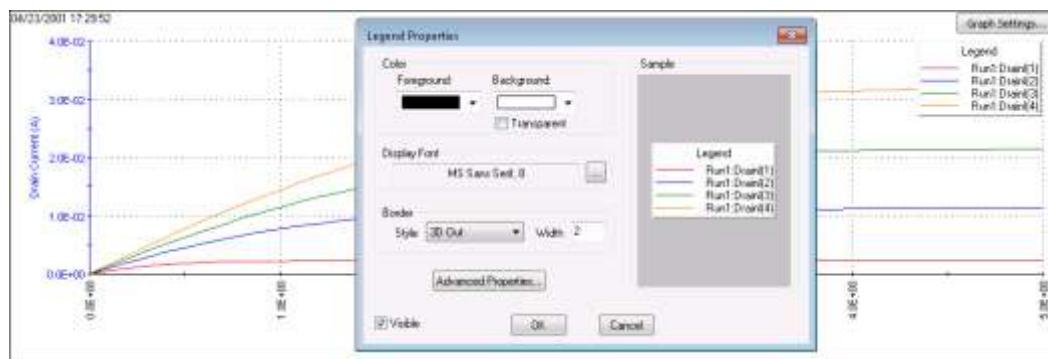
Добавление пояснения

Вы можете отобразить пояснение, которое описывает каждую серию данных.

Чтобы добавить пояснение:

- На графике, щелкните правой кнопкой и выберите **Legend** (Пояснение). Пояснение отображается в правом верхнем углу графика.
- Щелкните по пояснению правой кнопкой мыши, чтобы открыть диалоговое окно **Legend Properties** (Свойства пояснения). Пример пояснения и диалоговое окно показаны на рисунке ниже.

Рисунок 103: Пояснение к графику и диалоговое окно Legend Properties (Свойства пояснения)



- При необходимости измените внешний вид пояснения. Описание параметров см. в следующей таблице.
- Нажмите **OK**.
- При необходимости перетащите пояснение в новое место на графике.

Опция	Описание
Foreground (Передний план)	Цвет текста.
Background (Фон)	Цвет фона.
Transparent (Прозрачный фон)	Выберите, чтобы отобразить поле с прозрачным фоном. Очистите выбор, чтобы получить фон с заливкой. Обратите внимание, что при выборе Transparent цвет фона становится светло-серым.
Display Font (Шрифт дисплея)	Шрифт для текста.
Border (Граница)	Изменяет тип линии вокруг области. Для отображения границы необходимо установить значение Width (Ширина) , отличное от 0.
Width (Ширина)	Ширина границы области (от 0 до 20).
Visible (Видимый)	Выберите, чтобы отобразить пояснение на дисплее. Снимите выбор, чтобы скрыть пояснение. Настройки сохраняются, даже когда пояснение скрыто.
Дополнительные свойства	Эта кнопка открывает диалоговое окно, позволяющее изменить названия Серий данных в пояснении. Чтобы изменить названия, введите новые названия в столбце Custom Name (Пользовательское название) и выберите Use Custom Series Names (Использовать пользовательские названия серий). Обратите внимание, что если вы задали пользовательское название, вы не сможете вернуться к исходному названию.

Отображение тестовых условий

Вы можете отобразить исходные тестовые условия, которые использовались для получения данных на графике.

В следующей таблице перечислены отображаемые тестовые условия. Для каждого вывода ТУ в пункте Test Conditions (Тестовые условия) отображается название, применяемый режим работы и соответствующие тестовые условия.

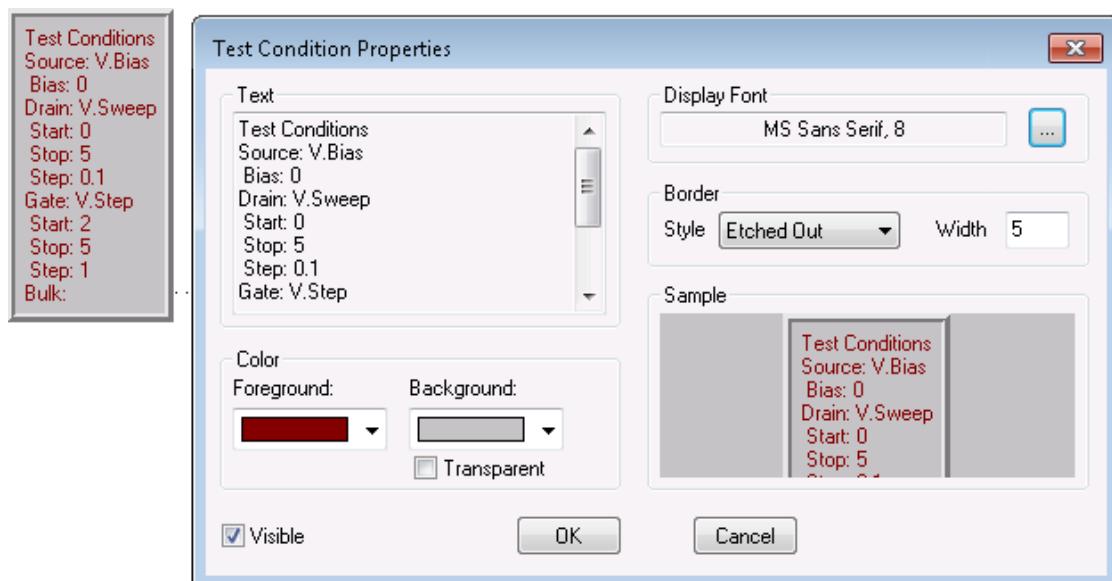
Отображаемые тестовые условия

Режим работы	Тестовые условия в списке
Bias (Смещение)	Значение уровня
Sweep, linear mode (Разворотка, линейный режим)	Начальное значение Конечное значение Значение шага
Sweep, log mode (Разворотка, логарифмический режим)	Начальное значение Конечное значение Значения точек данных
List sweep (Разворотка по списку)	Значения точек данных
Step (Шаг)	Начальное значение Конечное значение Значение шага

Для отображения тестовых условий:

- На графике, щелкните правой кнопкой и выберите **Test Conditions** (Тестовые условия). Список отображается в правом верхнем углу графика.
- Щелкните по тестовым условиям правой кнопкой мыши, чтобы открыть диалоговое окно Test Condition Properties (Свойства тестовых условий). Условия и диалоговое окно показаны на следующем рисунке.

Рисунок 104: Пример тестовых условий и свойств условий



3. При необходимости измените внешний вид окошка тестовых условий. Описание параметров см. в следующей таблице.
4. Нажмите **OK**.
5. При необходимости перетащите тестовые условия в новое место на графике.

Опция	Описание
Text (Текст)	Отображаемый текст. Вы не можете изменить этот текст.
Foreground (Передний план)	Цвет текста.
Background (Фон)	Цвет фона.
Transparent (Прозрачный фон)	Выберите, чтобы отобразить поле с прозрачным фоном. Очистите выбор, чтобы получить фон с заливкой. Обратите внимание, что при выборе Transparent цвет фона становится светло-серым.
Display Font (Шрифт дисплея)	Шрифт для текста.
Border Style (Тип границы)	Изменяет тип линии вокруг области. Для отображения границы необходимо установить значение Width (Ширина), отличное от 0.
Border Width (Ширина границы)	Ширина границы области (от 0 до 20).
Visible (Видимый)	Выберите, чтобы отобразить тестовые условия. Снимите выбор, чтобы скрыть тестовые условия. Настройки сохраняются, даже когда тестовые условия скрыты.

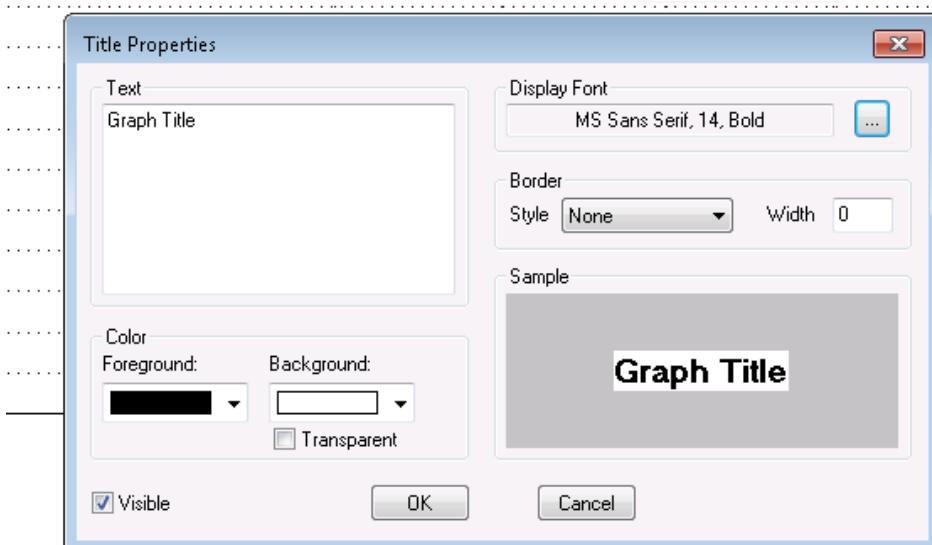
Добавление или обновление заголовка

Чтобы добавить или обновить заголовок графика:

1. На графике щелкните правой кнопкой мыши и выберите **Title** (Заголовок). Заголовок отображается в верхней части графика, а также отображается диалоговое окно Title Properties (Свойства заголовка).

Рисунок 105: Пример заголовка и свойств заголовка графика

Graph Title



2. При необходимости измените внешний вид заголовка. Описание параметров см. в следующей таблице.
3. Нажмите **OK**.
4. При необходимости перетащите заголовок в новое место на графике.

Опция	Описание
Title (Заголовок)	Название графика.
Foreground (Передний план)	Цвет текста.
Background (Фон)	Цвет фона.
Transparent (Прозрачный фон)	Выберите, чтобы отобразить заголовок с прозрачным фоном. Очистите выбор, чтобы получить фон с заливкой. Обратите внимание, что при выборе Transparent цвет фона становится светло-серым.
Display Font (Шрифт дисплея)	Шрифт для текста.
Border Style (Тип границы)	Изменяет тип линии вокруг области. Для отображения границы необходимо установить значение Width (Ширина), отличное от 0.
Border Width (Ширина границы)	Ширина границы области (от 0 до 20).
Visible (Видимый)	Выберите, чтобы отобразить заголовок на дисплее. Снимите выбор, чтобы скрыть заголовок. Настройки сохраняются, даже когда заголовок скрыт.

Изменение цветов графика

Вы можете изменить цвета переднего плана графика (область графических линий) и фона (вне области графических линий), а также определить, будут ли отображаться время и дата.

Можно также выбрать Monoхchromе (Монохромный), при этом все параметры графика, включая линии графика, заголовки и оси, станут черно-белыми. После выбора Monoхchromе (Монохромный) нельзя вернуться к предыдущим настройкам.

Чтобы изменить цвета:

1. На графике щелкните правой кнопкой мыши и выберите **Graph Properties > Graph Area** (Свойства графика > Область графика). Откроется диалоговое окно Graph Area (Область графика).
2. Чтобы изменить цвет линий графика, выберите цвет из списка **Foreground** (Передний план).
3. Чтобы изменить цвет фона, выберите цвет из списка **Background** (Фон).
4. Чтобы убрать с графика отображение времени и даты, выберите **Remove Time/Date** (Убрать время/дату).
5. Нажмите **OK**.

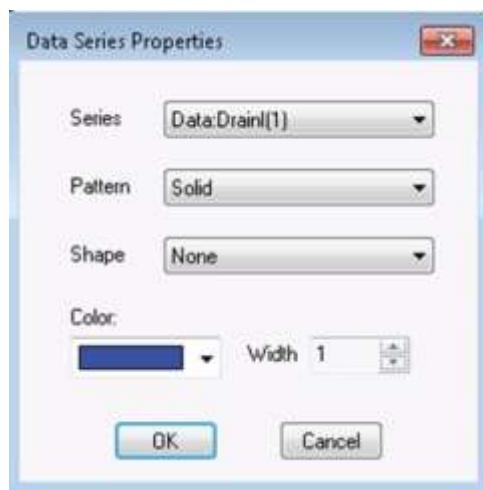
Изменение отображения серии данных

Вы можете задать шаблон, форму, цвет и ширину линии для каждой серии данных на графике.

Чтобы определить свойства данных:

1. Выберите **Analyze** (Анализ).
2. Выберите **Graph Settings** (Настройки графика).
3. Выберите **Graph Properties** (Свойства графика).
4. Выберите **Series** (Серия). Откроется диалоговое окно, показанное ниже.

Рисунок 106: Диалоговое окно Data Series Properties (Свойства серии данных)



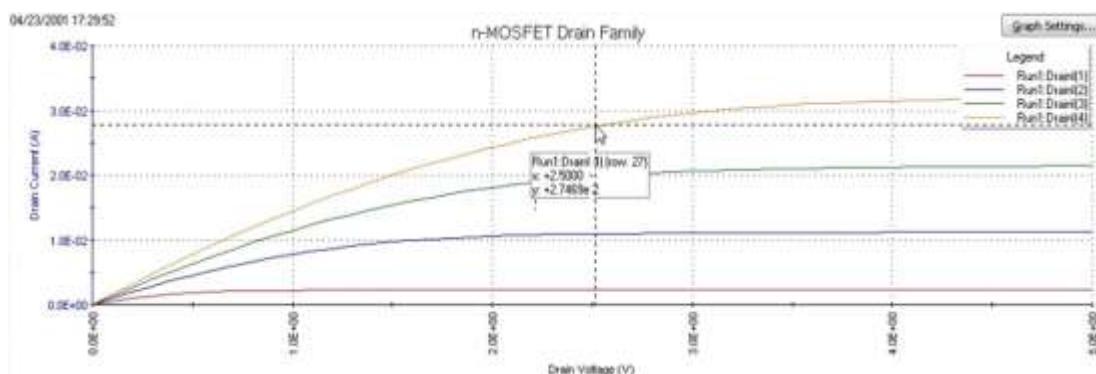
Опции для серий описаны в следующей таблице.

Опция	Описание
Series (Серия)	Выберите серию данных, к которой применяются настройки.
Pattern (Шаблон)	Выберите шаблон для линии графика.
Shape (Форма)	Выберите форму, которая будет использоваться для точек.
Color (Цвет)	Выберите цвет для линии графика.
Width (Ширина)	Выберите ширину линии графика.

Определение координат графика с помощью перекреcтия

Вы можете отобразить перекреcтие, которое можно расположить в любом месте графика. Пример показан на следующем рисунке. Значения x и у отображаются, когда перекреcтие находится на точке.

Рисунок 107: График с перекреcтием



Чтобы отобразить перекреcтие, щелкните правой кнопкой на графике и выберите **Crosshair** (Перекреcтие). Чтобы убрать перекреcтие, выберите **Crosshair** еще раз.

Синхронизация графиков для одного теста, проведенного на нескольких площадках

В идеале данные одного теста, собранные на нескольких одинаковых площадках, должны отображаться на нескольких одинаково настроенных графиках. Для одного теста в проекте можно использовать функцию **Synchronize Graphs** (Синхронизировать графики) для автоматической идентичной настройки графиков для всех площадок, используя один из графиков в качестве эталонного.

Например, если вы выполнили тест vds-id#1 на первых пяти площадках проекта, функция **Synchronize Graphs** идентично настроит графики для листов Run площадок 1, 2, 3, 4 и 5.

NOTE

Если проект содержит несколько экземпляров теста с одинаковым названием, необходимо применить функцию отдельно для каждого такого экземпляра. Например, если в дереве проекта есть тесты vds-id#1 и vds-id#2, необходимо применить функцию **Synchronize Graphs** отдельно для vds-id#1 и vds-id#2.

CAUTION

Графики для выбранного теста будут настроены одинаково для всех площадок проекта, как для текущих данных, так и для всех будущих данных. Это относится к будущим графикам для всех площадок, даже если данные для некоторых площадок еще не были получены на момент вызова функции **Synchronize Graphs**. Единственный способ отменить это - вручную изменить конфигурацию каждого графика для конкретной площадки.

Чтобы синхронизировать графики нескольких площадок:

1. Из дерева проекта выберите площадку, для которой необходимо настроить эталонный график.
2. В дереве проекта выберите тест, для которого необходимо построить график по данным.
3. Выберите **Analyze** (Анализировать) для теста.
4. На графике выберите **Graph Settings** (Настройки графика).
5. Выберите **Synchronize Graphs** (Синхронизировать графики). Появится предупреждающее сообщение.
6. Если вы уверены, что хотите продолжить, нажмите **Yes** (Да). Графики для выбранного теста теперь настроены одинаково для всех площадок проекта.

Изменение положения графика

Чтобы изменить положение графика Analyze:

1. Выберите **Analyze** (Анализ).
2. Щелкните правой кнопкой мыши по графику.
3. Чтобы переместить график, выберите **Move** (Переместить). Курсор поменяется на перекрещенные стрелки.
4. Перетащите график в новое место.
5. Когда расположение будет правильным, щелкните график правой кнопкой и выберите **Move** (Переместить) еще раз, чтобы выключить функцию перемещения.

NOTE

Изменение положения графика сохраняется вместе с проектом.

Сброс свойств графика

CAUTION

Отменить действие сброса нельзя.

Использование пункта меню **Reset** (Сброс) приводит к следующему:

- Цвета восстанавливаются до значений по умолчанию. Это действие применяется к тексту, осям, курсорам, линиям графиков (сериям) и области графика (фон и передний план).
- Размер графика восстанавливается до значения по умолчанию.
- Положение графика восстанавливается по умолчанию.

Чтобы сбросить настройки графика:

1. На графике щелкните правой кнопкой и выберите **Reset** (Сброс).

Изменение размера графика

Вы можете увеличить или уменьшить размер графика и сохранить размер как свойство графика. Чтобы задать размер графика и сохранить его:

1. Выберите **Analyze** (Анализ).
2. На графике выберите **Graph Settings** (Настройки графика).
3. Выберите **Resize** (Изменить размер). Курсор поменяет внешний вид на линейку.
4. Перетащите линейку, чтобы изменить размер графика.
5. Выберите **Save** (Сохранить), чтобы сохранить новый размер графика.

NOTE

График с измененными размерами остается в центре на вкладке **Graph** (График).

Тип данных CVU

Доступен только для измерений, выполненных с помощью 4210-CVU или 4215-CVU. Опции включают в себя:

- **Z-THETA:** Импеданс и фазовый угол
- **R+JX:** Сопротивление и реактивное сопротивление
- **CP-GP:** Параллельная емкость и проводимость
- **CS-RS:** Последовательная емкость и сопротивление
- **CP-D:** Параллельная емкость и коэффициент затухания
- **CS-D:** Последовательная емкость и коэффициент затухания

Графики циклического режима

Графики для циклического режима отображают зависимость выходных значений от номера цикла. Каждая точка на графике представляет собой показания выходного значения для каждого цикла подплощадки. На следующем рисунке объясняется, как отображать различные графики.

На этом рисунке показано построение графиков для теста ID#1 для устройства NMOS-1. Три графика относятся к выходным значениям IDOFF, IDLIN и IDSAT.

Рисунок 108: График Анализа подплощадки: Циклический режим

ПРИМЕЧАНИЕ:

Для подплощадки одного устройства, кнопки выбора устройств и флагок наложения всех устройств отключены.

Для подплощадки с одним тестом, кнопки выбора тестов отключены.



1) Используйте для выбора устройства



Нажмите, чтобы отобразить все графики для всех устройств, измеренных с помощью выбранного теста

2) Используйте для выбора теста

Определения функций рабочего листа Calc

Clarius поддерживает различные функции рабочего листа Calc для подплощадки, которые используются так же, как и типичные функции электронных таблиц. Эти функции описаны ниже, в т.ч. их назначение, формат и необходимые аргументы.

NOTE

В функциях рабочего листа Calc имена параметров показаны шрифтом Courier, а переменные параметры выделены курсивом. Например, **ACOS (Value)**.

Функция ABS рабочего листа Calc

Эта команда возвращает абсолютное значение величины.

Использование

ABS (Value)

Value	Любое число
-------	-------------

Подробно

Абсолютное значение не отображает положительный или отрицательный знак.

Пример

=ABS (1) =ABS (-1)	Обе возвращают значение 1.0000E+0.
-----------------------	------------------------------------

См. также

[ЗНАК](#) (на стр. 3-63)

Функция ACOS рабочего листа Calc

Эта команда возвращает арккосинус значения.

Использование

ACOS (Value)

Value	Косинус угла, в диапазоне от +1 до -1.
-------	--

Подробно

Результирующий угол возвращается в радианах (от 0 до π). Чтобы преобразовать результат в радианах в результат в градусах, умножьте результат в радианах на $180/\text{PI}()$.

Пример

=ACOS (0.5) =ACOS (-0.2)	Возвращает 1.0471E+0. Возвращает 1.7721E+0.
-----------------------------	--

См. также

[COS](#) (на стр. 3-52)

Функция ACOSH рабочего листа Calc

Эта команда возвращает ареакосинус значения.

Использование

ACOSH (Value)

Value

Любое число, равное или больше 1.

Пример

=ACOSH(1.2)
=ACOSH(3)

Возвращает 622.3625E-3.
Возвращает 1.7627E+0.

См. также

[ASINH](#) (на стр. 3-50)
[ATAN](#) (на стр. 3-50)
[COSH](#) (на стр. 3-53)

Функция ASIN рабочего листа Calc

Эта команда возвращает арксинус значения.

Использование

ASIN (Value)

Value

Синус угла, в диапазоне от -1 до 1

Подробно

Результирующий угол возвращается в радианах (в диапазоне от $-\pi/2$ до $\pi/2$). Чтобы преобразовать результат в радианах в результат в градусах, умножьте результат в радианах на $180/\text{PI}()$.

Пример

=ASIN(1)
=ASIN(0.4)

Возвращает 1.5707E+0.
Возвращает 411.5168E-3

См. также

[ASINH](#) (на стр. 3-50)
[PI](#) (на стр. 3-61)
[SIN](#) (на стр. 3-64)

Функция ASINH рабочего листа Calc

Эта команда возвращает ареасинус значения.

Использование

ASINH (Value)

Value

Любое число

Пример

=ASINH (5.3)
=ASINH (-4)

Возвращает 2.3696E+0.
Возвращает -2.0947E+0.

См. также

[ACOSH](#) (на стр. 3-49)
[ASIN](#) (на стр. 3-49)
[ATANH](#) (на стр. 3-51)
[SINH](#) (на стр. 3-64)

Функция ATAN рабочего листа Calc

Эта команда возвращает арктангенс значения.

Использование

ATAN (Value)

Value

Тангенс результирующего угла.

Подробно

Результирующий угол возвращается в радианах (в диапазоне от $-\pi/2$ до $\pi/2$). Чтобы преобразовать результат в радианах в результат в градусах, умножьте результат в радианах на $180/\text{PI}()$.

Пример

=ATAN (3.5)
=ATAN (4)

Возвращает 1.2924E+0.
Возвращает -1.3258E+0.

См. также

[ACOSH](#) (на стр. 3-51)
[ATANH](#) (на стр. 3-51)
[PI](#) (на стр. 3-61)
[TAN](#) (на стр. 3-67)

Функция ATAN2 рабочего листа Calc

Эта команда возвращает арктангенс указанных координат.

Использование

`ATAN2 (x, y)`

<code>x</code>	Координата x.
<code>y</code>	Координата y.

Подробно

Арктангенс - это угол между осью x и прямой со следующими конечными точками:

- Начало координат (0, 0)
- Точка с координатами (x, y)
- Угол возвращается в радианах, в диапазоне от $-\pi$ до π (за исключением $-\pi$).

Пример

=ATAN2 (3, 6)
=ATAN2 (-1, 0.1)

Возвращает 1.1071E+0.
Возвращает 3.0419E+0.

См. также

[ATAN](#) (на стр. 3-50)
[ATANH](#) (на стр. 3-51)
[PI](#) (на стр. 3-61)
[TAN](#) (на стр. 3-67)

Функция ATANH рабочего листа Calc

Эта команда возвращает ареатангенс значения.

Использование

`ATANH (Value)`

<code>Value</code>	Число между -1 и 1, за исключением -1 и 1
--------------------	---

Пример

=ATANH (0.5)
=ATANH (-0.25)

Возвращает 0.55.
Возвращает -0.26.

См. также

[ACOS](#) (на стр. 3-48)
[ASINH](#) (на стр. 3-50)
[TANH](#) (на стр. 3-67)

Функция AVERAGE рабочего листа Calc

Эта команда возвращает среднее значение указанных чисел.

Использование

`AVERAGE (Value_list)`

`Value_list`

Список чисел, разделенных запятыми, или диапазон ячеек, содержащих числа, в рабочем листе Calc.

Подробно

Вы можете усреднить до 30 чисел. Текст, логические выражения или пустые ячейки в диапазоне ячеек игнорируются. Используются все числовые значения, включая 0.

Результат функции AVERAGE также известен как среднее арифметическое.

Пример

=AVERAGE (5, 6, 8, 14)
=AVERAGE (C15:C17)

Возвращает 8.2500E+0.

AVERAGE (C15:C17) возвращает среднее арифметическое значений в ячейках с C15 по C17 на вкладке Calc.

См. также

[MAX](#) (на стр. 3-59)
[MIN](#) (на стр. 3-59)

Функция COS рабочего листа Calc

Эта команда возвращает косинус угла.

Использование

`COS (Value)`

`Value`

Угол в радианах

Подробно

Если угол в градусах, конвертируйте его в радианы, умножив на `PI () / 180`.

Пример

=COS (1.4444)
=COS (5)

Возвращает 126.0600E-3.

Возвращает 283.6622E-3.

См. также

[ACOS](#) (на стр. 3-48)
[ASINH](#) (на стр. 3-50)
[ATANH](#) (на стр. 3-51)
[COSH](#) (на стр. 3-53)
[PI](#) (на стр. 3-61)

Функция COSH рабочего листа Calc

Эта команда возвращает гиперболический косинус угла.

Использование

`COSH (Value)`

`Value`

Любое значение

Пример

<code>=COSH (2.10)</code>	Возвращает 4.1443E+0.
<code>=COSH (0.24)</code>	Возвращает 1.0289E+0.

Функция DAY рабочего листа Calc

Эта команда возвращает компонент «день месяца» для указанного порядкового числа даты и времени.

Использование

`DAY (Serial_number)`

`Serial_number`

Дата, представленная в виде порядкового числа или текста (например, 06-21-94 или 21-Jun-94)

Подробно

Требуется для извлечения дня из порядкового числа, созданного функцией NOW.

Пример

<code>=DAY (39399)</code>	Возвращает 13.0000E+0.
<code>=DAY ("7-21-2016")</code>	Возвращает 21.0000E+0.
<code>=DAY (NOW())</code>	Возвращает текущий день месяца.

См. также

[HOUR](#) (на стр. 3-55)
[MINUTE](#) (на стр. 3-60)
[MONTH](#) (на стр. 3-60)
[NOW](#) (на стр. 3-61)
[SECOND](#) (на стр. 3-63)
[YEAR](#) (на стр. 3-68)

Функция EXP рабочего листа Calc

Данная команда возвращает константу e , введенную в указанную степень

Использование

`EXP (Value)`

`Value`

Любое число в качестве экспоненты

Подробно

Константа e равна 2.71828182845904 (основание натурального логарифма).

Пример

<code>=EXP (2.5)</code>	Возвращает 12.1824E+0.
<code>=EXP (3)</code>	Возвращает 20.0855E+0.

См. также

[LN](#) (на стр. 3-56)
[LOG](#) (на стр. 3-56)

Функция FIXED рабочего листа Calc

Эта команда округляет число с заданной точностью, переводит число в десятичный формат и возвращает результат в виде текста.

Использование

`FIXED (Value)`
`FIXED (Value, Precision)`
`FIXED (Value, Precision, No_commas)`

`Value`

Любое число

`Precision`

Количество знаков, которые появляются справа от десятичной точки; если этот аргумент опущен, то по умолчанию используется точность 2

`No_commas`

`No_commas` определяет, отделять ли запятыми тысячи в результате; отправьте 1, чтобы исключить запятые в результате; укажите 0 или не определяйте `No_commas`, чтобы включить разделители

Подробно

Если вы указали отрицательное значение `Precision`, то значение `Value` округляется влево от десятичной точки. Вы можете указать точность до 127 цифр.

Пример

<code>=FIXED(2000.5, 3)</code>	Возвращает 2,000.500.
<code>=FIXED(2009.5, -1,1)</code>	Возвращает 2010.
<code>=FIXED(2009.5, -1,0)</code>	Возвращает 2,010.

См. также

[ROUND](#) (на стр. 3-62)

Функция HOUR рабочего листа Calc

Эта команда возвращает компонент «час» указанного порядкового числа даты и времени, указанного в 24-часовом формате.

Использование

`HOUR(Serial_number)`

<code>Serial_number</code>	Время в виде порядкового числа; десятичная часть числа представляет время в виде доли дня.
----------------------------	--

Подробно

Результат - целое число от 0 (12:00 AM) до 23 (11:00 PM).

Требуется для извлечения часа из порядкового числа, созданного функцией NOW.

Пример

=HOUR(34259.4)
=HOUR(34619.976)
=HOUR(NOW())

Возвращает 9.000E+0.
Возвращает 23.000E+0.
Возвращает текущий час текущего дня.

См. также

[DAY](#) (на стр. 3-53)
[MINUTE](#) (на стр. 3-60)
[MONTH](#) (на стр. 3-60)
[NOW](#) (на стр. 3-61)
[SECOND](#) (на стр. 3-63)
[YEAR](#) (на стр. 3-68)

Функция IF рабочего листа Calc

Эта команда проверяет условие и возвращает указанное значение.

Использование

`IF(Condition, True_number, False_number)`

<code>Condition</code>	Любое логическое выражение
<code>True_number</code>	Значение, которое будет возвращено, если <code>Condition</code> будет равно True (Истина)
<code>False_number</code>	Значение, которое будет возвращено, если <code>Condition</code> будет равно False (Ложь)

Пример

=IF(A1>10, "Greater", "Less")

Возвращает значение Greater, если содержимое A1 больше 10 и возвращает Less если содержимое A1 меньше 10.

См. также

Нет

Функция LN рабочего листа Calc

Эта команда возвращает натуральный логарифм (основанный на константе e) значения.

Использование

`LN (Value)`

`Value`

Любое положительное действительное число

Пример

=LN(12.18)
=LN(20.09)

Возвращает 2.4997E+0.
Возвращает 3.0002E+0.

См. также

[EXP](#) (на стр. 3-54)
[LOG](#) (на стр. 3-56)
[LOG10](#) (на стр. 3-56)

Функция LOG рабочего листа Calc

Эта команда возвращает логарифм значения по указанному основанию.

Использование

`LOG(Value)`
`LOG(Value, base)`

`Value`

Любое положительное действительное число

`base`

Основание логарифма; если аргумент `base` опущен, предполагается основание 10

Пример

=LOG(1)
=LOG(10)
=LOG(8, 2)

Возвращает 000.0000E-3.
Возвращает 1.0000E+0.
Возвращает 3.0000E+0.

См. также

[EXP](#) (на стр. 3-54) [LN](#)
(на стр. 3-56) [LOG10](#)
(на стр. 3-56)

Функция LOG10 рабочего листа Calc

Эта команда возвращает логарифм значения по основанию 10.

Использование

`LOG10(Value)`

`Value`

Любое положительное действительное число

Пример

=LOG10(260)	Возвращает 2.4149E+0.
=LOG10(100)	Возвращает 2.0000E+0.

См. также

[EXP](#) (на стр. 3-54)
[LN](#) (на стр. 3-56)
[LOG](#) (на стр. 3-56)

Функция LOOKUP рабочего листа Calc

Эта команда ищет значение в одном диапазоне и возвращает содержимое соответствующей позиции во втором диапазоне.

Использование

`LOOKUP (Lookup_value, Lookup_range, Result_range)`

<i>Lookup_value</i>	Значение, для которого выполняется поиск в первом диапазоне
<i>Lookup_range</i>	Первый диапазон для поиска, содержащий только одну строку или один столбец; диапазон может содержать числа, текст или логические значения; для поиска <i>Lookup_range</i> , выражения в диапазоне должны быть расположены в порядке возрастания (например, -2, -1, 0, 2 ... от A до Z, False, True); поиск не чувствителен к регистру.
<i>Result_range</i>	Диапазон из одной строки или одного столбца того же размера, что и диапазон <i>Lookup_range</i> .

Подробно

Если *Lookup_value* не имеет точного совпадения в *Lookup_range*, ищется наибольшее значение, которое меньше или равно *Lookup_value*, и возвращается соответствующая позиция в *Lookup_range*. Если *Lookup_value* не существует или меньше, чем данные в *Lookup_range*, возвращается #N/A.

Пример

Следующие примеры относятся к ячейкам рабочего листа Calc, показанным ниже (эти ячейки были связаны с рабочим листом Run; см. раздел [Привязывание ячеек рабочих листов Run и Settings к ячейкам рабочего листа Calc](#) (на стр. 3-18)).

Рисунок 109: Пример ячеек рабочего листа Calc

	A	B
1	DrainV(1)	Source(1)
2		0 1.32744E-010
3	0.1000000015	-0.0008447049
4	0.200000003	-0.0016400101
5	0.3000000119	-0.0023773371
6	0.400000006	-0.0030588347
7	0.5	-0.003683852
8	0.6000000238	-0.0042509343
9	0.6999999991	0.0047640077

=LOOKUP (0.5, A2:A8, B2:B8)	Возвращает -0.003683852.
=LOOKUP (0.4, A2:A8, B2:B8)	Возвращает -0.0023773371 (см. Подробно).
=LOOKUP (-0.1, A2:A8, B2:B8)	Возвращает #N/A (см. Подробно).

См. также

[MATCH](#) (на стр. 3-58)

Функция MATCH рабочего листа Calc

Эта команда сравнивает указанное значение со значениями в диапазоне. Возвращается позиция совпадающего значения в поиске.

Использование

`MATCH (Lookup_value, Lookup_range, Comparison)`

<i>Lookup_value</i>	Значение, с которым нужно сравнить; это может быть число, текст, логическое значение или ссылка на ячейку, содержащую одно из этих значений.
<i>Lookup_range</i>	Диапазон для поиска; содержит только одну строку или один столбец; диапазон может содержать числа, текст или логические значения.
<i>Comparison</i>	Значение, указывающее метод сравнения между значением <i>Lookup_value</i> и значениями в <i>Lookup_range</i> ; если вы не укажете <i>Comparison</i> , будет использоваться метод сравнения 1; см. Подробно

Подробно

Если *Comparison* равно 1, то совпадающим считается наибольшее значение, которое меньше или равно *Lookup_value*. При использовании этого метода сравнения значения в *Lookup_range* должны быть расположены в порядке возрастания (например, ... -2, -1, 0, 2 ... от A до Z, False, True). Поиск не чувствителен к регистру.

Если значение параметра *Comparison* равно 0, то совпадающим считается первое значение, которое равно значению *Lookup_value*. При использовании этого метода сравнения значения в *Lookup_range* могут располагаться в любом порядке. При использовании метода сравнения 0 и текстового значения *Lookup_value*, *Lookup_value* может содержать символы подстановки. Символами подстановки являются * (звездочка), который соответствует любой последовательности символов, и ? (вопросительный знак), который соответствует любому одиночному символу.

Когда *Comparison* равно -1, наименьшее значение, которое больше или равно *Lookup_value*, должно быть расположено в порядке убывания (например, True, False, от Z до A, ... 2, 1, 0, -1, -2 ...).

Если для значения *Lookup_value* не найдено совпадение, возвращается #N/A.

Пример

Следующие примеры относятся к ячейкам рабочего листа Calc, показанным ниже (эти ячейки были связаны с рабочим листом Run, как описано в разделе [Привязывание ячеек рабочих листов Run и Settings к ячейкам рабочего листа Calc](#) (на стр. 3-18)).

Рисунок 110: Пример ячеек рабочего листа Calc

	A	B
1	DrainV(1)	Source(1)
2		0 1.32744E-010
3	0.1000000015	-0.0008447049
4	0.200000003	-0.0016400181
5	0.3000000119	-0.0023773371
6	0.400000006	-0.0030588347
7		0.5 -0.0036883852
8	0.6000000238	-0.0042509343
9	0.6000000238	0.0047640077

=MATCH (0.5, A2:A8, 1)

Возвращает 6 (шестая ячейка относительно ячейки 2, например, ячейка 7).

=MATCH (0.4, A2:A8, 1)

Возвращает 4 (четвертая ячейка относительно ячейки 2, например, ячейка 5).

=MATCH (0.5, A2:A8, 0)

Возвращает 6 (потому что найдено точное совпадение).

=MATCH (0.4, A2:A8, 0)

Возвращает #N/A (потому что точное совпадение не найдено).

См. также

[LOOKUP](#) (на стр. 3-57)

Функция MAX рабочего листа Calc

Эта команда возвращает наибольшее значение в указанном списке чисел.

Использование

`MAX(Value_list)`

`Value_list`

Список до 30 чисел, разделенных запятыми.

Подробно

Список `Value_list` может содержать числа, логические значения, текстовые представления чисел или ссылку на диапазон, содержащий эти значения.

Ошибочные значения или текст, который не может быть преобразован в числа, возвращают ошибки.

Если список содержит ссылку на диапазон, то текст, логическое выражение и пустые ячейки в диапазоне игнорируются.

Если в списке нет чисел, возвращается 0.

Пример

=MAX(50, 100, 150, 500, 200)
=MAX(A1:F12)

Возвращает 500.0000E+0.

Возвращает наибольшее значение в данном диапазоне.

См. также

[AVERAGE](#) (на стр. 3-52)
[MIN](#) (на стр. 3-59)

Функция MIN рабочего листа Calc

Эта команда возвращает наименьшее значение в указанном списке чисел.

Использование

`MIN(Value_list)`

`Value_list`

Список до 30 чисел, разделенных запятыми.

Подробно

Список `Value_list` может содержать числа, логические значения, текстовые представления чисел или ссылку на диапазон, содержащий эти значения.

Ошибочные значения или текст, который не может быть преобразован в числа, возвращают ошибки.

Если список содержит ссылку на диапазон, то текст, логическое выражение и пустые ячейки в диапазоне игнорируются.

Если в списке нет чисел, возвращается 0.

Пример

=MIN(50, 100, 150, 500, 200)
=MIN(A1:F12)

Возвращает 50.0000E+0.

Возвращает наименьшее значение в данном диапазоне.

См. также

[AVERAGE](#) (на стр. 3-52)
[MAX](#) (на стр. 3-59)

Функция MINUTE рабочего листа Calc

Эта команда возвращает компонент «минуты» порядкового числа, сгенерированного функцией NOW.

Использование

`MINUTE (Serial_number)`

`Serial_number`

Время в виде порядкового числа; десятичная часть числа представляет время в виде доли дня.

Подробно

Результат - целое число от 0 до 59. Требуется для извлечения часа из порядкового числа, созданного функцией NOW.

Пример

=MINUTE (34506.4)
=MINUTE (34399.825)
=MINUTE (NOW ())

Возвращает 36.0000E+0.
Возвращает 48.0000E+0.
Возвращает текущую минуту текущего часа.

См. также

[DAY](#) (на стр. 3-53)
[HOUR](#) (на стр. 3-55)
[NOW](#) (на стр. 3-61)
[SECOND](#) (на стр. 3-63)
[YEAR](#) (на стр. 3-68)

Функция MONTH рабочего листа Calc

Эта команда возвращает компонент «месяц» указанного порядкового числа даты и времени или даты в текстовом формате.

Использование

`MONTH (Serial_number)`

`Serial_number`

Дата, в виде порядкового числа или текста (например, 06-21-15 или 21-Jun-15)

Подробно

MONTH возвращает число в диапазоне от 1 (Январь) до 12 (Декабрь). Требуется для извлечения месяца из порядкового числа, созданного функцией NOW.

Пример

=MONTH ("07-21-16")
=MONTH (34626)
=MONTH (NOW ())

Возвращает 7.0000E+0.
Возвращает 10.0000E+0.
Возвращает текущий месяц текущего года.

См. также

[DAY](#) (на стр. 3-53)
[HOUR](#) (на стр. 3-55)
[NOW](#) (на стр. 3-61)
[SECOND](#) (на стр. 3-63)
[YEAR](#) (на стр. 3-68)

Функция NOW рабочего листа Calc

Эта команда возвращает текущую дату и время в виде порядкового числа.

Использование

NOW ()

Подробно

В порядке числе цифры слева от десятичной точки представляют дату, а цифры справа от десятичной точки - время. Результат функции NOW изменяется только при пересчете рабочего листа.

Используйте функции DAY, HOUR, MINUTE, MONTH, SECOND, и YEAR для извлечения информации из порядкового числа, созданного функцией NOW. Эти другие функции могут оперировать функцией NOW во вложенном формате.

Пример

=HOUR (NOW ())

Возвращает текущий час.

См. также

[DAY](#) (на стр. 3-53)
[HOUR](#) (на стр. 3-55)
[MINUTE](#) (на стр. 3-60)
[MONTH](#) (на стр. 3-60)
[SECOND](#) (на стр. 3-63)
[YEAR](#) (на стр. 3-68)

Функция PI рабочего листа Calc

Эта команда возвращает значение π (π), которое приблизительно равно 3,1415.

Использование

PI ()

Подробно

Хотя PI не использует аргументы, вы должны указать пустые круглые скобки, чтобы правильно сослаться на эту функцию.

См. также

[COS](#) (на стр. 3-52)
[SIN](#) (на стр. 3-64)
[TAN](#) (на стр. 3-67)

Функция PRODUCT рабочего листа Calc

Эта команда перемножает список чисел и возвращает результат.

Использование

`PRODUCT(Value_list)`

`Value_list`

Список до 30 чисел, разделенных запятыми.

Подробно

Список `Value_list` может содержать числа, логические значения, текстовые представления чисел или ссылку на диапазон, содержащий эти значения.

Ошибочные значения или текст, который не может быть преобразован в числа, возвращают ошибки.

Если список содержит ссылку на диапазон, то логические выражения и пустые ячейки в диапазоне игнорируются.

Пример

`=PRODUCT(1, 2, 3, 4)`

Возвращает 24.0000E+0.

См. также

[SUM](#) (на стр. 3-66)

Функция ROUND рабочего листа Calc

Эта команда округляет заданное число до указанного количества десятичных знаков.

Использование

`ROUND(Value, Precision)`

`Value`

Любое число

`Precision`

Число десятичных знаков, до которых округляется значение.

Подробно

При использовании отрицательной точности цифры справа от десятичной точки опускаются, а абсолютное число значащих цифр, заданное параметром `Precision`, заменяется нулями.

Если `Precision` равно 0, `Value` округляется до ближайшего целого числа.

Пример

`=ROUND(879.278, 2)`

Возвращает 879.2800E+0.

`=ROUND(9899.435, -2)`

Возвращает 9.9000E+3.

См. также

Нет

Функция SECOND рабочего листа Calc

Эта команда возвращает компонент «секунды» для указанного порядкового числа даты/ времени

Использование

`SECOND (Serial_number)`

`Serial_number`

Время в виде порядкового числа (десячная часть числа представляет время в виде доли дня).

Подробно

Извлекает секунды из порядкового числа, созданного функцией NOW.

Пример

=SECOND (0.259)
=SECOND (34657.904)
=SECOND (NOW())

Возвращает 58.0000E+0.
Возвращает 46.0000E+0.
Возвращает текущую секунду текущей минуты.

См. также

[DAY](#) (на стр. 3-53)
[HOUR](#) (на стр. 3-55)
[MINUTE](#) (на стр. 3-60)
[MONTH](#) (на стр. 3-60)
[NOW](#) (на стр. 3-61)
[YEAR](#) (на стр. 3-68)

Функция SIGN рабочего листа Calc

Эта команда определяет знак указанного числа.

Использование

`SIGN (Value)`

`Value`

Любое число

Подробно

`SIGN` возвращает 1, если указанное число положительно. Команда возвращает -1, если указанное число отрицательно.

=SIGN (-456)
=SIGN (456)

Возвращает -1.0000E+0.
Возвращает 1.0000E+0.

См. также

[ABS](#) (на стр. 3-48)

Функция SIN рабочего листа Calc

Эта команда возвращает синус указанного угла.

Использование

SIN (Value)

Value

Угол в радианах

Подробно

Если угол в градусах, конвертируйте его в радианы, умножив на PI () /180.

Пример

=SIN(1.5)
=SIN(4.8)

Возвращает 997.4950E-3.
Возвращает -996.1646E-3+0.

См. также

[ASIN](#) (на стр. 3-49)
[PI](#) (на стр. 3-61)

Функция SINH рабочего листа Calc

Эта команда возвращает гиперболический синус указанного числа.

Использование

SINH (Value)

Value

Любое число

Пример

=SINH(1)
=SINH(3)

Возвращает 1.1752E+0.
Возвращает 10.0178E+0.

См. также

[ASINH](#) (на стр. 3-50)
[PI](#) (на стр. 3-61)

Функция SQRT рабочего листа Calc

Эта команда возвращает квадратный корень указанного числа.

Использование

SQRT (Value)

Value

Любое положительное число

Подробно

Если указать отрицательное число, возвращается ошибка #NUM!.

Пример

=SQRT (25)	Возвращает 5.0000E+0.
=SQRT (160)	Возвращает 12.6491E+0.

См. также

Нет

Функция STDEVP рабочего листа Calc

Эта команда возвращает нормальное отклонение на основе всей совокупности значений.

Использование

STDEVP (Value_list)

Value_list

Список до 30 чисел, разделенных запятыми; список может содержать числа или ссылку на диапазон, содержащий числа.

Подробно

Нормальное отклонение представляет собой среднее значение отклонений от среднего значения совокупности в пределах списка значений.

Пример

=STDEVP (4.0, 3.0, 3.0, 3.5, 2.5n 4.0, 3.5)	Возвращает 5.0788E-3.
---	-----------------------

См. также

[VARP](#) (на стр. 3-68)

Функция SUM рабочего листа Calc

Эта команда возвращает сумму указанных чисел.

Использование

`SUM(Value_list)`

`Value_list`

Список до 30 чисел, разделенных запятыми.

Подробно

Список может содержать числа, логические значения, текстовые представления чисел или ссылку на диапазон, содержащий эти значения.

Ошибочные значения или текст, который не может быть преобразован в числа, возвращают ошибки.

Если список содержит ссылку на диапазон, то текст, логическое выражение и пустые ячейки в диапазоне игнорируются.

Пример

=SUM(1000, 3500, 500)
=SUM(A10:D10)

Возвращает 5.0000E+3.

Возвращает 6.0000E+3, если все ячейки диапазона равны 1500.

См. также

[AVERAGE](#) (на стр. 3-52)
[PRODUCT](#) (на стр. 3-62)
[SUMSQ](#) (на стр. 3-66)

Функция SUMSQ рабочего листа Calc

Эта команда возводит в квадрат каждое из заданных чисел и возвращает сумму квадратов.

Использование

`SUMSQ(Value_list)`

`Value_list`

Список до 30 чисел, разделенных запятыми.

Подробно

Список может содержать числа, логические значения, текстовые представления чисел или ссылку на диапазон, содержащий эти значения.

Ошибочные значения или текст, который не может быть преобразован в числа, возвращают ошибки.

Если список содержит ссылку на диапазон, то текст, логическое выражение и пустые ячейки в диапазоне игнорируются.

Пример

=SUMSQ(5, 9, 11)

Возвращает 227.0000E+0.

См. также

[SUM](#) (на стр. 3-66)

Функция TAN рабочего листа Calc

Эта команда возвращает тангенс указанного угла.

Использование

TAN (Value)

Value

Угол в радианах

Подробно

Если угол в градусах, конвертируйте его в радианы, умножив на PI () /180.

Пример

=TAN(1.5)
=TAN(45*PI()/180)

Возвращает 14.1014E+0.
Возвращает 1.0000E+0.

См. также

[ATAN](#) (на стр. 3-50)
[PI](#) (на стр. 3-61)
[TANH](#) (на стр. 3-67)

Функция TANH рабочего листа Calc

Эта команда возвращает гиперболический тангенс значения.

Использование

TANH (Value)

Value

Любое число

Пример

=TANH(1.5)
=TANH(1.1)

Возвращает 905.1483E-3.
Возвращает 800.4990E-3.

См. также

[ATANH](#) (на стр. 3-50)
[COSH](#) (на стр. 3-53)
[SINH](#) (на стр. 3-64)
[TAN](#) (на стр. 3-67)

Функция VARP рабочего листа Calc

Эта команда возвращает дисперсию совокупности на основе всей совокупности значений.

Использование

`VARP (Value_list)`

`Value_list`

Список до 30 чисел, разделенных запятыми.

Подробно

`Value_list` может содержать числа или ссылки на диапазон, содержащий числа.

Пример

=VARP (4.0, 3.0, 3.0, 3.5, 2.5, 4.0, 3.5)

Возвращает 265.3061E-3.

См. также

[STDEVP](#) (на стр. 3-65)

Функция YEAR рабочего листа Calc

Эта команда возвращает компонент «год» указанного порядкового числа даты и времени или даты в текстовом формате.

Использование

`YEAR (Serial_number)`

`Serial_number`

Дата, в виде порядкового числа или текста (например, 06-21-15 или 21-Jun-15)

Подробно

Извлекает год из порядкового числа, созданного функцией NOW.

Пример

=YEAR (39328)
=YEAR ("06/21/16")
=YEAR (NOW())

Возвращает 2.0070E+3.
Возвращает 2.0160E+3.
Возвращает текущий год.

См. также

[DAY](#) (на стр. 3-53)
[HOUR](#) (на стр. 3-55)
[MINUTE](#) (на стр. 3-60)
[MONTH](#) (на стр. 3-60)
[NOW](#) (на стр. 3-61)
[SECOND](#) (на стр. 3-63)

Раздел 4

Индивидуальная настройка Clarius

В данном разделе:

Индивидуальная настройка Clarius.....	4-1
Добавление объектов в библиотеку	4-1
Опции отображения дерева проекта.....	4-6
Опции отображения сообщений.....	4-6
Мои Настройки	4-6
Инструменты.....	4-10

Индивидуальная настройка Clarius

При индивидуальной настройке Clarius, вы можете:

- Добавлять собственные тесты, действия и проекты в библиотеку Clarius.
- Настроить параметры в разделе My Settings (Мои настройки), чтобы настроить рабочую среду, модифицировать выполнение проекта и определить параметры графиков по умолчанию. Вы также можете настроить пользовательские параметры прерывания по универсальнойшине GPIB и просмотреть информацию о Clarius.
- Скрыть или отобразить области дерева проекта, правой панели и области сообщений в окне Clarius.

Добавление объектов в библиотеку

Вы можете добавлять тесты, устройства, действия и проекты в библиотеку. Новая версия объекта включает настройки, которые вы сделали для объекта в панели Configure (Конфигурация). После добавления объекта, вы можете использовать его для создания новых объектов в дереве проектов.

Вы не можете добавлять площадки и подплощадки в библиотеку.

При копировании проекта, в него включаются все определения тестов, формулы, настройки графиков и выбранные истории выполнения.

NOTE

Когда вы добавляете объекты в библиотеку, у вас есть возможность задать ключевые слова. Вы можете использовать эти ключевые слова для обозначения объекта информацией, которую можно использовать для поиска объекта, например, включить свое имя или имя проекта в качестве части проекта.

Добавление теста в библиотеку

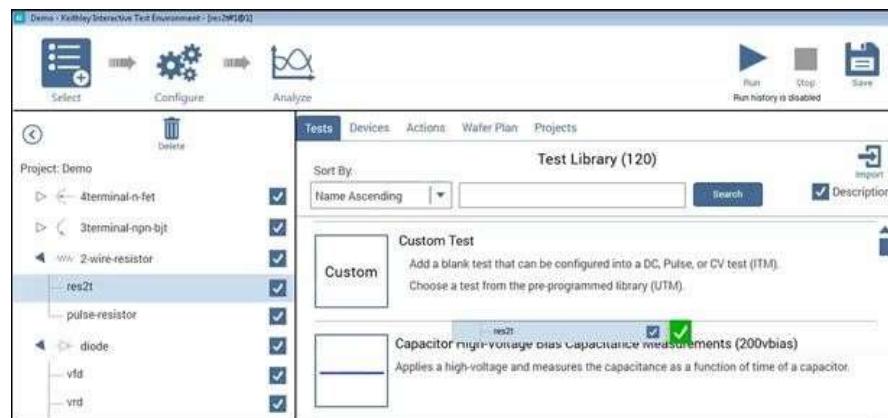
В следующих шагах описано, как добавить тест в библиотеку. Вы можете следовать той же основной процедуре для добавления устройств, действий и проектов. Основное различие заключается в типе объекта и том, в какую библиотеку добавляется объект.

При добавлении теста в библиотеку, Истории выполнения, выбранные на панели Analyze (Анализ), включаются в новый тест. Однако примечания и псевдонимы, которые были назначены элементам Истории выполнения в исходном teste, не включаются.

Чтобы добавить тест в библиотеку:

1. В Clarius настройте тест так, чтобы он содержал параметры, которые вы хотите включить в новый объект библиотеки.
2. Выберите **Analyze** (Анализ).
3. Выберите истории выполнения, которые вы хотите включить в новый тест.
4. Откройте **Select** (Выбор).
5. Перетащите тест из дерева проекта в библиотеку. Вы увидите копию теста и галочку, как показано на рисунке ниже. Тест автоматически добавляется в Tests library (Библиотеку тестов), независимо от открытой в данный момент вкладки. Когда вы перетаскиваете тест, отображается диалоговое окно подтверждения.

Рисунок 111: Добавление теста в Библиотеку тестов



6. Выберите **OK**. Отобразится Library Information Editor (Редактор информации библиотеки). Обратитесь к разделу [Редактирование информации для объекта библиотеки](#) (на стр. 4-4), чтобы завершить работу с Редактором информации библиотеки.

Добавление устройства в Библиотеку устройств

Вы можете скопировать устройство из дерева проекта в библиотеку, чтобы создать новое устройство.

Чтобы отправить устройство в библиотеку:

1. В Clarius выберите **Select** (Выбор).
2. В дереве проекта перетащите устройство в библиотеку. Тест автоматически добавляется в Devices library (Библиотеку устройств), независимо от открытой в данный момент вкладки. Отобразится подтверждающее сообщение.
3. Выберите **OK**. Отобразится диалоговое окно Library Information Editor (Редактор информации библиотеки). Обратитесь к разделу [Редактирование информации для объекта библиотеки](#) (на стр. 4-4), чтобы завершить работу с Редактором информации библиотеки.

Добавление действия в библиотеку

В следующем примере описано, как добавить действие в библиотеку.

Чтобы добавить действие в библиотеку:

1. В Clarius настройте действие так, чтобы оно содержало параметры, которые вы хотите включить в новый объект библиотеки.
2. Откройте панель **Select** (Выбор).
3. Перетащите действие из дерева проекта в библиотеку. Вы увидите копию действия и галочку. Действие автоматически добавляется в Actions library (Библиотеку действий), независимо от открытой в данный момент вкладки. Когда вы перетаскиваете действие, отображается диалоговое окно подтверждения.
4. Выберите **OK**. Отобразится Library Information Editor (Редактор информации библиотеки). Обратитесь к разделу [Редактирование информации для объекта библиотеки](#) (на стр. 4-4).

Добавление проекта в библиотеку

В следующем примере описано, как добавить проект в библиотеку.

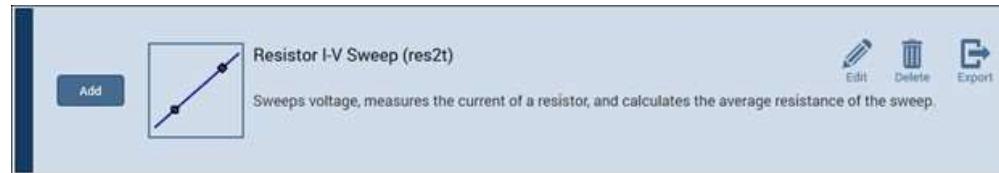
Чтобы добавить проект в библиотеку:

1. В Clarius настройте проект так, чтобы он содержал параметры, которые вы хотите включить в новый объект библиотеки.
2. Откройте панель **Select** (Выбор).
3. Перетащите проект из дерева проекта в библиотеку. Вы увидите копию проекта и галочку. Проект автоматически добавляется в Projects library (Библиотеку проектов), независимо от открытой в данный момент вкладки. Когда вы перетаскиваете проект, отображается диалоговое окно подтверждения.
4. Выберите **OK**. Отобразится Library Information Editor (Редактор информации библиотеки). Обратитесь к разделу [Редактирование информации для объекта библиотеки](#) (на стр. 4-4).

Редактирование добавленного библиотечного объекта

Вы можете редактировать объекты, добавленные в библиотеку. Редактируемые объекты имеют опции Edit (Редактировать), Delete (Удалить) и Export (Экспортировать), как показано на следующем рисунке.

Рисунок 112: Параметры Edit, Delete, и Export для элемента библиотеки



Чтобы отредактировать элемент:

1. Выберите элемент в библиотеке.
2. Выберите **Edit** (Редактирование).
3. Параметры см. в разделе [Редактирование объекта в библиотеке](#) (на стр. 4-4).

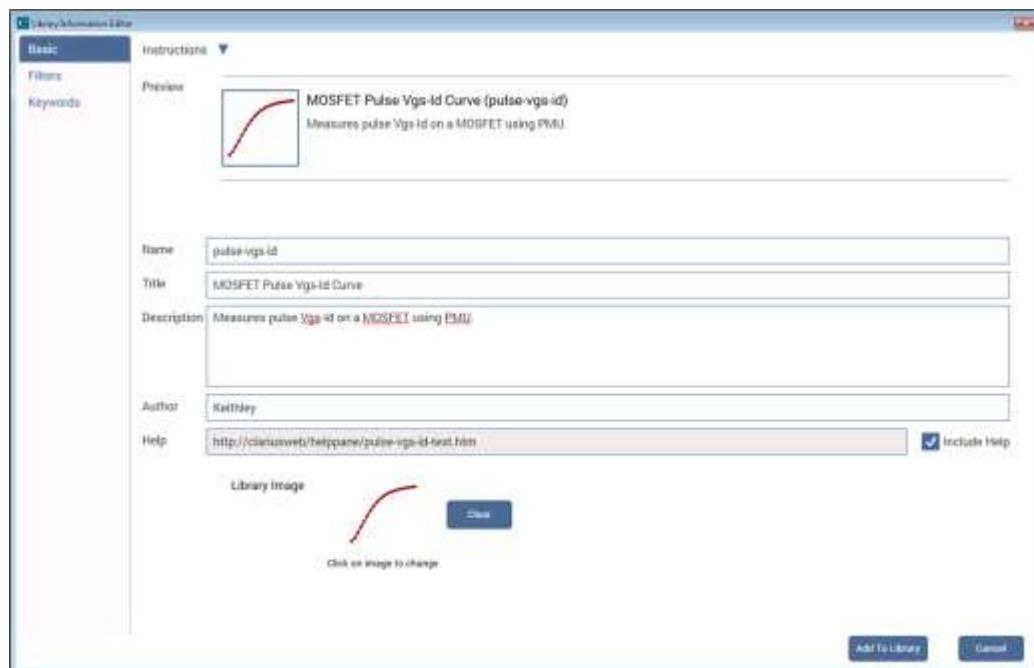
Редактирование объекта в библиотеке

Редактор информации библиотеки позволяет вам изменить информацию для нового объекта библиотеки. Вы можете изменить такую информацию, как имя, описание, графику, справочную информацию, фильтры и ключевые слова.

Редактор информации библиотеки отображается, когда вы перетаскиваете объект из дерева проекта в библиотеку. Для объектов, которые вы создали, вы также можете получить доступ к редактору, используя команду **Edit** (Редактировать) в библиотеке.

При внесении изменений на вкладке Basic (Основная информация) в области Preview (предварительного просмотра) отображаются изменения в том виде, в котором они появятся в библиотеке.

Рисунок 113: Редактор информации библиотеки



Чтобы изменить информацию для объекта библиотеки:

1. На вкладке Basics (Основная информация) заполните информацию по мере необходимости. Опции приведены в следующей таблице.
2. Выберите вкладку **Filters** (Фильтры). Эти опции задают фильтры, благодаря которым данный элемент будет отображаться в библиотеке при выборе фильтров на правой панели.
3. Выберите фильтры, которые помогут пользователю найти этот элемент в библиотеке.
4. Выберите вкладку **Keywords** (Ключевые слова). Эти опции определяют, что можно ввести в поле поиска в библиотеке, чтобы найти данный элемент. Вы можете использовать опции Sort By (Сортировать по...) в нижней части списков, чтобы изменить порядок записей в редакторе информации. Это не влияет на их порядок в библиотеке.
5. Чтобы добавить ключевое слово, перетащите его слева направо.
6. Чтобы удалить ключевое слово, выделите его и выберите **Delete** (Удалить). Это не удаляет ключевое слово из глобального списка ключевых слов.
7. Чтобы добавить ключевое слово, выберите **New** (Новое) и введите ключевое слово.

Опции в Редакторе информации	
Preview (Предварительный просмотр)	Отображает внесенные изменения в том виде, в котором они появятся в библиотеке.
Name (Имя)	Введите новое имя. Это имя будет использоваться в библиотеке и дереве проекта.
Title (Заголовок)	Введите заголовок. Он используется в библиотеке.
Description (Описание)	Введите краткое описание элемента. Оно отображается в библиотеке.
Author (Автор)	Введите информацию, определяющую, кто создал данный элемент. Эта информация доступна только в Редакторе информации о проекте.
Help (Справка)	Редактируется только при добавлении в библиотеку объекта из дерева проекта. Это файл справки, который отображается в правой панели при выборе опции Configure (Конфигурация) или Analyze (Анализ). Он также отображается при выборе объекта в библиотеке.
Include Help (Включить справку в объект)	Отображается только при добавлении в библиотеку объекта из дерева проекта. Определяет, будет ли существующая справка включена в новый объект. Если вы хотите включить справку, которая была связана с исходным объектом, выберите Include Help (Включить справку в объект). Снимите флажок Include Help , чтобы справка не отображалась (панель Help (Справка) будет пустой). Вы не можете изменить ссылку на справку; вы можете только включить или скрыть ее.
Library Image (Изображение библиотеки)	Изображение, которое отображается в библиотеке. Щелкните по изображению, чтобы выбрать другое изображение. Изображения должны быть размером 400x400 пикселей в формате png. Более крупные изображения отображаются, но все, что больше 400x400, при отображении в библиотеке обрезается. Чтобы повторно использовать изображение из более старого проекта, вам может понадобиться сохранить существующее изображение bmp в формате png. Для преобразования изображения можно использовать такой инструмент, как Microsoft® Paint. Чтобы оставить область изображения пустой, выберите Clear (Пусто).
Icon Image (Иконка)	Только для устройств. Изображение, которое отображается в дереве проекта. Щелкните по изображению, чтобы выбрать другое изображение. Изображения должны быть размером 80x80 пикселей в формате png. Более крупные изображения отображаются, но все, что больше 80x80, при отображении в дереве проекта обрезается. Чтобы повторно использовать изображение из более старого проекта, вам может понадобиться сохранить существующее изображение bmp в формате png. Для преобразования изображения можно использовать такой инструмент, как Microsoft® Paint. Чтобы оставить область изображения пустой, выберите Clear (Пусто).

Отображение дерева проекта

Вы можете выбрать, отображать или нет в Clarius дерево проектов, если вам нужно больше рабочего пространства. Чтобы скрыть дерево проектов, нажмите < в верхней части дерева. Повторно отобразите дерево проектов, выбрав >.

Отображение сообщений

Вы можете скрыть область Messages (Сообщения) в нижней части окна Clarius. Чтобы скрыть сообщения, выберите v. Чтобы отобразить сообщения, выберите ^.

Мои Настройки

Опции в разделе My Settings (Мои настройки) позволяют задать параметры среды, параметры выполнения, параметры графиков по умолчанию, прерывание по GPIB и настройки протоколирования. Вы также можете просмотреть информацию о ревизии и авторских правах Clarius.

Задание параметров среды

Опции в Environment Settings (Параметры среды) позволяют вам определить, сбрасываются ли устройства GPIB при запуске, разрешены ли неустановившиеся измерения для PMU, можете ли вы редактировать пользовательский интерфейс для пользовательских тестовых модулей (ПТМ), доступно ли отслеживание площадки при стресс-тестировании, где хранятся ваши проекты и какой проект загружается при запуске устройства.

Сброс устройств GPIB при запуске Clarius

Выберите эту опцию для сброса настроек GPIB-устройств в системе до настроек по умолчанию при запуске Clarius.

PMU: Разрешение неустановившихся измерений

Когда выбрана эта опция, все платы приборов 4225-PMU игнорируют зависимость минимального времени от диапазона измерений. Это рекомендуется только для опытных пользователей, так как точечные средние результаты не будут установлены, что может привести к различным эксплуатационным проблемам, таким как:

- Непоследовательное изменение диапазона измерения тока на 4225-PMU или 4225-RPM.
- Отсутствие надлежащей компенсации эффекта линии нагрузки (LLEC) для PMU.
- Отсутствие корреляции между результатами разных PMU или PMU и RPM и результатами SMU.

Для получения дополнительной информации см. раздел «Минимальное время установления для PMU в зависимости от диапазона измерения тока» в

Руководство пользователя Импульсных плат (PGU и PMU) для модели 4200A-SCS.

Разрешение доступа к редактору UI ПТМ

Выберите эту опцию для включения доступа к редактору пользовательского интерфейса пользовательских тестовых модулей (ПТМ).

Подробные сведения об использовании редактора см. в разделе [Определение UI для пользовательского тестового модуля](#) (на стр. 2-18).

NOTE

Для предотвращения непреднамеренных изменений пользовательского интерфейса, рекомендуется отключать редактор после завершения изменений.

Отслеживание площадки во время стресс-тестирования

Выберите эту опцию, чтобы отслеживать площадки во время стресс-тестирования.

Когда этот параметр выбран, во время стресс-тестирования подплощадки:

- Поле идентификации площадки в дереве проекта автоматически обновляется на текущую площадку. Например, если для площадки для выполнения было установлено значение 3, то после выбора Run оно автоматически сбрасывается на 1. Он изменится на 2, как только тестирование переключится на площадку 2.
- Все открытые отображения подплощадок автоматически переключаются на текущую обрабатываемую площадку. Панели Configure (Конфигурация) и Analyze (Анализ) будут соответствовать текущей обрабатываемой площадке.
- Если открыта подплощадка, она также автоматически переключается на текущую площадку во время выполнения. Вы все еще можете переключиться на другие площадки вручную во время выполнения.

Каталог Мои Проекты

Используйте эту опцию, чтобы изменить каталог, в котором хранятся ваши проекты. Изменение каталога проектов не влияет на открытый проект или ранее созданные проекты. Если вы сохраните открытый проект, он будет сохранен в исходном месте.

Существующие проекты остаются в каталоге, в котором они хранились ранее. По умолчанию это каталог

C:\s4200\kiuser\projects.

В диалоговом окне My Projects Directory (Каталог моих проектов) можно щелкнуть правой кнопкой мыши, чтобы добавить новую папку, переименовать существующую папку или удалить папку.

Вы можете переместить проекты в новое место с помощью проводника Windows. При перемещении проектов перемещайте папку проекта и все ее содержимое.

Проект, загружаемый при запуске

Вы можете выбрать, какой проект открывается при запуске Clarius.

Если вы выберете **Load last open project at startup** (Загружать при запуске последний открытый проект), то при запуске будет открыт проект, который был открыт при последнем закрытии Clarius.

Если вы выберете **Load default project at startup** (Загружать при запуске проект по умолчанию), вы можете выбрать проект, который будет открываться по умолчанию при запуске. Используйте Browse (Обзор) для выбора проекта по умолчанию.

Задание параметров выполнения

Параметры диалогового окна Run Settings (Настройки выполнения) позволяют настроить поведение Clarius при выполнении проектов. Вы можете настроить следующие варианты поведения:

- Продолжать ли выполнять проект после ошибки.
- 忽орировать ли состояния блокировки.
- Будет ли активна автопрокрутка на листе Analyze (Анализ) во время теста.
- Будет ли аппаратное обеспечение повторно инициализироваться после выполнения теста.
- Будет ли тест мониториться при непрерывном повторении.
- Размер истории выполнения.

Продолжать выполнение после ошибки

Эта опция определяет, будет ли Clarius продолжать выполнение последовательности проекта, когда он встречает ошибки в тесте. При выборе этой опции, если Clarius столкнется с ошибкой, он отобразит сообщение об ошибке в области сообщений в нижней части окна Clarius и продолжит выполнение следующего теста в последовательности.

Примерами типов ошибок, которые могут игнорироваться, являются:

- Тесты, для которых не были указаны SMU.
- Тесты, которые не сконфигурированы или сконфигурированы неправильно.

Игнорировать состояние блокировки

Опция Ignore interlock state (Игнорировать состояние блокировки) позволяет выбрать, следует ли продолжать тесты, если цепь блокировки разомкнута.

Если выбрана опция Ignore interlock state (Игнорировать состояние блокировки) и цепь блокировки 4200A-SCS разомкнута, Clarius продолжит выполнять тесты. Однако Clarius автоматически ограничивает выходное напряжение до безопасного уровня, даже если в тесте указан более высокий уровень.

Если опция Ignore interlock state (Игнорировать состояние блокировки) отключена, а цепь блокировки 4200A-SCS разомкнута, Clarius выводит предупреждающее сообщение и прекращает выполнение всех тестов.

Автопрокрутка на листе Analyze во время теста

Опция автопрокрутки определяет, прокручивается или нет лист Analyze (Анализ) во время выполнения теста.

Если выбрана опция автопрокрутки, лист прокручивается таким образом, что во время выполнения теста всегда отображаются новые данные.

Если автопрокрутка отключена, лист не отображает данные до завершения теста.

Повторно инициализировать оборудования после выполнения теста

При выборе этой опции, все приборы в системе возвращаются к настройкам по умолчанию после завершения теста. Выход SMU остается на последнем запрограммированном значении в течение короткого времени перед повторной инициализацией.

Если эта опция отключена, все приборы в системе после завершения теста остаются на своих последних запрограммированных настройках.

WARNING

Если опция Reinitialize hardware after run отключена, все выходы остаются на своих последних запрограммированных уровнях после завершения теста. Во избежание поражения электрическим током, которое может привести к травме или смерти, никогда не подключайте и не отключайте устройство 4200A-SCS при включенных выходах.

Кнопка Включить Мониторинг

Опция Enable Monitor button (Кнопка Включить мониторинг) позволяет настроить тест на непрерывное выполнение до ручной остановки. Когда эта опция включена, слева от значка Run отображается значок Monitor (Мониторинг). Мониторинг позволяет выполнять тест непрерывно до тех пор, пока не будет выбрана опция Stop (Остановка).

Более подробную информацию об использовании функции мониторинга см. в разделе [Мониторинг теста](#) (на стр. 2-65).

Размер Истории выполнения

Данная настройка позволяет контролировать количество прогонов, которые сохраняются и отображаются на панели Run History (История выполнения).

Когда вы запускаете тест, количество прогонов, сохраненных в Run History, ограничено установленным числом. Чтобы сохранить заданное количество прогонов, Clarius удаляет самый старый невыбранный прогон. Если количество существующих данных превышает лимит, удаляется только самый старый невыбранный прогон. Выбранные вами прогоны никогда не удаляются автоматически.

Например, если у вас есть 200 существующих прогонов, и вы изменили максимальный размер истории прогонов на 5, количество прогонов в истории прогонов останется равным 200. При следующем запуске теста удаляется самый старый невыбранный прогон.

Если вы выполняете проект с циклом для подплощадки или стресс-тестированием, в начале выполнения автоматически снимается выбор со всех существующих прогонов. Выбираются и отображаются на графиках только данные, собранные во время последнего выполнения проекта. Чтобы сохранить данные между прогонами проекта, увеличьте размер истории прогонов до значения, превышающего количество циклов или стресс-циклов в проекте.

Если размер истории меньше, чем количество циклов или стресс-циклов, то для каждого цикла или стресс-цикла все равно создается прогон.

Настройки графика по умолчанию

Опция раздела My Settings - Graph Defaults (Настройки графика по умолчанию) позволяет установить значения по умолчанию, которые используются для графика Analyze (Анализ), когда графики создаются из истории выполнения:

- **Default Line Width (Толщина линии по умолчанию):** Устанавливает толщину линии, которая используется при отображении графика.
- **Default Data Display (Отображение данных по умолчанию):** Выберите **Points** (Точки) для отображения каждой точки на графике, **Lines** (Линии) для отображения линии, соединяющей точки, или **Points and Lines** (Точки и Линии) для отображения обоих вариантов.
- **Y1 Default Most Recent Data Color (Цвет по умолчанию для последних данных Y1):** Цвет, который используется для данных, отображаемых на графике по оси Y1.
- **Y1 Default Older Data Color (Цвет по умолчанию для более старых данных Y1):** Цвет, который использовался для данных, отображаемых ранее по оси Y1. Чтобы Clarius выбирал цвет автоматически, выберите **Auto (cycle through colors)** (Авто (перебор цветов по кругу)).
- **Y2 Default Most Recent Data Color (Цвет по умолчанию для последних данных Y2):** Цвет, который используется для данных, отображаемых по оси Y2.
- **Y2 Default Older Data Color (Цвет по умолчанию для более старых данных Y2):** Цвет, который использовался для данных, отображаемых ранее по оси Y2. Чтобы Clarius выбирал цвет автоматически, выберите **Auto (cycle through colors)** (Авто (перебор цветов по кругу)).

Пользовательские опции прерывания по GPIB

Эти опции позволяют задать операции, которые выполняются при отправке прерывания по GPIB. Вы можете выбрать, чтобы при прерывании выполнялись команды *RST и DCL.

Если вы включите опцию Custom String (Пользовательская строка), вы можете отправить прибору заданную пользователем строку команд GPIB.

NOTE

Большинство приборов отвечают на команду DCL, но приборы, не совместимые с SCPI, не отвечают. Это может привести к сбоям в работе. Обратитесь к руководству по эксплуатации прибора, чтобы определить его возможности.

Приборы добавляются в этот список, когда они добавляются в систему через KCon. Показываются приборы, добавленные как General Purpose Test Instruments (Тестовые приборы общего назначения). См. раздел «Использование KCon для добавления оборудования в 4200A-SCS» в инструкции *Настройка и обслуживание анализатора параметров модели 4200A-SCS*.

Чтобы добавить пользовательскую строку, установите флагок слева от поля Custom String (Пользовательская строка) для прибора.

Инструменты

Меню Tools (Инструменты) включает в себя инструменты, специфичные для приборов SMU, CVU и PMU, установленных в вашем 4200A-SCS. Оно также включает инструмент, позволяющий экспорттировать данные в электронную таблицу Microsoft Excel.

Инструменты прибора

Вкладка Instrument Tools (Инструменты прибора) в диалоговом окне Tools (Инструменты) содержит инструменты, специфичные для приборов SMU, CVU и PMU, установленных в 4200A-SCS.

Опции включают:

- **SMU Auto Calibration (Автоматическая калибровка SMU):** Перекалибрует смещения тока и напряжения для всех источников и измерительных функций всех SMU в системе. Для поддержания рабочих характеристик SMU необходимо выполнять автокалибровку системы 4200A-SCS каждые 24 часа или каждый раз после изменения температуры окружающей среды более чем на $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Инструкции см. в разделе [Калибровка системы](#) (на стр. 4-11).
- **CVU Connection Compensation (Компенсация подключения CVU):** Корректирует ошибки смещения и усиления, обусловленные подключениями между CVU и тестируемым устройством (ТУ). Инструкции см. в разделе [Компенсация подключений](#) (на стр. 4-12).
- **CVU Real-Time Measure Mode (Режим измерения в реальном времени CVU):** Обеспечивает прямой пользовательский интерфейс реального времени для CVU, чтобы помочь вам настроить и отладить вашу систему. Например, вы можете использовать его для подтверждения того, что контакт с площадками на пластине был достигнут. См. раздел [Измерения CVU в реальном времени](#) (на стр. 4-21).
- **CVU Confidence Check (Проверка надежности показаний CVU):** CVU Confidence Check - это диагностический инструмент, позволяющий проверить наличие обрывов и коротких замыканий и целостность подключений к тестируемому устройству (ТУ). Инструкции см. в разделе [Проверка надежности CVU](#) (на стр. 4-22).
- **PMU Connection Compensation (Компенсация подключения PMU):** Корректирует ошибки, обусловленные подключениями между 4225-PMU и ТУ. Инструкции см. в разделе [Компенсация подключений PMU](#) (на стр. 4-24).

Калибровка системы

Для поддержания рабочих характеристик SMU необходимо проводить автокалибровку 4200A-SCS каждые 24 часа или в любое время после изменения температуры окружающей среды более чем на $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

Процедура автокалибровки перекалибрует смещения тока и напряжения для всех источников и измерительных функций всех SMU в системе.

NOTE

Перед началом калибровки, дайте системе прогреться в течение не менее 30 минут. Clarius запретит автокалибровку, если система недостаточно прогрета.

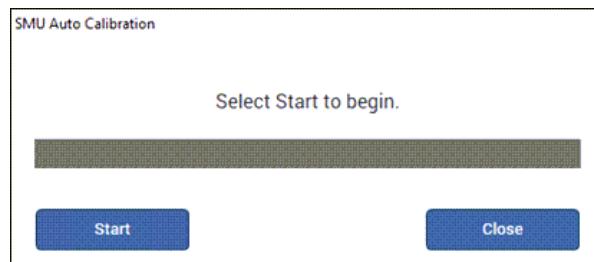
Чтобы выполнить автокалибровку:

1. Дайте системе прогреться в течение не менее 30 минут.
2. Отключите соединения со всеми SMU в 4200A-SCS.
3. Откройте Clarius.
4. Выберите **Tools** (Инструменты).
5. Выберите **Instrument Tools** (Инструменты прибора).

Рисунок 114: Диалоговое окно Инструменты Clarius



6. Выберите **SMU Auto Calibration** (Автоматическая калибровка SMU). Отобразится диалоговое окно с предупреждением.
7. Выберите **OK**. Откроется диалоговое окно SMU Auto Calibration, как показано на следующем рисунке.

Рисунок 115: Диалоговое окно SMU Auto Calibration

8. Выберите **Start** (Запуск). Отображается индикатор выполнения.
После завершения автокалибровки, отобразится сообщение «Auto calibration successfully completed» (Автокалибровка успешно завершена).
9. Выберите **Close** (Закрыть). Автокалибровка завершена.

Компенсация подключений

Вы можете скорректировать ошибки смещения и усиления, обусловленные подключениями между CVU и тестируемым устройством (ТУ), используя компенсацию подключений. Чтобы использовать коррекцию, необходимо:

- Сгенерировать данные компенсации подключения для условий обрыва, короткого замыкания и нагрузки.
- Включите компенсацию подключений CVU.

При выполнении теста, включенные значения компенсации учитываются при каждом измерении.

Если компенсация обрыва, короткого замыкания или нагрузки отключена, эти значения компенсации не используются при тестировании. После сохранения значений компенсации, они доступны для любого проекта, в котором используется CVU.

NOTE

Обновляйте компенсацию подключения при каждом изменении или нарушении настройки подключения. Изменения температуры или влажности не влияют на компенсацию подключения.

NOTE

Если CVU подключен к мультисвитчу 4200A-CVIV, выполните действие `cvu-cviv-comp-collect`. Подробную информацию см. в *Руководстве пользователя мультисвитча 4200A-CVIV*.

Используйте следующие общие рекомендации, чтобы определить, какую коррекцию необходимо выполнить:

- Коррекция **Open** (Размыкания): Коррекция смещения для малых емкостей ($>1 \text{ М}\Omega$, большой импеданс).
- Коррекция **Short** (Короткого замыкания): Коррекция смещения для больших емкостей ($<10 \text{ }\Omega$, малый импеданс).
- Коррекция **Load** (Нагрузки): Коррекция резистивной нагрузки для ошибки усиления. Компания Keithley рекомендует использовать нагрузку, импеданс которой максимально близок к импедансу кабельной системы ($100 \text{ }\Omega$). Нагрузка должна иметь характеристику зависимости импеданса от частоты, которая является чисто резистивной в диапазоне частот последующих измерений.

Генерация данных компенсации для разомкнутого соединения

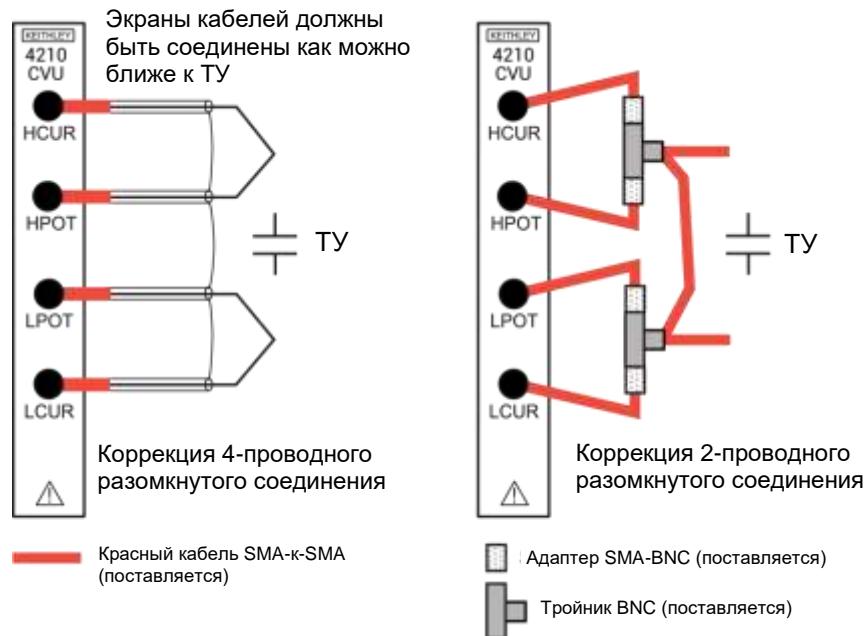
Компенсация разомкнутых соединений обычно выполняется для коррекции смещения при малых емкостях.

Компенсация разомкнутого соединения выполняется, когда подключены все кабели, адаптеры, коммутационные матрицы и другие аппаратные подключения к тестируемому устройству в испытательной цепи. Датчики должны быть подняты, либо устройство должно быть извлечено из испытательного приспособления.

Для генерации данных компенсации разомкнутых соединений:

- Выполните подключения к CVU, как показано на следующем рисунке. Для дистанционного (4-проводного) зондирования, экраны четырех SMA-кабелей должны быть подключены как можно ближе.

Рисунок 116: Подключения для компенсации разомкнутого соединения CVU



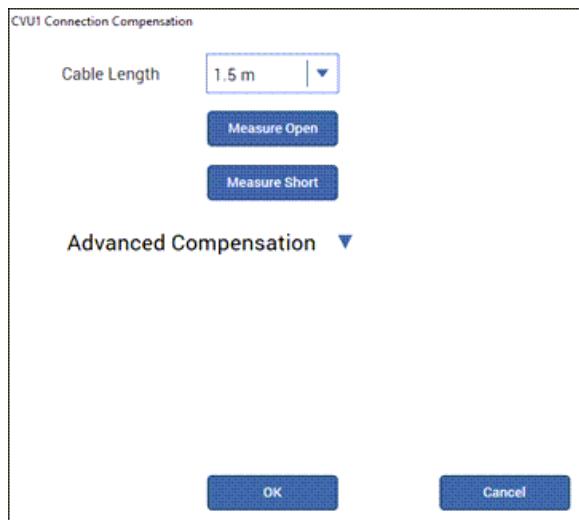
- В Clarius выберите **Tools** (Инструменты). Откроется диалоговое окно Инструменты Clarius.

Рисунок 117: Диалоговое окно Инструменты Clarius



3. Выберите **CVU Connection Compensation** (Компенсация подключений CVU).

Рисунок 118: Диалоговое окно Компенсация подключений CVU



4. Выберите **cable length** (длину кабеля). Вы можете выбрать:
 - **0 m:** Используется, если измерения проводятся на клеммах CVU (без кабелей).
 - **1.5 m:** Используйте со стандартными красными SMA-кабелями (каталожный номер CA-447A), которые поставляются с CVU.
 - **3 m:** Используйте с красными SMA-кабелями (каталожный номер CA-446), которые поставляются вместе с 4200-CVU-PROBER-KIT. Эту настройку можно также использовать при применении коммутационной матрицы.
 - **Custom (Нестандартный):** Коэффициенты длины кабеля измеряются пользователем с помощью опции Measure Custom Cable Length (Измерить длину нестандартного кабеля) в разделе Advanced Compensation (Расширенные настройки компенсации).
5. Если выбрана опция Custom (Нестандартный) для длины кабеля, выберите **Advanced Compensation** (Расширенные настройки компенсации) и выберите **Measure Custom Cable Length** (Измерить длину нестандартного кабеля). Следуйте инструкциям на экране.
6. Если вы используете коммутационную матрицу, замкните переключатели матрицы, которые соединяют CVU с разомкнутым соединением. См. раздел «Управление коммутационной матрицей» в руководстве *Управление датчиком и внешними приборами для модели 4200A-SCS*.
7. В диалоговом окне CVU Connection Compensation (Компенсация подключений CVU) выберите **Measure Open** (Измерение разомкнутого соединения).
8. Следуйте инструкциям.
9. Выберите **OK**.

Генерация данных компенсации для короткого замыкания

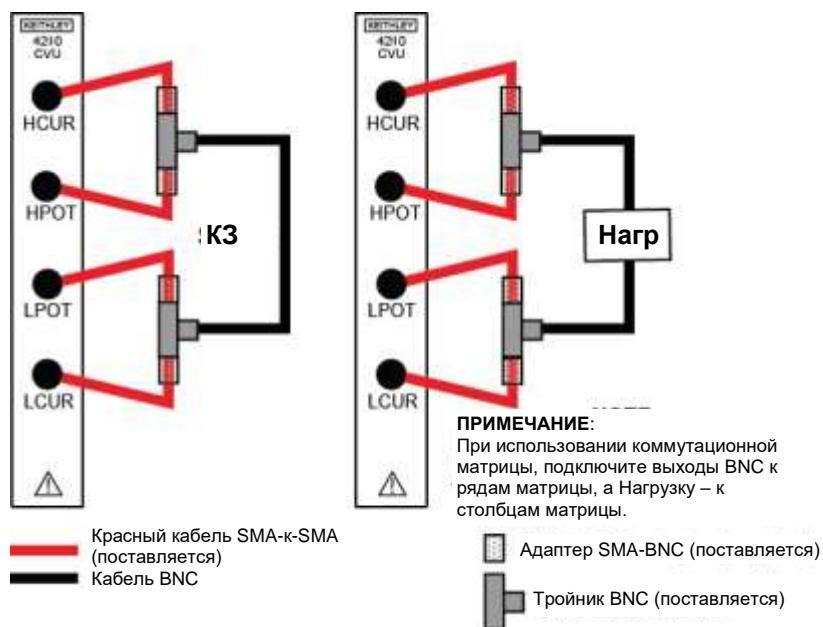
Компенсация короткого замыкания обычно выполняется для коррекции смещения при больших емкостях.

Компенсация короткого замыкания выполняется путем непосредственного соединения всех выводов CVU. Известное короткое замыкание подключается к выводам CVU через все кабели, адаптеры и датчики, которые могут находиться в тестовой цепи. Можно создать короткое замыкание на уровне пластины, закоротив все датчики вместе.

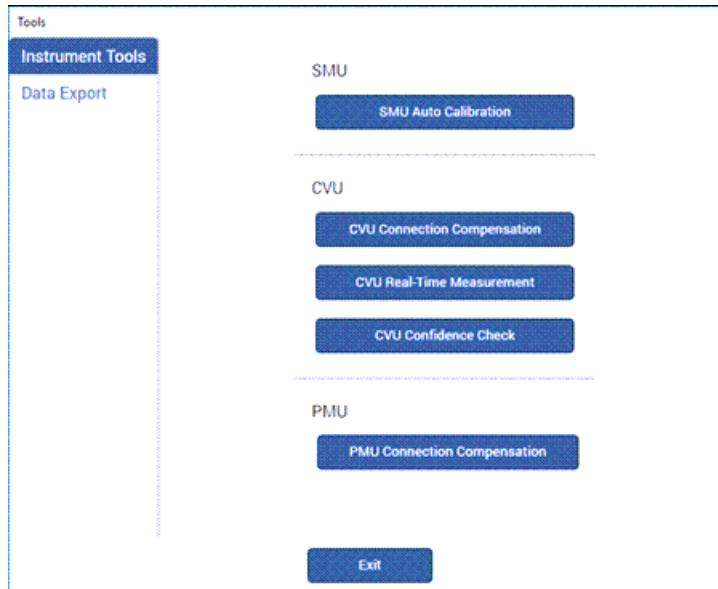
Чтобы сгенерировать данные компенсации короткого замыкания:

1. Выполните подключения к CVU, как показано на следующем рисунке. Для дистанционного (4-проводного) зондирования необходимо соединить экраны четырех SMA-кабелей.

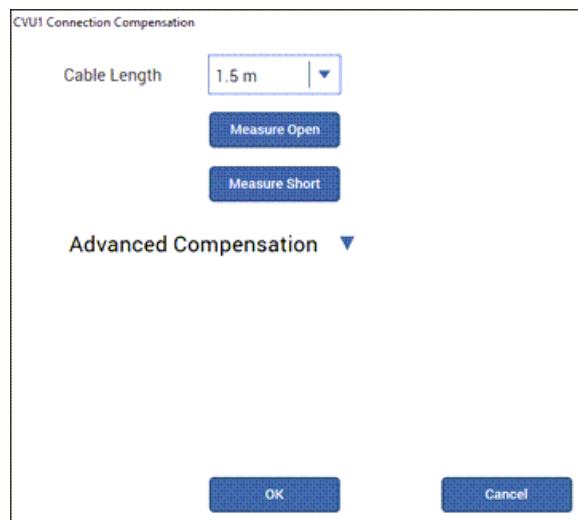
Рисунок 119: Подключения для компенсации короткого замыкания и подключения нагрузки



2. В Clarius выберите **Tools** (Инструменты). Откроется диалоговое окно Инструменты Clarius.

Рисунок 120: Диалоговое окно Инструменты Clarius

3. Выберите **CVU Connection Compensation** (Компенсация подключений CVU).

Рисунок 121: Диалоговое окно Компенсация подключений CVU

4. Выберите **cable length** (длину кабеля). Вы можете выбрать:

- **0 м** Используется, если измерения проводятся на клеммах CVU (без кабелей).
- **1,5 м** Используйте со стандартными красными SMA-кабелями (каталожный номер CA-447A), которые поставляются с CVU.
- **3 м** Используйте с красными SMA-кабелями (каталожный номер CA-446), которые поставляются вместе с 4200-CVU-PROBER-KIT. Эту настройку можно также использовать при применении коммутационной матрицы.
- **Custom (Нестандартный):** Коэффициенты длины кабеля измеряются пользователем с помощью опции Measure Custom Cable Length (Измерить длину нестандартного кабеля) в разделе Advanced Compensation (Расширенные настройки компенсации).

5. Если выбрана опция Custom (Нестандартный) для длины кабеля, выберите **Advanced Compensation** (Расширенные настройки компенсации) и выберите **Measure Custom Cable Length** (Измерить длину нестандартного кабеля). Следуйте инструкциям на экране.
6. Если вы используете коммутационную матрицу, замкните переключатели матрицы, которые соединяют CVU с разомкнутым соединением. См. раздел «Управление коммутационной матрицей» в руководстве *Управление датчиком и внешними приборами для модели 4200A-SCS*.
7. В диалоговом окне Clarius CVU Connection Compensation (Компенсация подключений CVU) выберите Measure Short (Измерение короткого замыкания).
8. Следуйте инструкциям.
9. Выберите **OK**.

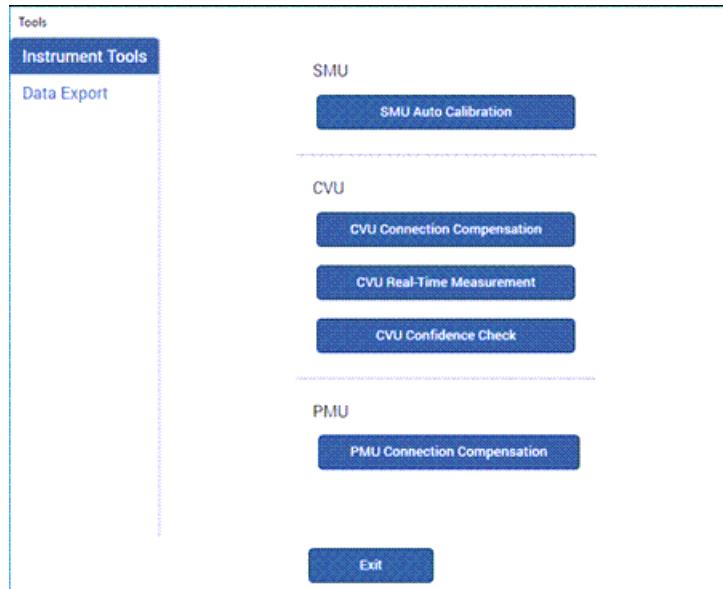
Генерирование данных компенсации для подключения нагрузки

Нагрузки - это эталонные резисторы, обычно 50 или 100 Ω или меньше, которые должны быть резистивными и постоянными во всем диапазоне частот (от 1 кГц до 10 МГц). Нагрузка подключается к выходным клеммам с помощью всех кабелей, адаптеров, датчиков и другого оборудования тестовой цепи.

Для получения данных коррекции нагрузки:

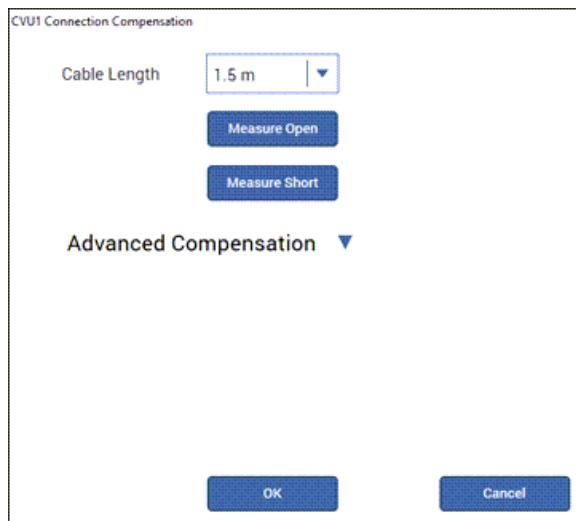
1. Выполните подключения к CVU. См. раздел «Тестовые подключения для коммутационной матрицы» в *Руководстве пользователя блока измерения емкости-напряжения (CVU) для модели 4200A-SCS*.
2. В Clarius выберите **Tools** (Инструменты). Откроется диалоговое окно Инструменты Clarius.

Рисунок 122: Диалоговое окно Инструменты Clarius



3. Выберите **CVU Connection Compensation** (Компенсация подключений CVU).

Рисунок 123: Диалоговое окно Компенсация подключений CVU



4. Выберите **cable length** (длину кабеля). Вы можете выбрать:

- **0 м** Используется, если измерения проводятся на клеммах CVU (без кабелей).
 - **1,5 м** Используйте со стандартными красными SMA-кабелями (каталожный номер CA-447A), которые поставляются с CVU.
 - **3 м** Используйте с красными SMA-кабелями (каталожный номер CA-446), которые поставляются вместе с 4200-CVU-PROBER-KIT. Эту настройку можно также использовать при применении коммутационной матрицы.
 - **Custom (Нестандартный):** Коэффициенты длины кабеля измеряются пользователем с помощью опции Measure Custom Cable Length (Измерить длину нестандартного кабеля) в разделе Advanced Compensation (Расширенные настройки компенсации).
5. Если выбрана опция Custom (Нестандартный) для длины кабеля, выберите **Advanced Compensation** (Расширенные настройки компенсации) и выберите **Measure Custom Cable Length** (Измерить длину нестандартного кабеля). Следуйте инструкциям на экране.
 6. Если вы используете коммутационную матрицу, замкните переключатели матрицы, которые соединяют CVU с разомкнутым соединением. См. раздел «Управление коммутационной матрицей» в руководстве Управление датчиком и внешними приборами для модели 4200A-SCS.
 7. Если еще не открыто, выберите **Advanced Compensation** (Расширенные настройки компенсации).
 8. В пункте **Measure Load** (Измерить нагрузку) введите значение нагрузки в омах.
 9. Выберите **Measure Load** (Измерить нагрузку).
 10. Следуйте инструкциям.
 11. Выберите **OK**.

Данные компенсации

Вы можете просмотреть данные компенсации. Clarius создает список значений компенсации R и jX для каждой тестовой частоты и диапазона измерений для разомкнутой цепи, короткого замыкания и нагрузки.

Чтобы просмотреть данные, сгенерированные для компенсации подключения:

1. В Clarius выберите **Tools** (Инструменты).
2. Выберите **CVU Connection Compensation** (Компенсация подключений CVU).
3. Выберите **Advanced Compensation** (Расширенные настройки компенсации).
4. Рядом с пунктом **View Compensation Data** (Просмотр данных компенсации) выберите данные, которые вы хотите отобразить: **Open** (Разомкнутая цепь), **Short** (Короткое замыкание), или **Load** (Нагрузка).
5. Выберите **View Compensation Data** (Просмотр данных компенсации).
6. Выберите вкладку **HI** для просмотра значений высокой стороны.
7. Выберите вкладку **LO** для просмотра значений низкой стороны.

Рисунок 124: Пример значений компенсации для разомкнутой цепи

The screenshot shows a software dialog titled "CVU Open Compensation Values". It displays a table of compensation values for a series connection. The table has three columns for frequencies (1kHz, 2kHz, 3kHz, 4kHz, 5kHz, 6kHz, 7kHz, 8kHz, 9kHz, 10kHz) and three rows for measurement types (1mA, 30uA, 1uA). Each cell contains a value for resistance (R) and reactance (jX). The "HI" tab is selected at the bottom.

Frequency	1mA		30uA		1uA	
	R	jX	R	jX	R	jX
1kHz	1e-012	0	1e-012	0	1e-012	0
2kHz	0,0192332	0,0092446	0,0192332	0,0092446	0,0192332	0,0092446
3kHz	0,0240222	0,00620513	0,0240222	0,00620513	0,0240222	0,00620513
4kHz	0,0251885	0,00343866	0,0251885	0,00343866	0,0251885	0,00343866
5kHz	0,0251798	-0,00192463	0,0251798	-0,00192463	0,0251798	-0,00192463
6kHz	0,0247988	-0,00374154	0,0247988	-0,00374154	0,0247988	-0,00374154
7kHz	0,0243094	-0,00494131	0,0243094	-0,00494131	0,0243094	-0,00494131
8kHz	0,0241997	-0,00483867	0,0241997	-0,00483867	0,0241997	-0,00483867
9kHz	0,0229851	-0,00625016	0,0229851	-0,00625016	0,0229851	-0,00625016
10kHz	0,0230555	-0,00879264	0,0230555	-0,00879264	0,0230555	-0,00879264

At the bottom of the dialog, there are tabs for "HI" and "LO", with "HI" currently selected. A note at the bottom states: "Note: A value of R=1e15 and jX=1e15 indicates that a measurement could not be made and default values will be used for the Open Compensation." Below that, it shows the date and time: "Open: Mon Sep 26 14:58:31 2016" and "CVU Path: Direct". A "OK" button is at the bottom right.

Включение компенсации

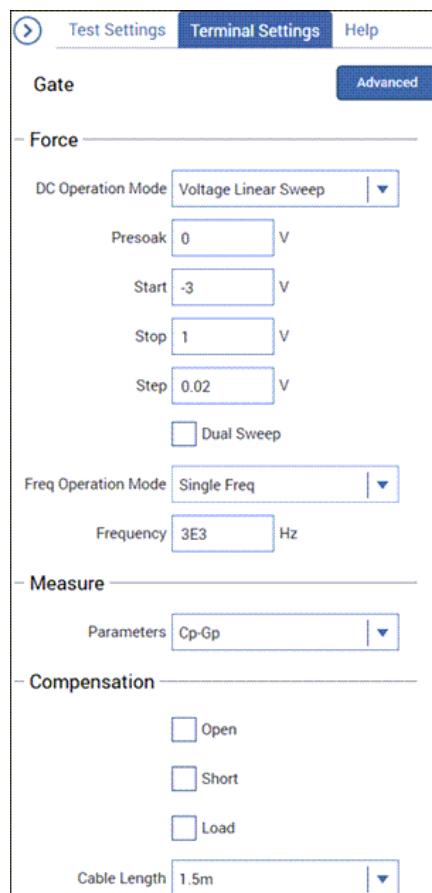
Чтобы использовать значения, сгенерированные для компенсации подключений, необходимо включить компенсацию для каждого теста.

Когда компенсация включена, применяются последние полученные данные компенсации CVU. Значения компенсации могут быть собраны с помощью опции CVU Connection Compensation (Компенсация подключений CVU) в разделе Tools (Инструменты) или с помощью действий и пользовательских модулей.

Чтобы включить компенсацию:

1. Выберите тест в дереве проекта.
2. Выберите **Configure** (Конфигурация).
3. Выберите контактный вывод в центральной панели.
4. В правой панели выберите **Terminal Settings** (Настройки вывода).
5. В разделе Compensation (Компенсация) выберите необходимые типы компенсации.
6. Убедитесь, что **Cable Length** (Длина кабеля) совпадает с параметром, который использовался в диалоговом окне Tools > CVU Connection Compensation (Инструменты > Компенсация подключений CVU) для генерации данных компенсации подключения.

Рисунок 125: Включение компенсации подключений



Измерение в реальном времени для CVU

CVU Real-Time Measurement (Измерение в реальном времени) обеспечивает прямой пользовательский интерфейс реального времени для CVU, чтобы помочь вам настроить и отладить вашу систему. Например, вы можете использовать его для подтверждения того, что контакт с площадками на пластине был достигнут. Измерения не зависят от проверок на обрыв и короткое замыкание.

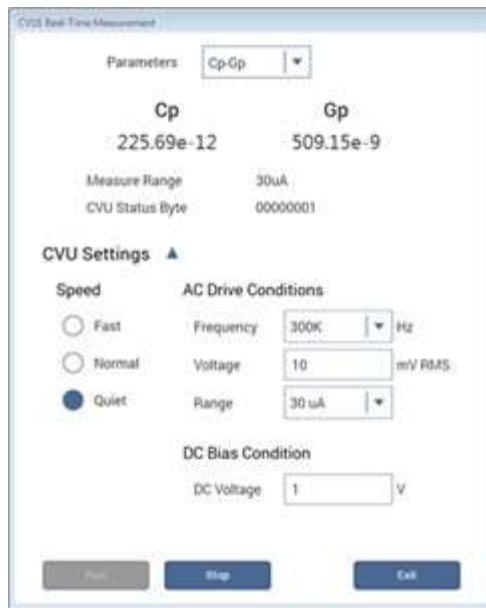
Чтобы выполнить измерения в реальном времени:

1. В Clarius выберите **Tools** (Инструменты). Откроется диалоговое окно Инструменты Clarius.

Рисунок 126: Диалоговое окно Инструменты Clarius



2. Выберите **Instrument Tools** (Инструменты прибора).
3. Выберите **CVU Real-Time Measurement** (Измерение в реальном времени для CVU).

Рисунок 127: Диалоговое окно Real-Time Measurement (Измерение в реальном времени)

4. Выберите параметры, для которых вы хотите получить результаты.
5. Установите скорость, условия подачи переменного тока и условия смещения постоянного тока для условий, которые вы хотите проверить.
6. Выберите **Run** (Выполнение). Результаты для выбранных параметров отображаются в верхней части диалогового окна.

Проверка надежности показаний CVU

CVU Confidence Check - это диагностический инструмент, позволяющий проверить наличие обрывов и коротких замыканий и целостность подключений к тестируемому устройству (ТУ). Когда CVU подключен к ТУ, проверка надежности отображает измеренные показания в режиме реального времени в области сообщений Clarius.

При проверке на разомкнутое соединение или короткое замыкание производится измерение на высокой и низкой сторонах тестовой цепи.

Запуск проверки на разомкнутое соединение и короткое замыкание

CVU Confidence Check - это диагностический инструмент, позволяющий проверить наличие обрывов и коротких замыканий и целостность подключений к тестируемому устройству (ТУ). Когда CVU подключен к ТУ, проверка надежности отображает измеренные показания в режиме реального времени в области сообщений Clarius.

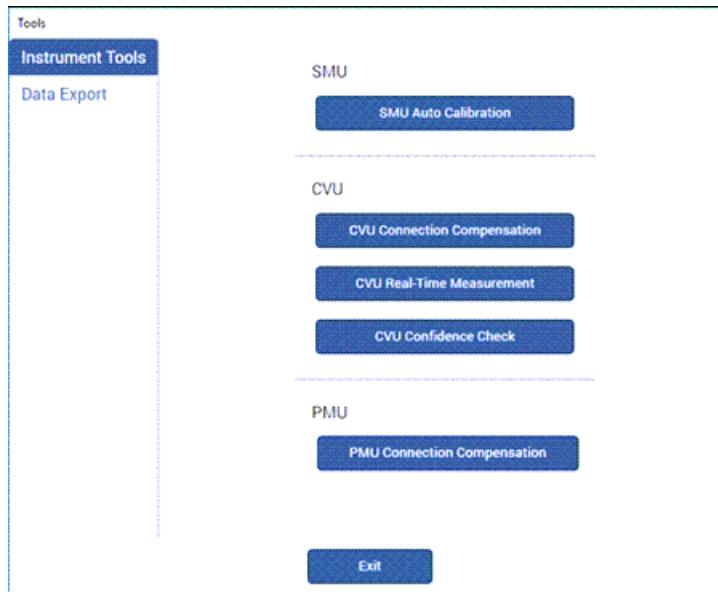
При проверке надежности, производится измерение на высокой и низкой сторонах тестовой цепи.

Чтобы выполнить проверку надежности показаний CVU:

1. Если вы используете коммутационную матрицу, подключите коммутационную матрицу к CVU и ТУ или обеспечьте короткое замыкание, как описано в разделе «Тестовые подключения для коммутационной матрицы» в инструкции *Руководство пользователя блока емкости-напряжения (CVU) для модели 4200A-SCS*.
2. Для проверки на короткое замыкание, замкните переключатели матрицы, чтобы подключить CVU к ТУ или обеспечить короткое замыкание. Для проверки на разомкнутое соединение, также замкните переключатели матрицы, но поднимите датчики или отсоедините ТУ.

3. В Clarius выберите **Tools** (Инструменты). Откроется диалоговое окно Инструменты Clarius.

Рисунок 128: Диалоговое окно Инструменты Clarius



4. Выберите **CVU Confidence Check** (Проверка надежности показаний CVU).
5. Выберите **Check Open** (Проверка разомкнутого соединения) или **Check Short** (Проверка короткого замыкания).

Рисунок 129: Диалоговое окно Проверка надежности показаний CVU



6. Следуйте инструкциям и нажмите **OK**.

После завершения проверки, в диалоговом окне отобразятся результаты теста. Если проверка неудачна, результаты будут включать в себя предложения по устранению неполадок.

Компенсация подключений PMU

Вы можете скорректировать ошибки, обусловленные подключениями между 4225-PMU и тестируемым устройством (ТУ), используя компенсацию подключений. Когда компенсация подключения включена, значения компенсации по умолчанию или измеренные значения компенсации учитываются в каждом измерении ТУ.

Компенсация подключения включает в себя опции компенсации короткого замыкания и тока смещения.

У вас есть возможность использовать либо значения компенсации подключения по умолчанию (PMU или RPM), либо пользовательские значения компенсации подключения. Значения по умолчанию можно использовать для типичных настроек подключения, в которых используются поставляемые кабели. Пользовательские значения компенсации подключения генерируются, когда компенсация подключения выполняется из программного обеспечения Clarius. Пользовательские значения обеспечивают оптимальную компенсацию. Пользовательские данные компенсации подключения генерируются для токов смещения и коротких замыканий. Пользовательские значения компенсации подключения могут быть включены или отключены для теста в Clarius.

Если компенсация подключения отключена, значения компенсации не будут применяться к измерениям.

NOTE

Для оптимальной работы, компенсацию подключения следует выполнять при каждом изменении или нарушении настройки соединения. Изменения температуры или влажности не влияют на компенсацию подключения.

Компенсация короткого замыкания

NOTE

Для ПТМ, значения компенсации короткого замыкания по умолчанию могут быть включены только с помощью функции `pulse_conncomp`, которая описана в инструкции *Программирование библиотеки LPT для модели 4200A-SCS*.

Вы можете выполнить компенсацию короткого замыкания для устранения ошибок измерения из-за паразитного сопротивления в вашей тестовой конфигурации. При запуске компенсации короткого замыкания генерируются следующие сообщения о состоянии:

- Starting PMU Cable Compensation...
- R = % Ohms
- PMU Cable Compensation complete.

% = значение (V и I измеряются, Омы рассчитываются).

Компенсация тока смещения

Токи ошибки могут быть внесены в настройку импульсных измерений PMU. Компенсация смещения PMU уменьшает токи ошибки путем вычитания измерений, выполненных при 0 В, из всех последующих показаний.

Выполнение компенсации подключений

Чтобы выполнить компенсацию подключений:

1. В Clarius выберите **Tools** (Инструменты). Откроется диалоговое окно Инструменты Clarius.

Рисунок 130: Диалоговое окно Инструменты Clarius



2. Выберите **PMU Connection Compensation** (Компенсация подключений PMU). Откроется диалоговое окно Short and Offset Current Connection Compensation Values and Defaults (Значения и Значения по умолчанию для компенсации короткого замыкания и тока смещения).
3. В списке PMU выберите PMU, для которого необходимо выполнить компенсацию.

Рисунок 131: Диалоговое окно Компенсация подключений PMU



4. Чтобы выполнить компенсацию короткого замыкания, выберите **Measure Short** (Измерение короткого замыкания), затем следуйте инструкциям на экране или замените ТУ в испытательном приспособлении на короткое замыкание.
5. Чтобы выполнить компенсацию тока смещения, выберите **Measure Offset** (Измерение тока смещения), затем следуйте инструкциям на экране.

Результаты компенсации отображаются после ее завершения. Если произошла ошибка, она отображается в области сообщений Clarius. Данные компенсации отображаются в диалоговом окне Short and Offset Current Connection Compensation Values and Defaults.

Если в вашей тестовой установке использовались оба канала PMU, у вас будут новые пользовательские данные для обоих каналов.

Включение компенсации подключений

NOTE

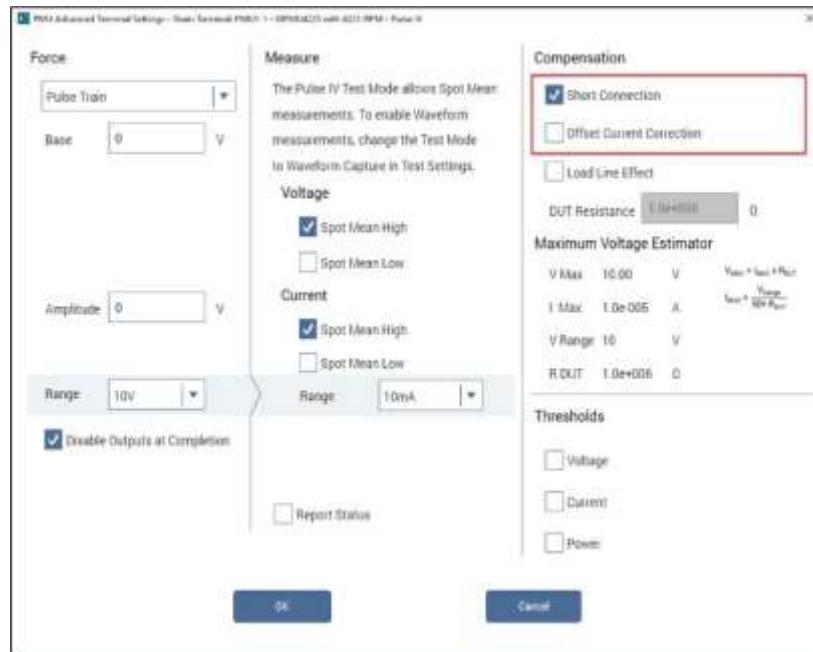
Эта процедура предназначена для ИТМ. Для ПТМ необходимо включить данные компенсации подключения с помощью функции `pulse_conncomp` или `setmode`. Дополнительную информацию см. в инструкции *Программирование библиотеки LPT для анализатора параметров модели 4200A-SCS*.

Чтобы применить данные компенсации подключений к измерениям ТУ, необходимо включить компенсацию подключения для теста.

Чтобы включить компенсацию подключений:

1. Выберите тест.
2. Выберите **Configure** (Конфигурация).
3. Выберите вывод для компенсации.
4. В правой панели выберите **Terminal Settings** (Настройки вывода).
5. Выберите **Advanced** (Расширенные настройки). Отобразится диалоговое окно PMU Advanced Terminal Settings (Расширенные настройки выводов PMU).
6. Выберите **Short Connection** (Короткое замыкание) или Offset Current Correction (Коррекция тока смещения). См. следующий рисунок.

Рисунок 132: Включение компенсации подключений



7. Выберите **OK**.
8. Чтобы отключить компенсацию подключений, снимите флажок **Short Connection** или **Offset Current Correction**, а затем выберите **OK**. При отключении, значения компенсации подключения не применяются к измерениям ТУ.

Инструмент Экспорта данных

Вкладка Data Export (Экспорт данных) в диалоговом окне Tools (Инструменты) позволяет экспортировать файлы данных в формат Microsoft Excel .xls

NOTE

Чтобы экспортить определенные прогоны, перед экспортом данных выберите их в Истории выполнения и установите для параметра Run (Выполнение) значение <Selected Runs> (Выбранные прогоны). Информацию о выборе см. в разделе [Изменение отображения Истории выполнения](#) (на стр. 3-12).

Чтобы экспорттировать данные:

1. Выберите **Tools** (Инструменты).
2. На левой панели навигации выберите **Data Export** (Экспорт данных).
3. Если у вас есть площадки и подплощадки, выберите площадки и подплощадки, которые содержат данные, подлежащие экспорту.
4. Выберите устройства, тесты и прогоны, которые содержат данные, подлежащие экспорту.
5. Выберите **Path** (Путь), чтобы задать местоположение экспортруемого файла.
6. В поле **File Name** (Имя файла) введите шаблоны для имени файла. Выберите **Help** (Справка) для получения подробной информации о доступных шаблонах.
7. Чтобы перезаписать существующие файлы, выберите **Overwrite any existing data files** (Перезаписать любые существующие файлы данных).
8. Выберите **Export Selected Data** (Экспорт выбранных данных). Во время экспорта отображается индикатор выполнения.

Раздел 5

Инструмент Formulator

В данном разделе:

Введение.....	5-1
Открытие инструмента Formulator	5-2
Настройка расчетов в Formulator	5-3
Диалоговое окно Formulator	5-3
Использование опций Formulator	5-5
Функции, операторы и формулы реального времени	5-6
Функции и формулы для использования только после окончания теста	5-6
Редактирование формул и констант инструмента Formulator	5-7
Удаление формул и констант инструмента Formulator	5-8
Определение требований к анализу данных	5-8
Справочник по функциям Formulator.....	5-13
Статистика	5-15
Тригонометрия	5-18
Массивы.....	5-21
Аппроксимирующие линии	5-29
БПФ.....	5-44
Разное	5-50

Введение

Инструмент Formulator позволяет выполнять расчеты данных на основе данных теста и результатов других расчетов Formulator. Инструмент Formulator предоставляет множество вычислительных функций, общих математических операторов и общих констант. Некоторые из них можно использовать для вычислений внутри теста в реальном времени. Другие могут быть использованы только для вычислений после окончания теста. Clarius автоматически вставляет результаты вычислений инструмента Formulator в лист Run (Выполнение), в дополнение к исходным данным.

Формула, созданная с помощью Formulator, - это уравнение, составленное из ряда функций, операторов, констант и аргументов.

Формула, созданная с помощью Formulator, вычисляет любую комбинацию следующих параметров:

- Тестовые данные.
- Вторичные данные, созданные другими формулами Formulator.
- Стандартные константы из списка констант.

Функции Formulator могут быть ограничены определенными наборами данных. Например:

- Некоторые функции работают только со столбцами значений (векторами) на вкладке Run (Выполнение).
- Некоторые работают только с единичными значениями (скалярами).
- Некоторые работают как с единичными значениями (скалярами), так и со столбцами значений (векторами).

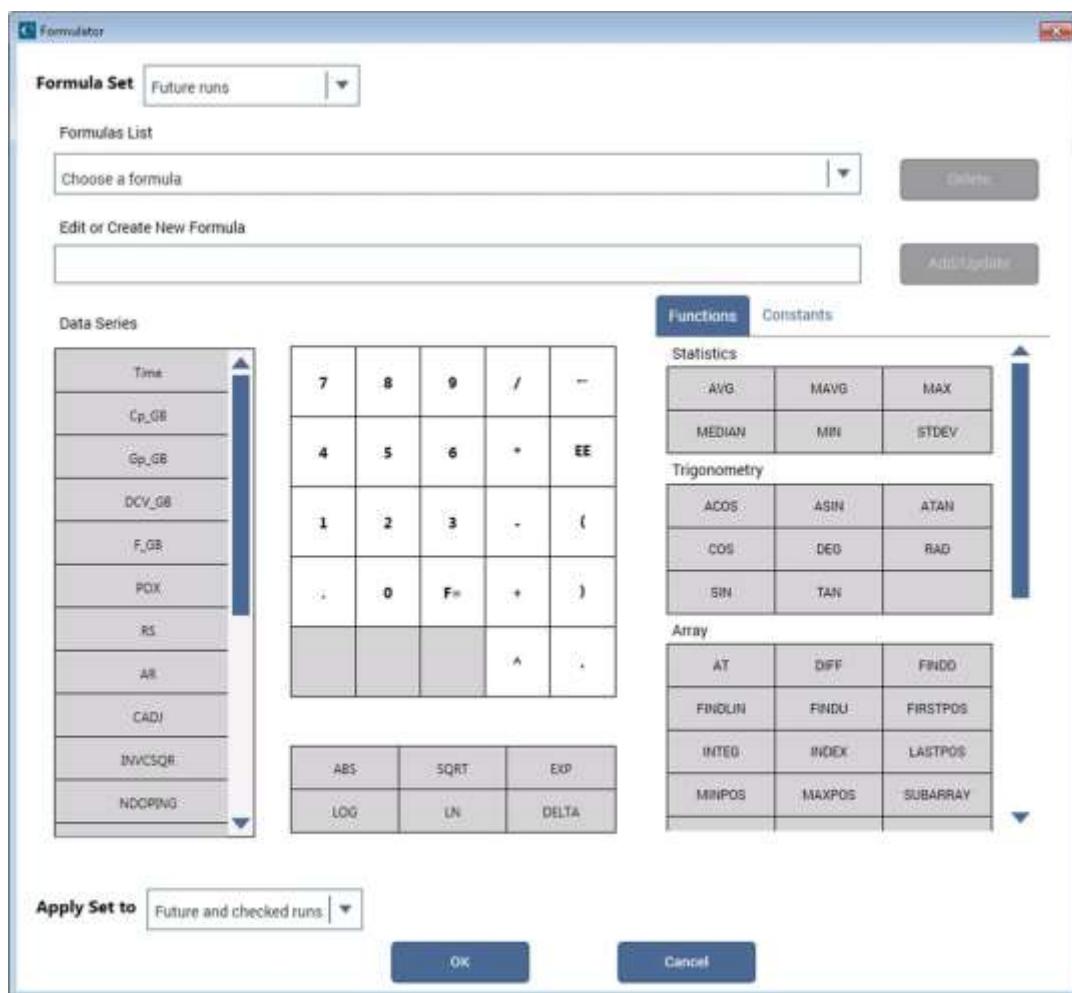
Результатом некоторых вычислений может быть столбец значений (вектор) на листе Analyze Run (Анализ выполнения) или столбец, содержащий только одно значение (скаляр).

Открытие инструмента Formulator

Чтобы открыть Formulator:

1. В дереве проекта выберите тест.
2. Выберите **Configure** (Конфигурация).
3. В панели Test Settings (Настройки теста) выберите **Formulator**. Откроется диалоговое окно Formulator, как показано ниже.

Рисунок 133: Инструмент Formulator без записей



Настройка расчетов в Formulator

Formulator позволяет выполнять простые расчеты тестовых данных в процессе тестирования и сложные расчеты данных после тестирования. Вы можете использовать следующие операторы и функции для вычислений в реальном времени для тестовых данных:

- Операторы: +, -, *, /, ^
- Общие функции: ABS, SQRT, EXP, LOG, LN, DELTA

Для вычислений после тестирования можно использовать множество других функций. См. [Справочник функций Formulator](#) (на стр. 5-13).

Диалоговое окно Formulator

В этом разделе кратко описано, как можно использовать каждую функцию Formulator.

Область формул

Верхняя область диалогового окна Formulator позволяет управлять формулами.

В списке **Formula Set** (Набор формул) выберите, хотите ли вы применить формулу к прогонам, выбранным в Истории выполнения на панели Analyze (Анализ), или к будущим прогонам теста.

Если формулы существуют, используйте **Formulas List** (Список формул), чтобы открыть формулу. Когда формула выбрана, она отображается в поле **Edit or Create New Formula** (Редактирование или создание новой формулы).

Используйте окно **Edit or Create New Formula** (Редактирование или создание новой формулы) для просмотра, редактирования или создания формул.

После добавления или редактирования формулы выберите **Add/Update** (Добавить/Обновить), чтобы добавить расчет в список Data Series (Серии данных) и Formulas List (список формул). Чтобы удалить формулу, которую вы не хотите добавлять или обновлять, используйте клавишу Backspace или Delete на клавиатуре.

Кнопка **Delete** удаляет формулу, выбранную в Списке формул, и удаляет ее из списка Серии данных.

Серии данных

Перечисляются имена всех столбцов на вкладке Run (Выполнение) листа Analyze (Анализ) и все существующие формулы. При выборе серии данных, она добавляется в поле **Edit or Create New Formula** (Редактирование или создание новой формулы).

При добавлении формулы она добавляется в этот список и на лист Analyze (Анализ).

Панель цифр

На панели цифр отображаются цифровые клавиши, математические операторы и F=. Когда вы выбираете опцию на цифровой панели, выбранная вами опция добавляется в поле Edit or Create New Formula (Редактирование или создание новой формулы) в текущей позиции курсора.

Вы можете использовать F= вместо имени переменной для завершения уравнения. При добавлении уравнения, в котором используется F=, Clarius добавляет числовой суффикс к F, например, F1, F2, F3. Это заголовок, который используется в листе Analyze Run (Анализ выполнения) для формулы.

Подробнее о доступных функциях см. в разделе [Использование функций инструмента Formulator](#) (на стр. 5-5).

Функции

Функции для включения в формулу можно выбрать на вкладке Functions (Функции), расположенной справа от панели цифр, и в таблице под панелью цифр. На вкладке Functions (Функции) используйте полосу прокрутки для просмотра всех параметров.

Описание каждой из функций см. в разделе [Справочник функций Formulator](#) (на стр. 5-13).

Константы

На вкладке Constants (Константы) представлены константы, которые можно использовать в формулах. Щелкните символ константы, чтобы добавить ее в формулу.

Определения констант по умолчанию следующие:

- **PI** π
- **K** Постоянная Больцмана
- **Q** Заряд электрона
- **M0** Масса электрона
- **EV** Электрон-вольт
- **U0** Проницаемость
- **E0** Проницаемость ваккума
- **H** Постоянная Планка
- **C** Скорость света
- **KTQ** Термовое напряжение

Вы можете редактировать значения и единицы измерения констант в списке констант. Поместите курсор в ячейку для редактирования и внесите необходимые изменения. Изменения автоматически сохраняются для всех тестов.

Чтобы добавить новую константу в список констант, нажмите **Add** (Добавить). Введите имя, значение и единицу измерения для новой константы.

Чтобы удалить константу, выберите **Delete** (Удалить). Отобразится список констант, которые можно выбрать для удаления.

Применить набор к...

Параметр Apply Set to (Применить набор к...) определяет, к каким листам Analyze применяется данный набор формул.

- **Будущие прогоны:** Применять этот набор формул только к будущим прогонам.
- **Текущие выбранные прогоны:** Этот набор формул применяется только к тем прогонам, которые выбраны на панели История Выполнения листа Analyze (Анализ).
- **Будущие и выбранные прогоны:** Этот набор формул применяется к будущим тестовым прогонам и прогонам, выбранным на панели История выполнения.

Использование опций Formulator

Вы можете использовать функции, операторы и константы Formulator в комбинации для создания простых или сложных уравнений анализа.

Можно вкладывать несколько функций друг в друга. Например, в одном уравнении можно:

- Рассчитать серию скользящих средних для столбца данных (вектор) на листе Analyze (Анализ) с помощью функции MAVG.
- Найти максимальное значение среди средних MAVG, используя функцию MAX.
- Умножить найденное значение MAX на константу.

Приведенное ниже уравнение иллюстрирует использование вложенных функций Formulator.

```
MAXDIFF = 10*MAX(MAVG(COLUMN))
```

Степень (количество уровней) вложенности неограничена.

Назначение, формат и аргументы для вышеуказанных функций и других функций, доступных в Formulator, описаны в следующих темах.

Компания Keithley Instruments рекомендует использовать функцию FIRSTPOS в качестве аргумента для первого значения в векторе:

```
[format: FIRSTPOS(DataWorksheetColumn)]
```

Аналогично, используйте функцию LASTPOS для последнего значения в векторе:

```
[format: LASTPOS(DataWorksheetColumn)]
```

В графиках вкладки Graph можно напрямую выполнять составные линейные аппроксимации, которые эквивалентны следующим группам отдельных линейных аппроксимаций Formulator:

- EXPFIT, EXPFITA, И EXPFITB
- LINFIT, LINFITSLP, LINFITXINT, И LINFITYINT
- LOGFIT, LOGFITA, И LOGFITB
- REGFIT, REGFITSLP, REGFITXINT, И REGFITYINT
- TANFIT, TANFITSLP, TANFITXINT, И TANFITYINT

Линии и параметры аппроксимации отображаются только на графиках. Они недоступны для использования в расчетах.

Соответствие между аппроксимирующими линиями вкладки Graph (График) и в инструменте Formulator

Аппроксимирующие функции Formulator*				Соответств. Аппроксимиру- ющая линия на вкладке Graph
LINFIT	LINFITYINT	LINFITSLP	LINFITXINT	Линейная
REGFIT	REGFITYINT	REGFITSLP	REGFITXINT	Регрессия
EXPFIT	EXPFITA	EXPFITB	—	Экспоненциальная
LOGFIT	LOGFITA	LOGFITB	—	Логарифмическая
TANFIT	TANFITYINT	TANFITSLP	TANFITXINT	Касательная

* Эти функции рассчитывают отдельные аппроксимирующие линии и параметры, которые могут быть использованы в других расчетах. В отличие от этого, на вкладке Graph (График) рассчитывается и отображается только аппроксимирующая линия и все параметры аппроксимации.

Функции, операторы и формулы реального времени

Формула, содержащая только операторы и функции реального времени, является формулой реального времени. Если формула реального времени задана как часть теста, она выполняется для каждой точки, сгенерированной тестом, сразу после ее создания. Результаты формулы реального времени можно просмотреть на листе Analyze (Анализ) или на построенном во время теста графике так же, как и данные теста.

Следующие операторы и функции являются операторами и функциями реального времени:

- Операторы: +, -, *, /, ЕЕ, ^ (возведение в степень)
- Функции: ABS, SQRT, EXP, LOG, LN, DELTA, DIFF, INTEG

Приведенная ниже формула является формулой реального времени:

- RESULT1 = ABS (DELTA (GATECURRENT))

Формулы реального времени выполняются следующим образом:

- Если формула реального времени создана до запуска теста, то формула выполняется автоматически во время каждого запуска.
- Если формула реального времени создается после запуска теста, то формула выполняется сначала при добавлении ее в тест, а затем автоматически во время каждого последующего запуска.

Функции и формулы для использования только после окончания теста

Некоторые функции Formulator выполняются только после окончания теста. Функции «только после теста (ТПТ)» выполняются только в конце каждого прогона теста, в котором определена формула. Результаты формулы ТПТ можно просмотреть на листе Analyze Run (Анализ выполнения) или на графике построенном в конце теста.

Функции ТПТ перечислены в следующей таблице.

AT (на стр. 5-21)	IFFT_I (на стр. 5-48)	MIN (на стр. 5-17)
AVG (на стр. 5-15)	IFFT_R (на стр. 5-47)	MINPOS (на стр. 5-27)
COND (на стр. 5-50)	LASTPOS (на стр. 5-27)	REGFIT (на стр. 5-40)
EXPFIT (на стр. 5-29)	LINFIT (на стр. 5-31)	REGFITSLP (на стр. 5-41)
EXPFTA (на стр. 5-30)	LINFITSLP (на стр. 5-32)	REGFITXINT (на стр. 5-42)
EXPFITB (на стр. 5-30)	LINFITXINT (на стр. 5-32)	REGFITYINT (на стр. 5-43)
FFT_FREQ (на стр. 5-45)	LINFITYINT (на стр. 5-33)	SMOOTH (на стр. 5-48)
FFT_FREQ_P (на стр. 5-46)	LOGFIT (на стр. 5-34)	SUBARRAY (на стр. 5-28)
FFT_I (на стр. 5-45)	LOGFTA (на стр. 5-34)	SUMMV (на стр. 5-28)
FFT_R (на стр. 5-44)	LOGFITB (на стр. 5-35)	TANFIT (на стр. 5-36)
FINDD (на стр. 5-22)	MAVG (на стр. 5-16)	TANFITSLP (на стр. 5-36)
FINDLIN (на стр. 5-23)	MAX (на стр. 5-16)	TANFITXINT (на стр. 5-37)
FINDU (на стр. 5-24)	MAXPOS (на стр. 5-27)	TANFITYINT (на стр. 5-38)
FIRSTPOS (на стр. 5-24)		

Например, приведенная ниже формула является формулой ТПТ, поскольку MAVG - это функция ТПТ:

```
RESULT2 = MAVG(ABS(DELTA(GATECURRENT)), 3)
```

Формулы ТПТ выполняются следующим образом:

- Если формула ТПТ создана до запуска теста, она автоматически выполняется по завершении каждого выполнения.
- Если формула ТПТ создана после запуска теста, формула выполняется сначала при добавлении ее в тест, а затем автоматически при завершении каждого последующего выполнения.

Редактирование формул и констант Formulator

Чтобы отредактировать формулу Formulator:

1. В списке **Formulas List** (Список формул) выберите формулу. Она отобразится в поле **Edit or Create New Formula** (Редактировать или создать новую формулу).
2. При необходимости отредактируйте формулу.
3. Нажмите **Add/Update** (Добавить/Обновить).
 - Если вы переименовали переменную результата в левой части формулы, Formulator добавит отредактированную формулу в Список формул как новую формулу.
 - Если вы не переименовали переменную в левой части формулы, появится диалоговое окно подтверждения.
4. Выберите:
 - **No** (Нет), если вы отредактировали формулу для создания новой формулы. Ни с одним из полей формулы ничего не произойдет. Измените имя переменной результата, затем снова нажмите **Add/Update** (Добавить/Обновить).
 - **Yes** (Да), если вы отредактировали формулу, чтобы обновить ее. Замененная формула появится в Списке формул.

Удаление формул и констант Formulator

Чтобы удалить формулу Formulator:

1. В списке **Formulas List** (Список формул) выберите формулу.
2. Выберите **Delete** (Удалить).

Определение требований к анализу данных

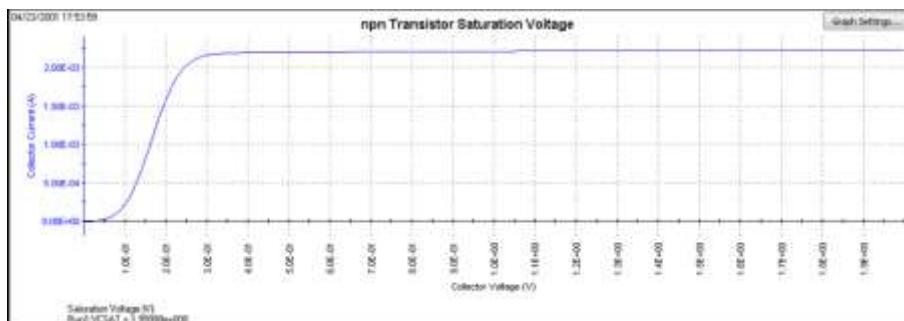
Во многих случаях вы можете уже знать необходимую формулу анализа данных даже до проведения теста. Фактически, для теста вы можете заранее создать формулу реального времени, чтобы иметь возможность отслеживать ее результат во время теста либо на листе **Analyze** (Анализ), либо на графике.

Однако в других случаях, вы можете решить провести анализ после изучения имеющихся данных теста. Функции Formulator для использования и данные, которые должны быть включены в расчеты Formulator, должны быть оценены, чтобы соответствовать вашим требованиям. Следующие темы иллюстрируют одну из таких оценок.

Определение типа расчета: пример

Например, рассмотрев приведенный ниже график напряжения насыщения ТБП, вам нужно лучше определить точку, в которой наклон плато насыщения становится постоянным.

Рисунок 134: Пример данных Formulator



Возможно, вы решите применить функцию **REGFIT** к значениям **CollectorV** (и соответствующим значениям **CollectorI**) между 1 В и 3 В. Линия, созданная **REGFIT**, при совместном построении с существующей кривой должна отходить от плато в точке кривизны.

В следующих темах функция **REGFIT** применяется к данным на рисунке выше для демонстрации использования Formulator.

Определение данных диапазона для расчета: пример

Многие функции Formulator не требуют указания номеров строк (индексов) в качестве аргументов. Однако некоторые функции Formulator, такие как REGFIT, требуют указания диапазона данных, которые будут включены в расчет. Обычно это номера строк (индексы) для первого и последнего включаемых значений (см. раздел [Использование функций Formulator](#) (на стр. 5-5)). Это требование позволяет применять вычисления только к определенной части данных.

Чтобы найти соответствующие номера строк (индексы) для этой конкретной части данных, проверьте лист Run. Например, ссылаясь на рисунок ниже, вы можете решить применить REGFIT только к значениям CollectorV между 1 В и 2 В. Посмотрев на лист Analyze (Анализ) для этих данных, вы заметите, что значения CollectorV между 1 В и 2 В расположены между строками 101 и 201. Это информация о диапазоне, которая нужна для создания уравнения регрессионного анализа с помощью REGFIT.

Рисунок 135: Определение номеров начальной и конечной строк для данных, подлежащих анализу

	CollectorI	CollectorV	BaseV
97	2.2098E-3	959.9553E-3	699.0722E-3
98	2.2100E-3	969.9862E-3	699.0660E-3
99	2.2102E-3	979.9798E-3	699.0726E-3
100	2.2105E-3	990.0086E-3	699.0747E-3
101	2.2107E-3	1.0000E+0	699.0748E-3
102	2.2110E-3	1.0100E+0	699.0801E-3
103	2.2112E-3	1.0200E+0	699.0759E-3
104	2.2114E-3	1.0300E+0	699.0726E-3
105	2.2117E-3	1.0400E+0	699.0829E-3
106	2.2119E-3	1.0500E+0	699.0737E-3
107	2.2122E-3	1.0600E+0	699.0722E-3
108	2.2124E-3	1.0701E+0	699.0723E-3
109	2.2126E-3	1.0800E+0	699.0801E-3
110	2.2129E-3	1.0901E+0	699.0789E-3
111	2.2131E-3	1.1001E+0	699.0743E-3
112	2.2133E-3	1.1101E+0	699.0740E-3
113	2.2136E-3	1.1200E+0	699.0748E-3
114	2.2138E-3	1.1301E+0	699.0600E-3
115	2.2140E-3	1.1400E+0	699.0608E-3
116	2.2143E-3	1.1500E+0	699.0635E-3
117	2.2145E-3	1.1600E+0	699.0668E-3
118	2.2147E-3	1.1700E+0	699.0674E-3
119	2.2149E-3	1.1800E+0	699.0572E-3
120	2.2152E-3	1.1900E+0	699.0560E-3
121	2.2154E-3	1.2000E+0	699.0518E-3
122	2.2156E-3	1.2099E+0	699.0555E-3
123	2.2158E-3	1.2199E+0	699.0443E-3

	CollectorI	CollectorV	BaseV
175	2.2267E-3	1.7399E+0	698.9456E-3
176	2.2269E-3	1.7499E+0	698.9495E-3
177	2.2271E-3	1.7599E+0	698.9557E-3
178	2.2273E-3	1.7699E+0	698.9453E-3
179	2.2275E-3	1.7799E+0	698.9540E-3
180	2.2277E-3	1.7899E+0	698.9564E-3
181	2.2278E-3	1.7999E+0	698.9256E-3
182	2.2280E-3	1.8099E+0	698.9381E-3
183	2.2282E-3	1.8199E+0	698.9393E-3
184	2.2284E-3	1.8299E+0	698.9346E-3
185	2.2286E-3	1.8399E+0	698.9323E-3
186	2.2288E-3	1.8499E+0	698.9418E-3
187	2.2290E-3	1.8599E+0	698.9480E-3
188	2.2292E-3	1.8700E+0	698.9329E-3
189	2.2294E-3	1.8800E+0	698.9381E-3
190	2.2296E-3	1.8900E+0	698.9332E-3
191	2.2298E-3	1.9000E+0	698.9386E-3
192	2.2300E-3	1.9100E+0	698.9304E-3
193	2.2301E-3	1.9200E+0	698.9313E-3
194	2.2303E-3	1.9300E+0	698.9384E-3
195	2.2305E-3	1.9400E+0	698.9293E-3
196	2.2307E-3	1.9500E+0	698.9235E-3
197	2.2309E-3	1.9600E+0	698.9282E-3
198	2.2311E-3	1.9700E+0	698.9354E-3
199	2.2313E-3	1.9799E+0	698.9368E-3
200	2.2315E-3	1.9900E+0	698.9073E-3
201	2.2317E-3	1.9999E+0	698.9119E-3

Создание формулы анализа

После определения необходимых функций Formulator и данных, создайте формулу анализа.

Чтобы создать формулу анализа:

1. Введите левую часть уравнения. Вы можете использовать опцию **F=** (доступна с центральной панели цифр) или ввести имя переменной, которое не содержит пробелов и не совпадает с именем функции.

NOTE

Каждый раз, когда вы создаете уравнение с помощью **F=**, Formulator добавляет последовательный цифровой суффикс к F, когда вы нажимаете кнопку **Add** (Добавить). То есть левая часть первого уравнения будет иметь вид **F1=**, левая часть второго - **F2=** и так далее.

2. Введите правую часть уравнения с помощью кнопок функций, кнопок констант, кнопок столбцов и клавиатуры, по необходимости.
 - Чтобы вставить функцию или оператор, нажмите кнопку в области Functions (Функции).
 - Чтобы заменить форматную версию аргумента в функции (например, V1) столбцом (вектором) или значением из области Data Series (Серия данных), выделите эту область в формуле и щелкните элемент Data Series (Серия данных).
 - Чтобы вставить константу из области Constants (Константы), щелкните константу.

Например, чтобы найти линию регрессии для плато на рисунке в разделе [Определение типа расчета: пример](#) (на стр. 5-8), введите уравнение, показанное на рисунке ниже.

Рисунок 136: Создание формулы регрессии для данных



Добавление формулы анализа в тест

Чтобы отобразить формулу в окне Edit or Create New Formula (Редактировать или создать новую формулу), выберите ее.

После редактирования существующей или создания новой формулы, выберите **Add/Update** (Добавить/Обновить). Вам предоставляется возможность заменить одноименную формулу в нижнем поле или переименовать и добавить ее в коллекцию формул. См. также раздел [Редактирование формул и констант.](#) (на стр. 5-7)

Выполнение формулы анализа

Если в качестве аргументов формулы вы указываете данные будущего проекта (например, вы создаете формулу при настройке связанного теста перед его запуском), происходит следующее:

- Если вы составляете формулу, используя исключительно функции реального времени, она выполняется в реальном времени во время каждого прогона теста.
- Если вы составляете формулу, содержащую одну или несколько функций ТПТ, она выполняется в конце каждого прогона теста.

Если в качестве аргументов формулы указаны существующие данные проекта, формула немедленно выполняется и воздействует на существующие данные, когда вы выбираете **Add/Update** (Добавить/Обновить). После этого она выполняется, как описано выше.

Просмотр результатов анализа на листе анализа

После выполнения новой формулы, на лист Analyze (Анализ) добавляется новый столбец данных, содержащий результаты. Если формула в списке формул была отредактирована для замены предыдущей версии, соответствующий столбец на листе обновляется, чтобы отразить изменения.

В некоторых случаях, столбец результатов содержит только одно значение.

NOTE

После некоторых вычислений в Formulator, в столбце вместо числа может появиться один или несколько экземпляров сообщения #REF. #REF в ячейке означает, что не удалось вычислить правильное значение. Это происходит, если функция Formulator требует несколько строк в качестве аргументов, если вычисленное значение выходит за пределы диапазона, при попытке деления на ноль и т.п.

Например, каждый результат функции DIFF - это коэффициент разности, который вычисляется как отношение DValues1/DValues2, где DValues1 и DValues2 - разность между значениями в текущей строке и значениями в предыдущей строке. Поскольку перед первой строкой не существует предыдущей строки, для первой строки вычисление невозможно.

Поэтому Formulator возвращает #REF в первой строке.

Столбец будет содержать несколько экземпляров #REF, если функция Formulator требует для вычисления значения из нескольких предыдущих ячеек. Например, если функция MAVG использует пять точек для расчета скользящего среднего в столбце, содержащем пять значений, первые две и последние две ячейки отобразят #REF.

Просмотр результатов анализа на графике анализа

Если после создания или изменения формулы, на лист Analyze (Анализ) добавляется новый столбец (вектор), его можно построить на графике анализа, как и любой другой столбец (вектор). См. следующий рисунок.

Рисунок 137: Добавление линии линейной регрессии на график



NOTE

Информацию об использовании вкладки Graph (График) см. в разделе [График](#) (на стр. 3-20).

Справочник по функциям Formulator

Ниже описана каждая из функций инструмента Formulator для 4200A-SCS.

Функция ABS инструмента Formulator

Вычисляет абсолютное значение каждого значения в указанном столбце (векторе) или абсолютное значение любого операнда.

Использование

`ABS (Value)`

`Value`

Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.

Подробно

Вы можете использовать эту функцию для выполнения вычислений в реальном времени (во время выполнения теста).

Пример

`F2 = ABS (GateI)`

Возвращает абсолютное значение тока затвора.

См. также

Нет

Функция SQRT инструмента Formulator

Возвращает квадратный корень из каждого значения в указанном столбце (векторе) или квадратный корень из любого операнда.

Использование

`SQRT (Value)`

`Value`

Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.

Подробно

Отрицательное значение X возвращает #REF в рабочем листе Run.

Вы можете использовать эту функцию для выполнения вычислений в реальном времени (во время выполнения теста).

Пример

`TWO = SQRT (4)`

См. также

Нет

Функция EXP инструмента Formulator

Возвращает экспоненциальное значение для каждого значения в столбце (векторе) или для любого операнда.

Использование

`EXP (Value)`

`Value`

Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.

Подробно

Вы можете использовать эту функцию для выполнения вычислений в реальном времени (во время выполнения теста).

Пример

```
NEWCURRENT = CURRENT*EXP (ANODEV)
```

См. также

[LN](#) (на стр. 5-14)

Функция LOG инструмента Formulator

Возвращает логарифм по основанию 10 каждого значения в указанном столбце (векторе) или логарифм по основанию 10 любого операнда.

Использование

`LOG (Value)`

`Value`

Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.

Подробно

Вы можете использовать эту функцию для выполнения вычислений в реальном времени (во время выполнения теста).

Пример

См. также

```
F1 = LOG (DRAINI)
```

Нет

Функция LN инструмента Formulator

Эта команда возвращает логарифм по основанию е (натуральный логарифм) каждого значения в указанном столбце (векторе) или натуральный логарифм любого операнда.

Использование

`LN (Value)`

`Value`

Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.

Подробно

Вы можете использовать эту функцию для выполнения вычислений в реальном времени (во время выполнения теста).

Пример**См. также**

```
DIODEV = LN(ANODEI) * 0.026
```

[EXP](#) (на стр. 5-14)

Функция DELTA инструмента Formulator

Эта команда возвращает разность между соседними значениями в столбце (векторе). То есть, для столбца V, DELTA возвращает $(V_2 - V_1), (V_3 - V_2)$, и т.д.

Использование

DELTA (Value)

Value

Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных).

Подробно

Вы можете использовать эту функцию для выполнения вычислений в реальном времени (во время выполнения теста).

Пример

```
GM = DELTA(DRAINI) / DELTA(GATEV)
```

См. также

Нет

Статистика

Следующие функции Formulator обеспечивают операции со статистикой.

Функция AVG инструмента Formulator

Возвращает среднее всех значений в столбце (векторе).

Использование

AVG (Value)

Value

Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных).

Пример

```
LEAKAGE = AVG(GATEI)
```

См. также

[MAVG](#) (на стр. 5-16)

Функция MAVG инструмента Formulator

Возвращает новый столбец (вектор), состоящий из скользящих средних последовательных групп точек из другого столбца (вектора).

Использование

`MAVG (V, N)`

<code>V</code>	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.
<code>N</code>	Количество точек для усреднения в каждой группе

Подробно

Вы можете настроить количество точек в группе.

Если $N = 3$ и V содержит 12 значений $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots, X_{10}, X_{11}, X_{12}$, то MAVG возвращает столбец (вектор), который содержит следующие значения:

`#REF, (X1 + X2 + X3) / 3, (X2 + X3 + X4) / 3, (X3 + X4 + X5) / 3, ... (X10 + X11 + X12) / 3, #REF`

Значения нового столбца могут содержать экземпляры `#REF` (как показано выше), потому что MAVG использует ячейки с обеих сторон от целевой ячейки для своих вычислений.

Пример

```
FILTER = MAVG(GATEI, 3)
```

См. также

Нет

Функция MAX инструмента Formulator

Проверяет все значения в столбце (векторе) и возвращает максимальное значение.

Использование

`MAX (Value)`

<code>Value</code>	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных).
--------------------	---

Пример

```
MAXGM = MAX(DIFF(DRAINI, GATEV))
```

См. также

Нет

Функция MEDIAN инструмента Formulator

Проверяет все значения в столбце (векторе), находит среднюю точку этого столбца и возвращает значение.

Использование

MEDIAN (Value)

Value	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных).
-------	---

См. также

Нет

Функция MIN инструмента Formulator

Проверяет все значения в столбце (векторе) и возвращает минимальное значение.

Использование

MIN (Value)

Value	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных).
-------	---

Пример

SMALLESTI = MIN (DRAINI)

См. также

Нет

Функция STDEV инструмента Formulator

Возвращает нормальное отклонение всех значений в столбце (векторе).

Использование

STDEV (Value)

Value	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.
-------	---

Подробно

Возвращает нормальное отклонение.

Пример

LEAKAGE = STDEV (GATEI)

См. также

Нет

Тригонометрия

Следующие функции Formulator обеспечивают тригонометрические операции.

Функция ACOS инструмента Formulator

Возвращает аркосинус каждого значения в указанном столбце (векторе) в разделе **Columns** (столбцы) или любого операнда.

Использование

ACOS (Value)

Value

Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой operand.

Подробно

Возвращает значение в радианах.

Пример

```
F1 = ACOS(DRAINI)
```

См. также

Нет

Функция ASIN инструмента Formulator

Возвращает арксинус каждого значения в указанном столбце (векторе) в разделе **Columns** (столбцы) или любого операнда.

Использование

ASIN (Value)

Value

Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой operand.

Подробно

Возвращает значение в радианах.

Пример

```
F1 = ASIN(DRAINI)
```

См. также

Нет

Функция ATAN инструмента Formulator

Возвращает арктангенс каждого значения в указанном столбце (векторе) в разделе **Columns** (столбцы) или любого операнда.

Использование

ATAN (Value)

Value	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой operand.
-------	---

Подробно

Возвращает значение в радианах.

Пример

```
F1 = ATAN(DRAINI)
```

См. также

Нет

Функция COS инструмента Formulator

Возвращает косинус каждого операнда value.

Использование

COS (Value)

Value	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой operand.
-------	---

Подробно

Возвращает значение в радианах.

Пример

```
F1 = COS(DRAINI)
```

См. также

Нет

Функция DEG инструмента Formulator

Функция DEG преобразует значение угла из радиан в градусы.

Использование

DEG (Value)

Value	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой operand.
-------	---

Подробно

Возвращает значение в градусах.

Пример

```
F1 = DEG(ANGLE)
```

См. также

Нет

Функция RAD инструмента Formulator

Функция RAD преобразует значение угла из градусов в радианы.

Использование

RAD(Value)

Value	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.
-------	---

Подробно

Возвращает значение в радианах.

Пример

```
F1 = RAD(ANGLE)
```

См. также

Нет

Функция SIN инструмента Formulator

Возвращает синус каждого значения в указанном столбце (векторе) в разделе **Columns** (столбцы) или любого операнда.

Использование

SIN(Value)

Value	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.
-------	---

Подробно

Возвращает значение в радианах.

Пример

```
F1 = SIN(DRAINI)
```

См. также

Нет

Функция TAN инструмента Formulator

Возвращает тангенс каждого значения в указанном столбце (векторе) в разделе **Columns** (столбцы) или любого операнда.

Использование

`TAN (Value)`

<code>Value</code>	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.
--------------------	---

Подробно

Возвращает значение в радианах.

Пример

```
F1 = TAN (DRAIN1)
```

См. также

Нет

Массив

Следующие функции Formulator используются для работы с массивами.

Функция AT инструмента Formulator

Извлекает и возвращает одно значение из столбца (вектора).

Использование

`AT (Value, POS)`

<code>Value</code>	Имя любого столбца (вектора) в списке Data Series (Серия данных) или любой операнд.
<code>POS</code>	Номер строки столбца <code>Value</code> , в котором находится единичное значение

Пример

```
IDSAT = AT (DRAIN1, 36)
```

См. также

Нет

Функция DIFF инструмента Formulator

Для всех значений в двух выбранных столбцах (векторах) возвращает третий столбец (вектор), содержащий коэффициенты разности.

Использование

`DIFF (V1, V2)`

V1	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
V2	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)

Подробно

Каждый коэффициент вычисляется следующим образом:

$v1/v2$

Где:

- $v1$ = Разница между парой соседних значений в первом столбце.
- $v2$ = Разница между соответствующими значениями во втором столбце.

То есть, для столбцов $V1$ и $V2$, DIFF возвращает следующее:

$(V1_2 - V1_1) / (V2_2 - V2_1)$, $(V1_3 - V1_2) / (V2_3 - V2_2)$, и т.д.

Вы можете использовать эту функцию для выполнения вычислений в реальном времени (во время выполнения теста).

Пример

```
GM = DIFF(DRAINI, GATEV)
```

См. также

Нет

Функция FINDD инструмента Formulator

Функция find down (поиск вниз) выполняет поиск вниз по столбцу, пока не найдет значение, совпадающее с заданным пользователем значением X .

FINDD выполняет поиск по столбцу V , начиная с $START$. Затем она возвращает номер строки этого значения.

Использование

`FINDD (V, X, START)`

V	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
X	Любое значение, которое может быть также результатом других вычислений
START	Номер начальной строки для поиска значения

Подробно

Если FINDD не находит точного соответствия для X , он возвращает номер строки значения V , которое ближе всего к X .

Пример

```
IF = AT(ANODEI, FINDDD(ANODEV, 0.7, FIRSTPOS(ANODEV)))
```

См. также

[FINDLIN](#) (на стр. 5-23)
[FINDU](#) (на стр. 5-24)

Функция FINDLIN инструмента Formulator

Поиск с использованием линейной интерполяции ищет по столбцу до тех пор, пока не найдет значение, которое ближе всего к заданному пользователем значению X , но не превышает его.

Использование

FINDDD(V , X , $START$)

V	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
X	Любое значение, которое может быть также результатом других вычислений
$START$	Номер начальной строки для поиска значения

Подробно

FINDLIN выполняет поиск по столбцу V , начиная с $START$. Затем используется линейная интерполяция для определения десятичного расположения между найденным значением и следующим значением в столбце. Возвращаемый индекс (в десятичном формате) указывает на положение найденного значения.

Предположим, вы хотите использовать FINDLIN для нахождения значения 6 в следующем массиве:

```
(Index 1) 0
(Index 2) 1
(Index 3) 4
(Index 4) 8
```

Поиск находит индексный маркер, который ближе всего к 6 (но не превышает его). В данном случае Index 3 является ближайшим. Затем используется линейная интерполяция для определения десятичной позиции указанного значения (6), которое находится между индексом 3 (значение = 4) и индексом 4 (значение = 8). Значение 6 находится на полпути между индексами 3 и 4. Поэтому FINDLIN возвращает индекс 3.5.

Пример

```
IF = AT(ANODEI, FINDLIN(ANODEV, 0.7, FIRSTPOS(ANODEV)))
```

См. также

[FINDD](#) (на стр. 5-22)
[FINDU](#) (на стр. 5-24)

Функция FINDU инструмента Formulator

Функция `find up` (поиск вверх) выполняет поиск вверх по столбцу, пока не найдет значение, совпадающее с заданным пользователем значением x . Затем она возвращает номер строки этого значения. `FINDU` выполняет поиск по столбцу v , начиная с $START$. Затем она возвращает номер строки этого значения.

Использование

`FINDU (v, x, STARTPOS)`

v	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
x	Любое значение, которое может быть также результатом других вычислений
$STARTPOS$	Номер начальной строки для поиска значения

Подробно

Если `FINDU` не находит точного соответствия для x , он возвращает номер строки значения v , которое ближе всего к x .

Пример

```
IF = AT(ANODEI, FINDU(ANODEV, 0.7, LASTPOS(ANODEV)))
```

См. также

[FINDD](#) (на стр. 5-22)
[FINDLIN](#) (на стр. 5-23)

Функция FIRSTPOS инструмента Formulator

Возвращает номер строки первого значения в столбце, обычно это число 1.

Использование

`FIRSTPOS (v)`

v	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
-----	---

Пример

```
STARTOARRAY = FIRSTPOS(DRAINI)
```

См. также

[LASTPOS](#) (на стр. 5-27)

Функция INTEG инструмента Formulator

Из двух столбцов (векторов) VX и VY , каждый из которых содержит N значений, функция INTEG возвращает третий столбец (вектор), содержащий ряд числовых интегралов A_n , где $n = 1, 2, \dots, N-1, N$.

Использование

`INTEG (VX, VY)`

<code>VX</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>VY</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)

Подробно

Каждый интеграл аппроксимирует площадь под параметрической кривой, построенной путем откладывания первых n значений в VY против первых n значений в VX . Для $n = 1$, $A_1 = 0$. Для всех остальных значений n , каждый интеграл A_n соответствует следующему соотношению:

$$A_n = \sum_{i=1}^{n-1} (X_{i+1} - X_i) \cdot (Y_{i+1} + Y_i)/2$$

Например, для приведенной ниже кривой, INTEG возвращает столбец (вектор), в котором A_1 равно 0 (нулевая площадь в начале кривой, в точке x_1), а A_2, A_3, A_4 и A_5 равны площадям кривой, как показано на следующих рисунках.

Рисунок 138: Функция INTEG инструмента Formulator

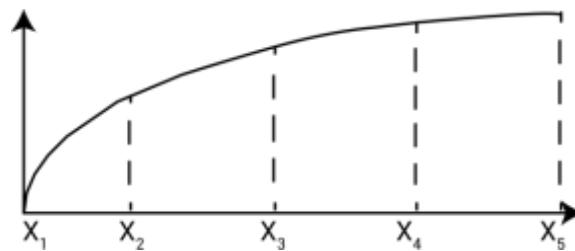


Рисунок 139: Площадь кривой A_5

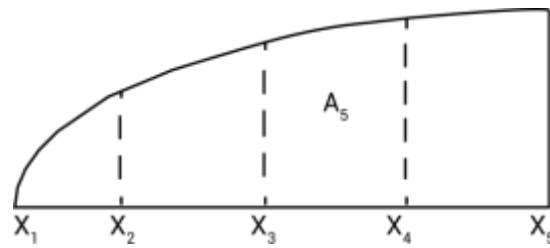
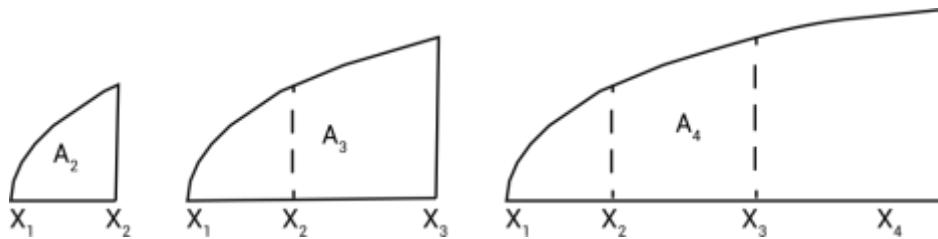
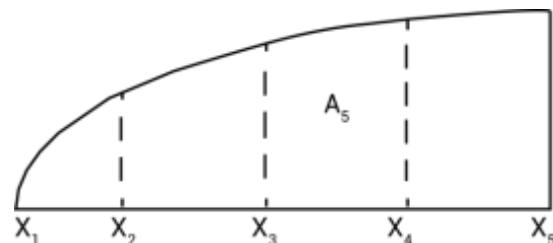


Рисунок 140: Площади кривых A2, A3 и A4**Рисунок 141: Площадь кривой A5**

Вы можете использовать эту функцию для выполнения вычислений в реальном времени (во время выполнения теста).

Пример

```
QBD = INTEG(TIME, GATEI)
```

См. также

Нет

ФУНКЦИЯ INDEX инструмента Formulator

Возвращает заданное количество точек, начиная с заданного значения, последующие значения увеличиваются на единицу.

Использование

```
INDEX (START, N)
```

START	Начальное значение
N	Количество точек для включения

Пример

```
INDEX20 = INDEX(5, 20)
```

Создает новый столбец с меткой INDEX20, который содержит 20 значений, начиная со значения 5 и заканчивая значением 24.

См. также

Нет

Функция LASTPOS инструмента Formulator

Возвращает номер строки последнего значения в столбце.

Использование

`LASTPOS (Value)`

`Value`

Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе **Columns** (Столбцы)

Пример

`NUMSWEEPPTS = LASTPOS (COLLECTORI)`

См. также

[FIRSTPOS](#) (на стр. 5-24)

Функция MINPOS инструмента Formulator

Проверяет все значения в столбце, находит минимальное значение и возвращает номер строки с минимальным значением.

Использование

`MINPOS (V)`

`V`

Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе **Columns** (Столбцы)

Пример

`LOCATION = MINPOS (DRAINI)`

См. также

Нет

Функция MAXPOS инструмента Formulator

Проверяет все значения в столбце, находит максимальное значение и возвращает номер строки с максимальным значением.

Использование

`MAXPOS (V)`

`V`

Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе **Columns** (Столбцы)

Пример

`PEAKSTRESS = AT (GATEV, MAXPOS (SUBSTRATEI))`

См. также

Нет

Функция SUBARRAY инструмента Formulator

Возвращает новый столбец, содержащий указанный диапазон значений из существующего столбца.

Использование

`SUBARRAY (V, STARTPOS, ENDPOS)`

V	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
STARTPOS	Номер строки существующего значения, которое вы решили сделать первым значением в новом столбце (векторе)
ENDPOS	Номер строки существующего значения, которое вы решили сделать последним значением в новом столбце (векторе)

Подробно

Если `STARTPOS` и `ENDPOS` - недопустимые числа, функция возвращает в качестве результата `#REF!`.

Пример 1

`SUB1 = SUBARRAY (VEXIST, 10, 20)`

Предположим, существует столбец `VEXIST`, содержащий значения в строках с 1 по 60, вы можете использовать функцию `SUBARRAY`, чтобы вернуть новый столбец `VNEW`, содержащий только значения из строк с 10 по 20 из `VEXIST`.

См. также

Нет

Функция SUMMV инструмента Formulator

Возвращает столбец (вектор) `VY`, который состоит из скользящего суммирования столбца (вектора) `V`.

Использование

`SUMMV (V)`

V	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
---	--

Подробно

n-ое значение в `VY(Yn)` является суммой n-ого и предыдущего значений в `V`. Эта зависимость может быть выражена математически следующим образом:

$$Y_n = \sum_{i=1}^n X_i$$

Где X_i = значения в столбце (векторе) `V`.

Пример 1

`F1 = SUMMV (BASEI)`

Пример 2

`PSISPSIO = SUMMV ((1-CQADJ/COX) * DELTA (VGS)) * DOPETYPE`

Пример 3

Следующий пример численно иллюстрирует функцию SUMMV.

V	VY = SUMMV(V)
1,0000	1,0000
2,0000	3,0000
3,0000	6,0000
4,0000	10,0000
•	•
•	•
•	•

См. также

Нет

Апроксимирующие линии

Функции Line Fit инструмента Formulator позволяют задать различные типы аппроксимирующих линий.

Функция EXPFIT инструмента Formulator

Выполняет экспоненциальную аппроксимацию и возвращает новый столбец значений Y.

Использование

`EXPFIT(VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

VX	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
VY	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
STARTPOS	Для диапазона значений X и Y, подлежащих экспоненциальному аппроксимации, номер строки начальных значений
ENDPOS	Для диапазона значений X и Y, подлежащих экспоненциальному аппроксимации, номер строки конечных значений

Подробно

Выполняет экспоненциальную аппроксимацию. Апроксимирует следующую экспоненциальную зависимость под заданный диапазон значений в двух столбцах (векторах): один столбец, VX, содержит значения X, а другой, VY, содержит значения Y:

$$Y = EXPFITA * e^{(EXPFITB * X)}$$

Где EXPFITA и EXPFITB - константы для аппроксимации. Используя эту экспоненциальную зависимость, возвращается новый столбец (вектор), содержащий значения Y, вычисленные из всех значений X в столбце VX.

Пример

Если значение VX или VY в STARTPOS или ENDPOS является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

```
DIODEI = EXPFIT(ANODEV, ANODEI, 1, LASTPOS(ANODEV))
```

См. также

- [EXPFTA](#) (на стр. 5-30)
- [EXPFTB](#) (на стр. 5-30)

Функция EXPFITA инструмента Formulator

Возвращает значение константы EXPFITA как часть формулы для выполнения экспоненциальной аппроксимации.

Использование

`EXPFITA (VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

<i>VX</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>VY</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>STARTPOS</i>	Для диапазона значений X и Y, подлежащих экспоненциальной аппроксимации, номер строки начальных значений
<i>ENDPOS</i>	Для диапазона значений X и Y, подлежащих экспоненциальной аппроксимации, номер строки конечных значений

Подробнее

Выполняет экспоненциальную аппроксимацию. Аппроксирует следующую экспоненциальную зависимость под заданный диапазон значений в двух столбцах (векторах): один столбец, *VX*, содержит значения X, а другой, *VY*, содержит значения Y:

$$Y = \text{EXPFITA} * e^{(\text{EXPFITB} * X)}$$

Где EXPFITA и EXPFITB - константы для аппроксимации.

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
OFFSETI = EXPFITA(ANODEV, ANODEI, 1, LASTPOS(ANODEV))
```

См. также

[EXPFIT](#) (на стр. 5-29)

[EXPFITB](#) (на стр. 5-30)

Функция EXPFITB инструмента Formulator

Возвращает значение константы EXPFITB как часть формулы для выполнения экспоненциальной аппроксимации.

Использование

`EXPFIT (VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

<i>VX</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>VY</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>STARTPOS</i>	Для диапазона значений X и Y, подлежащих экспоненциальной аппроксимации, номер строки начальных значений
<i>ENDPOS</i>	Для диапазона значений X и Y, подлежащих экспоненциальной аппроксимации, номер строки конечных значений

Подробно

Выполняет экспоненциальную аппроксимацию. Аппроксимирует следующую экспоненциальную зависимость под заданный диапазон значений в двух столбцах (векторах): один столбец, *VX*, содержит значения *X*, а другой, *VY*, содержит значения *Y*:

```
Y = EXPFITA * e^(EXPFITB * x)
```

Где *EXPFTA* и *EXPFTB* - константы для аппроксимации.

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
DIODEIDEALITY = 1 / (EXPFITB(ANODEV, ANODEI, 1, LASTPOS(ANODEV)) * 0.0257)
```

См. также

[EXPFTA](#) (на стр. 5-30)

[EXPFTB](#) (на стр. 5-30)

Функция LINFIT инструмента Formulator

Находит линейное уравнение и возвращает новый столбец.

Использование

LINFIT(*VX*, *VY*, *STARTPOS*, *ENDPOS*)

<i>VX</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>VY</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>STARTPOS</i>	Номер строки первого набора значений <i>X</i> и <i>Y</i>
<i>ENDPOS</i>	Номер строки второго набора значений <i>X</i> и <i>Y</i>

Подробно

Находит линейное уравнение вида $Y = a + bX$ из двух наборов значений *X* и *Y*, выбранных из двух столбцов (векторов), *VX* и *VY*. Это уравнение соответствует линии, проведенной через две точки на кривой, созданной путем откладывания значений в столбце *VY* относительно значений *VX*. Две точки задаются аргументами *STARTPOS* и *ENDPOS*.

Используя линейное уравнение, возвращает новый столбец (вектор), содержащий значения *Y*, вычисленные из всех значений *X* в столбце *VX*.

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Чтобы получить результат линейной регрессивной аппроксимации для двух столбцов (векторов), используйте функцию REGFIT.

Пример

```
RESISTORFIT = LINFIT(rESV, RESI, FIRSTPOS(rESV), LASTPOS(rESV))
```

См. также

[REGFIT](#) (на стр. 5-40)

Функция LINFITSLP инструмента Formulator

Находит линейное уравнение и возвращает значение наклона.

Использование

`LINFITSLP(VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

<code>VX</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>VY</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>STARTPOS</code>	Номер строки первого набора значений X и Y
<code>ENDPOS</code>	Номер строки второго набора значений X и Y

Подробно

Находит линейное уравнение и возвращает значение наклона следующим образом:

- Находит линейное уравнение вида $Y = a + bX$ из двух наборов значений X и Y, выбранных из двух столбцов, `VX` и `VY`. Это уравнение соответствует линии, проведенной через две точки на кривой, созданной путем откладывания значений в столбце `VY` относительно значений `VX`. Две точки задаются аргументами `STARTPOS` и `ENDPOS`.
- Возвращает значение наклона линейного уравнения (значение b в $Y = a + bX$).

Если значение `VX` или `VY` в `STARTPOS` или `ENDPOS` является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Чтобы получить наклон линейной регрессивной аппроксимации для двух столбцов (векторов), используйте функцию REGFITSLP.

Пример

```
RESISTANCE = 1/LINFITSLP(rESV, RESI, FIRSTPOS(rESV), LASTPOS(rESV))
```

См. также

[REGFITSLP](#) (на стр. 5-41)

Функция LINFITXINT инструмента Formulator

Находит линейное уравнение и возвращает отсекаемый отрезок на оси X.

Использование

`LINFITXINT(VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

<code>VX</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>VY</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>STARTPOS</code>	Номер строки первого набора значений X и Y
<code>ENDPOS</code>	Номер строки второго набора значений X и Y

Подробно

Находит линейное уравнение и возвращает отрезок на оси X следующим образом:

- Находит линейное уравнение вида $Y = a + bX$ из двух наборов значений X и Y, выбранных из двух столбцов (векторов), VX и VY. Это уравнение соответствует линии, проведенной через две точки на кривой, созданной путем откладывания значений в столбце VY относительно значений VX. Две точки задаются аргументами STARTPOS и ENDPOS.
- Возвращает отрезок на оси X для линейного уравнения (значение $-a/b$ в $Y = a + bX$).

Если значение VX или VY в STARTPOS или ENDPOS является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Чтобы получить отрезок на оси X для линейной регрессивной аппроксимации для двух столбцов (векторов), используйте функцию REGFITXINT.

```
EARLYV = LINFITXINT(COLLECTORV, COLLECTORI, 56, 75)
```

См. также

[REGFITXINT](#) (на стр. 5-42)

Функция LINFINITYINT инструмента Formulator

Находит линейное уравнение и возвращает отсекаемый отрезок на оси Y.

Использование

```
LINFINITYINT(VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)
```

VX	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
VY	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
STARTPOS	Номер строки первого набора значений X и Y
ENDPOS	Номер строки второго набора значений X и Y

Подробно

Находит линейное уравнение и возвращает отрезок на оси Y следующим образом:

- Находит линейное уравнение вида $Y = a + bX$ из двух наборов значений X и Y, выбранных из двух столбцов, VX и VY. Это уравнение соответствует линии, проведенной через две точки на кривой, созданной путем откладывания значений в столбце VY относительно значений VX. Две точки задаются аргументами STARTPOS и ENDPOS.
- Возвращает отрезок на оси Y для линейного уравнения (значение a в $Y = a + bX$).

Если значение VX или VY в STARTPOS или ENDPOS является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Чтобы получить отрезок на оси Y для линейной регрессивной аппроксимации для двух столбцов (векторов), используйте функцию REGFITYINT.

Пример

```
OFFSET = LINFINITYINT(GATEV, GATEI, FIRSTPOS(GATEV), LASTPOS(GATEV))
```

См. также

[REGFITYINT](#) (на стр. 5-43)

Функция LOGFIT инструмента Formulator

Выполняет аппроксимирующую линию по десятичному логарифму.

Использование

`LOGFIT(VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

<code>VX</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>VY</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>STARTPOS</code>	Для диапазона значений X и Y , подлежащих логарифмической аппроксимации, номер строки начальных значений
<code>ENDPOS</code>	Для диапазона значений X и Y , подлежащих логарифмической аппроксимации, номер строки конечных значений

Подробно

Выполняет аппроксимирующую линию по десятичному логарифму, как показано ниже:

- Аппроксимирует следующую логарифмическую зависимость под заданный диапазон значений в двух столбцах (один столбец, `VX`, содержит значения X , а другой, `VY`, содержит значения Y):

$$Y = \text{LOGFITA} + \text{LOGFITB} * \log(X)$$
 где `LOGFITA` и `LOGFITB` - константы для аппроксимации.
- Используя эту логарифмическую зависимость, возвращает новый столбец содержащий значения Y , вычисленные из всех значений X в столбце `VX`.

Если значение `VX` или `VY` в `STARTPOS` или `ENDPOS` является недопустимым числом (то есть, значение `#REF`), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
GOODFIT = LOGFIT(GATEV, DRAINI, 30, 50)
```

См. также

[LOGFITA](#) (на стр. 5-34)
[LOGFITB](#) (на стр. 5-35)

Функция LOGFITA инструмента Formulator

Выполняет аппроксимирующую линию по десятичному логарифму.

Использование

`LOGFITA(VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

<code>VX</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>VY</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>STARTPOS</code>	Для диапазона значений X и Y , подлежащих логарифмической аппроксимации, номер строки начальных значений
<code>ENDPOS</code>	Для диапазона значений X и Y , подлежащих логарифмической аппроксимации, номер строки конечных значений

Выполняет аппроксимирующую линию по десятичному логарифму, как показано ниже:

- Аппроксимирует следующую логарифмическую зависимость под заданный диапазон значений в двух столбцах (один столбец, *VX*, содержит значения *X*, а другой, *VY*, содержит значения *Y*):

$$Y = \text{LOGFITA} + \text{LOGFITB} * \log(X)$$
 где *LOGFITA* и *LOGFITB* - константы для аппроксимации.
- Используя вышеуказанную логарифмическую зависимость, возвращает значение константы *LOGFITA*.

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
OFFSET = LOGFITA(GATEV, DRAINI, 30, 50)
```

См. также

[LOGFIT](#) (на стр. 5-34)
[LOGFITB](#) (на стр. 5-35)

Функция LOGFITB инструмента Formulator

Выполняет аппроксимирующую линию по десятичному логарифму.

Использование

LOGFITB(*VX*, *VY*, *STARTPOS*, *ENDPOS*)

<i>VX</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>VY</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>STARTPOS</i>	Для диапазона значений <i>X</i> и <i>Y</i> , подлежащих логарифмической аппроксимации, номер строки начальных значений
<i>ENDPOS</i>	Для диапазона значений <i>X</i> и <i>Y</i> , подлежащих логарифмической аппроксимации, номер строки конечных значений

Подробно

Выполняет аппроксимирующую линию по десятичному логарифму, как показано ниже:

- Аппроксимирует следующую логарифмическую зависимость под заданный диапазон значений в двух столбцах (один столбец, *VX*, содержит значения *X*, а другой, *VY*, содержит значения *Y*):

$$Y = \text{LOGFITA} + \text{LOGFITB} * \log(X)$$
 где *LOGFITA* и *LOGFITB* - константы для аппроксимации.
- Используя вышеуказанную логарифмическую зависимость, возвращает значение константы *LOGFITB*.

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
FACTOR = LOGFITB(GATEV, DRAINI, 30, 50)
```

См. также

[LOGFIT](#) (на стр. 5-34)
[LOGFITA](#) (на стр. 5-34)

Функция TANFIT инструмента Formulator

Находит линейное уравнение в форме $Y = a + bX$ из двух столбцов, VX и VY .

Использование

TANFIT(VX , VY , POS)

VX	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
VY	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
POS	Номер строки, для которой должен быть найден тангенс.

Подробно

Находит линейное уравнение в форме $Y = a + bX$ из двух столбцов, VX и VY . Это уравнение соответствует тангенсу в точке кривой, созданной путем откладывания значений в столбце VY относительно значений VX . Значение, для которого определяется тангенс, задается аргументом POS .

Используя это линейное уравнение, возвращает новый столбец содержащий значения Y , вычисленные из всех значений X в столбце VX .

Если значение VX или VY в POS является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
VTFIT = TANFIT(GATEV, DRAIN1, MAXPOS(GM))
```

См. также

[TANFITSLP](#) (на стр. 5-36)
[TANFITXINT](#) (на стр. 5-37)
[TANFITYINT](#) (на стр. 5-38)

Функция TANFITSLP инструмента Formulator

Находит линейное уравнение в форме $Y = a + bX$ из двух столбцов, VX и VY .

Использование

TANFITSLP(VX , VY , POS)

VX	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
VY	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
POS	Номер строки, для которой должен быть найден тангенс.

Подробно

Находит линейное уравнение в форме $Y = a + bX$ из двух столбцов, VX и VY . Это уравнение соответствует тангенсу в точке кривой, созданной путем откладывания значений в столбце VY относительно значений VX . Значение, для которого определяется тангенс, задается аргументом POS .

Возвращает значение наклона линейного уравнения (значение b в $Y = a + bX$).

Если значение VX или VY в POS является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
VTSLOPE = TANFITSLP(GATEV, DRAIN1, MAXPOS(GM))
```

См. также

[TANFIT](#) (на стр. 5-36)

[TANFITXINT](#) (на стр. 5-37)

[TANFITYINT](#) (на стр. 5-38)

Функция TANFITXINT инструмента Formulator

Находит линейное уравнение в форме $Y = a + bX$ из двух столбцов, VX и VY .

Использование

TANFITXINT(VX , VY , POS)

VX	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
VY	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
POS	Номер строки, для которой должен быть найден тангенс.

Подробно

Находит линейное уравнение в форме $Y = a + bX$ из двух столбцов, VX и VY . Это уравнение соответствует тангенсу в точке кривой, созданной путем откладывания значений в столбце VY относительно значений VX . Значение, для которого определяется тангенс, задается аргументом POS .

Возвращает отрезок на оси X для линейного уравнения (значение $-a/b$ в $Y = a + bX$).

Если значение VX или VY в POS является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
VT = TANFITXINT(GATEV, DRAIN1, MAXPOS(GM))
```

См. также

[TANFIT](#) (на стр. 5-36)

[TANFITSLP](#) (на стр. 5-36)

[TANFITYINT](#) (на стр. 5-38)

ФУНКЦИЯ TANFITINT ИНСТРУМЕНТА Formulator

Находит линейное уравнение в форме $Y = a + bX$ из двух столбцов, VX и VY .

Использование

`TANFITINT(VX, VY, POS)`

<code>VX</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>VY</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>POS</code>	Номер строки, для которой должен быть найден тангенс.

Подробно

Находит линейное уравнение в форме $Y = a + bX$ из двух столбцов, VX и VY . Это уравнение соответствует тангенсу в точке кривой, созданной путем откладывания значений в столбце VY относительно значений VX . Значение, для которого определяется тангенс, задается аргументом `POS`.

Возвращает отсекаемый отрезок на оси Y для линейного уравнения (значение a в $Y = a + bX$).

Если значение VX или VY в `POS` является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
OFFSET = TANFITINT(GATEV, DRAIN1, GMMAX)
```

См. также

[TANFIT](#) (на стр. 5-36)

[TANFITSLOP](#) (на стр. 5-36)

[TANFITXINT](#) (на стр. 5-37)

ФУНКЦИЯ POLY2FIT ИНСТРУМЕНТА Formulator

Включает аппроксимирующую линию квадратичной регрессии.

Использование

`POLY2COEFF(VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

<code>VX</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>VY</code>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<code>STARTPOS</code>	Номер строки первого набора значений X и Y
<code>ENDPOS</code>	Номер строки второго набора значений X и Y

Подробно

Включает аппроксимирующую линию квадратичной регрессии. Она позволяет набору данных наилучшим образом соответствовать уравнению параболы $Y = aX^2 + bX + c$.

Возвращаются значения a , b , и c квадратичного уравнения.

Функции аппроксимации линии квадратичной регрессии полезны для получения плотности дефектов при использовании метода профилирования емкости на уровне возбуждения (DLCP).

Если значение VX или VY в `STARTPOS` или `ENDPOS` является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

См. также

[POLY2COEFF](#) (на стр. 5-39)
[POLYNFIT](#) (на стр. 5-39)

Функция POLY2COEFF инструмента Formulator

Включает аппроксимирующую линию квадратичной регрессии.

Использование

POLY2COEFF (*VX*, *VY*, *STARTPOS*, *ENDPOS*)

<i>VX</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>VY</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>STARTPOS</i>	Номер строки первого набора значений X и Y
<i>ENDPOS</i>	Номер строки второго набора значений X и Y

Подробно

Включает аппроксимирующую линию квадратичной регрессии. Она позволяет набору данных наилучшим образом соответствовать уравнению параболы $Y = aX_2 + bX + c$.

Возвращаются значения *a*, *b*, и *c* квадратичного уравнения.

Функции аппроксимации линии квадратичной регрессии полезны для получения плотности дефектов при использовании метода профилирования емкости на уровне возбуждения (DLCP).

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

См. также

[POLY2FIT](#) (на стр. 5-38)
[POLYNFIT](#) (на стр. 5-39)

Функция POLYNFIT инструмента Formulator

POLYNFIT (*n*-й порядок) выполняет полиномиальную аппроксимацию от 1-го до 9-го порядка.

Использование

POLYNFIT (*VX*, *VY*, *ORDER*, *STARTPOS*, *ENDPOS*)

<i>VX</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>VY</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>ORDER</i>	Порядок
<i>STARTPOS</i>	Номер строки первого набора значений X и Y
<i>ENDPOS</i>	Номер строки второго набора значений X и Y

Подробно

Включает аппроксимирующую линию квадратичной регрессии. Она позволяет набору данных наилучшим образом соответствовать уравнению параболы $Y = aX_2 + bX + c$.

Возвращаются значения *a*, *b*, и *c* квадратичного уравнения.

Функции аппроксимации линии квадратичной регрессии полезны для получения плотности дефектов при использовании метода профилирования емкости на уровне возбуждения (DLCP).

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

См. также

[POLY2COEFF](#) (на стр. 5-39)
[POLY2FIT](#) (на стр. 5-38)

Функция REGFIT инструмента Formulator

Выполняет линейную регрессивную аппроксимацию.

Использование

REGFIT (*VX*, *VY*, *STARTPOS*, *ENDPOS*)

<i>VX</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>VY</i>	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
<i>STARTPOS</i>	Для диапазона значений X и Y, подлежащих аппроксимации, номер строки начальных значений
<i>ENDPOS</i>	Для диапазона значений X и Y, подлежащих аппроксимации, номер строки конечных значений

Подробно

Выполняет линейную регрессивную аппроксимацию, как показано ниже:

- Аппроксимирует следующую зависимость в форме $Y=a+bX$ под заданный диапазон значений в двух столбцах (один столбец, *VX*, содержит значения X, а другой, *VY*, содержит значения Y):

$$Y = \text{REGFITYINT} + \text{REGFITSLP} * X$$

где *REGFITSLP* и *REGFITYINT* - константы наклона и отсекаемого отрезка на оси Y.

- Используя вышеуказанную линейную зависимость, возвращает новый столбец содержащий значения Y, вычисленные из всех значений X в столбце *VX*.

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
COLLECTORFIT = REGFIT(COLLECTORV, COLLECTORI, 25, LASTPOS(COLLECTORV))
```

См. также

[REGFITSLP](#) (на стр. 5-41)
[REGFITYINT](#) (на стр. 5-43)

Функция REGFITS LP инструмента Formulator

Выполняет линейную регрессивную аппроксимацию.

Использование

`REGFITS LP (VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

VX	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
VY	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
STARTPOS	Для диапазона значений X и Y, подлежащих аппроксимации, номер строки начальных значений
ENDPOS	Для диапазона значений X и Y, подлежащих аппроксимации, номер строки конечных значений

Подробно

Выполняет линейную регрессивную аппроксимацию, как показано ниже:

- Аппроксирует следующую зависимость в форме $Y=a+bX$ под заданный диапазон значений в двух столбцах (один столбец, *VX*, содержит значения X, а другой, *VY*, содержит значения Y):

$$Y = \text{REGFITYINT} + \text{REGFITS LP} * X$$
 где `REGFITS LP` и `REGFITYINT` - константы наклона и отсекаемого отрезка на оси Y.
- Возвращает значение константы наклона `REGFITS LP` из вышеуказанной зависимости.

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
COLLECTORRES = 1/REGFITS LP(COLLECTORV, COLLECTORI, 25, LASTPOS(COLLECTORV))
```

См. также

[REGFIT](#) (на стр. 5-40)
[REGFITYINT](#) (на стр. 5-43)

Функция REGFITXINT инструмента Formulator

Выполняет линейную регрессивную аппроксимацию.

Использование

`REGFITXINT (VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

VX	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
VY	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
STARTPOS	Для диапазона значений X и Y, подлежащих аппроксимации, номер строки начальных значений
ENDPOS	Для диапазона значений X и Y, подлежащих аппроксимации, номер строки конечных значений

Подробно

Выполняет линейную регрессивную аппроксимацию, как показано ниже:

- Аппроксирует следующую зависимость в форме $Y=a+bX$ под заданный диапазон значений в двух столбцах (один столбец, *VX*, содержит значения X, а другой, *VY*, содержит значения Y):

$$Y = \text{REGFITYINT} + \text{REGFITSLP} * X$$
 где *REGFITSLP* и *REGFITYINT* - константы наклона и отсекаемого отрезка на оси Y.
- Возвращает значение отсекаемого отрезка на оси X для вышеуказанной зависимости. (-*REGFITYINT/REGFITSLP*).

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

Пример

```
EARLYV = REGFITXINT (COLLECTORV, COLLECTORI, 25, LASTPOS (COLLECTORV) )
```

См. также

[REGFIT](#) (на стр. 5-40)
[REGFITYINT](#) (на стр. 5-43)

Функция REGFITYINT инструмента Formulator

Выполняет линейную регрессивную аппроксимацию.

Использование

`REGFITYINT (VX, VY, STARTPOS, ENDPOS)`

VX	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
VY	Имя любого столбца (вектора), перечисленного в разделе Columns (Столбцы)
STARTPOS	Для диапазона значений X и Y, подлежащих аппроксимации, номер строки начальных значений
ENDPOS	Для диапазона значений X и Y, подлежащих аппроксимации, номер строки конечных значений

Подробности

Выполняет линейную регрессивную аппроксимацию, как показано ниже:

- Аппроксимирует следующую зависимость в форме $Y=a+bX$ под заданный диапазон значений в двух столбцах (один столбец, *VX*, содержит значения X, а другой, *VY*, содержит значения Y):

$$Y = \text{REGFITYINT} + \text{REGFITSLP} * X$$
 где *REGFITSLP* и *REGFITYINT* - константы наклона и отсекаемого отрезка на оси Y.
- Возвращает значение отсекаемого отрезка на оси Y для вышеуказанной зависимости (*REGFITYINT*).

Пример

Если значение *VX* или *VY* в *STARTPOS* или *ENDPOS* является недопустимым числом (то есть, значение #REF), функция не вернет правильный результат.

См. также

[OFFSET = REGFITYINT\(COLLECTORV, COLLECTORI, 25, LASTPOS\(COLLECTORV\)\)](#)

[REGFIT](#) (на стр. 5-40)
[REGFITXINT](#) (на стр. 5-42)

БПФ

Формулы быстрого преобразования Фурье (БПФ, FFT - Fast Fourier Transform) используются для преобразования сигнала или последовательной группы измерений из временного интервала в частотный. Они также могут использоваться для преобразования из частотного интервала во временной.

Функция FFT_R инструмента Formulator

Выполняет БПФ на предоставленных входных массивах и затем возвращает вещественные части.

Использование

`FFT_R(REAL, IMAG)`

<code>REAL</code>	Вещественная часть входного массива комплексных чисел
<code>IMAG</code>	Мнимая часть входного массива комплексных чисел

Подробно

Если `REAL` устанавливается как 0 или любая другая константа, действительная часть всех значений входного массива устанавливается как 0 или константа.

Если `IMAG` устанавливается как 0 или любая другая константа, мнимая часть всех значений входного массива устанавливается как 0 или константа.

Если либо `REAL` либо `IMAG` не являются степенями 2, входные массивы корректируются таким образом, чтобы они соответствовали одинаковой степени 2.

Выходным значением формулы `FFT_R` является вещественная часть вычисленного БПФ с размером вывода, равным степени 2. Выходной диапазон от 0 Гц до $-Fs/2$, где Fs - частота дискретизации, например, как показано ниже:

```
... [0, 1, ..., n/2-1, -n/2, ..., -1] * Fs/n
```

Если входное значение недопустимо, или размер входного массива меньше 2, возвращается #REF.

См. также

Нет

Функция FFT_I инструмента Formulator

Выполняет БПФ на предоставленных входных массивах и затем возвращает мнимые части.

Использование

`FFT_I (REAL, IMAG)`

<code>REAL</code>	Вещественная часть входного массива комплексных чисел
<code>IMAG</code>	Мнимая часть входного массива комплексных чисел

Подробно

Если `REAL` устанавливается как 0 или любая другая константа, действительная часть всех значений входного массива устанавливается как 0 или константа.

Если `IMAG` устанавливается как 0 или любая другая константа, мнимая часть всех значений входного массива устанавливается как 0 или константа.

Если либо `REAL` либо `IMAG` не являются степенями 2, входные массивы корректируются таким образом, чтобы они соответствовали одинаковой степени 2. Если возможно, выводится сообщение о том, что входные массивы были скорректированы.

Выходным значением формулы `FFT_R` является мнимая часть вычисленного БПФ с размером вывода, равным степени 2. Выходной диапазон от 0 Гц до $-Fs/2$, где Fs - частота дискретизации, например, как показано ниже:

```
... [0, 1, ..., n/2-1, -n/2, ..., -1] * Fs/n
```

Если входное значение недопустимо, или размер входного массива меньше 2, возвращается #REF.

См. также

Нет

Функция FFT_FREQ инструмента Formulator

Возвращает массив положительных и отрицательных частот, соответствующих частотам выходного значения БПФ.

Использование

`FFT_FREQ (TIME, TOLERANCE)`

<code>TIME</code>	Входной массив времени
<code>TOLERANCE</code>	Допуск, который используется для определения равномерности массива.

Подробно

Если `TIME` не является степенью 2, входной массив корректируется таким образом, чтобы он соответствовал степени 2. Это единичное значение, а не массив.

Период дискретизации, или шаг времени, определяется путем вычисления общего периода сигнала (после корректировки, если она необходима) и деления на количество элементов дискретизации. Элементы являются степенями 2.

Проверяется разница между двумя последовательными точками. Если эта разница превышает допуск, умноженный на период дискретизации, возвращается ошибка в виде #REF. Эта проверка происходит для всех точек во входном массиве после того, как массив корректируется до представления в виде степени 2.

Выходным значением формулы FFT_FREQ является диапазон от 0 Гц до $-Fs/2$, где Fs - частота дискретизации, а n - размер входного массива после корректировки до степени 2, как показано ниже:

```
... [0, 1, ..., n/2-1, -n/2, ..., -1] * Fs/n
```

Размер выходного массива равен степени 2.

Если верно хотя бы одно из следующих условий, возвращается #REF:

- Дельта входного массива между двумя точками больше допустимого значения.
- Размер входного массива меньше 2.
- Средний шаг по времени меньше или равен нулю.

См. также

[FFT_FREQ_P](#) (на стр. 5-46)

Функция FFT_FREQ_P инструмента Formulator

Эта формула возвращает массив положительная частота, соответствующих частотам выходного значения БПФ.

Использование

FFT_FREQ_P (TIME, TOLERANCE)

TIME	Входной массив времени; корректируется до степени 2.
TOLERANCE	Допуск, который используется для определения равномерности массива.

Подробно

Выходным значением этой формулы является единичное значение, а не массив.

Период дискретизации, или шаг времени, определяется путем вычисления общего периода сигнала (после корректировки, если она необходима) и деления на количество элементов дискретизации. Количество элементов является степенью 2.

Проверяется разница между двумя последовательными точками. Если эта разница превышает допуск, умноженный на период дискретизации, возвращается ошибка в виде #REF. Эта проверка происходит для всех точек во входном массиве после того, как массив корректируется до представления в виде степени 2.

Выходным значением формулы FFT_FREQ_P является диапазон от 0 Гц до $(n/2-1) * Fs/n$, где Fs - частота дискретизации, а n - размер входного массива после корректировки до степени 2.

Размер выхода равен размеру входного массива, деленному на 2.

Если верно хотя бы одно из следующих условий, возвращается #REF:

- Дельта входного массива между двумя точками больше допустимого значения.
- Размер входного массива меньше 2.
- Средний шаг по времени меньше или равен нулю.

См. также

[FFT_FREQ](#) (на стр. 5-45)

Функция IFFT_R инструмента Formulator

Выполняет обратное БПФ на предоставленных входных массивах и затем возвращает вещественные части, масштабированные на $1/N$, где N - количество элементов.

Использование

`IFFT_R(REAL, IMAG)`

<i>REAL</i>	Вещественная часть входного массива комплексных чисел
<i>IMAG</i>	Мнимая часть входного массива комплексных чисел

Подробно

Если *REAL* устанавливается как 0 или любая другая константа, действительная часть всех значений входного массива устанавливается как 0 или константа.

Если *IMAG* устанавливается как 0 или любая другая константа, мнимая часть всех значений входного массива устанавливается как 0 или константа.

Если либо *REAL* либо *IMAG* не являются степенями 2, входные массивы обрезаются таким образом, чтобы они соответствовали одинаковой степени 2.

Выходным значением формулы `IFFT_R` является вещественная составляющая вычисленного обратного БПФ после масштабирования на $1/N$. Размер выходного массива равен степени 2.

Выходной диапазон от 0 Гц до $-Fs/2$, где Fs - частота дискретизации, например, как показано ниже:

`... [0, 1, ..., n/2-1, -n/2, ..., -1] * Fs/n`

Если входное значение недопустимо, или размер входного массива меньше 2, возвращается #REF.

См. также

Нет

Функция IFFT_ I инструмента Formulator

Выполняет обратное БПФ на предоставленных входных массивах и затем возвращает мнимые части, масштабированные на $1/N$, где

N - количество элементов.

Использование

`IFFT_I (REAL, IMAG)`

<code>REAL</code>	Вещественная часть входного массива комплексных чисел
<code>IMAG</code>	Мнимая часть входного массива комплексных чисел

Подробно

Если `REAL` устанавливается как 0 или любая другая константа, действительная часть всех значений входного массива устанавливается как 0 или константа.

Если `IMAG` устанавливается как 0 или любая другая константа, мнимая часть всех значений входного массива устанавливается как 0 или константа.

Если либо `REAL` либо `IMAG` не являются степенями 2, входные массивы обрезаются таким образом, чтобы они соответствовали одинаковой степени 2.

2. Если возможно, выводится сообщение о том, что входные массивы были скорректированы.

Выходным значением формулы `IFFT_I` является мнимая часть вычисленного БПФ после масштабирования на $1/N$. Размер выходного массива равен степени 2. Выходной диапазон от 0 Гц до $-Fs/2$, где Fs - частота дискретизации, например, как показано ниже:

... [0, 1, ..., $n/2-1$, $-n/2$, ..., -1] * Fs/n

Если входное значение недопустимо, или размер входного массива меньше 2, возвращается #REF.

См. также

Нет

Функция SMOOTH инструмента Formulator

Выполняет цифровую фильтрацию входного массива, обнуляя верхние частотные компоненты.

Использование

`SMOOTH (X, PERCENT)`

<code>X</code>	Массив входных данных; не обязательно должен быть равен степени 2.
<code>PERCENT</code>	Процент верхних частот для сглаживания (от 0 до 100); это единичное значение (не массив).

Подробно

Формула `SMOOTH` берет БПФ входного сигнала, затем использует возвращенный массив БПФ для обнуления элементов частот на основе процентного значения. Например, если `PERCENT` имеет значение 25%, то верхние 25% элементов частот обнуляются. Обратите внимание, что самые верхние частотные элементы находятся в центре массива.

После обнуления этих элементов, этот массив подается для обратного БПФ, для возврата значений во временную область. Элемент 0 Гц, который является первым элементом в массиве, никогда не обнуляется.

Если *PERCENT* установить на 0%, никакие частоты не обнуляются, и возвращается исходный сигнал. Если *PERCENT* установить на 100%, все частоты, кроме 0 Гц, обнуляются (получается прямая линия).

Последовательность действий следующая:

1. Выполняется БПФ входных данных.
2. Используется выход БПФ и обнуляются элементы частот в зависимости от *PERCENT*.
 - a. Вычисляется общее количество элементов для обнуления:

$$\text{totalBinsToZero} = (\text{NumberOfSamples} - 1) * \text{PERCENT}$$
 - b. Рассчитывается количество элементов для обнуления на каждой частотной стороне:
 - Входные данные четного размера:

$$\text{binsOnEachSideToZero} = \text{round}(\text{totalBinsToZero} - 1) / 2$$
 Обратите внимание на -1 здесь: что когда размер входных данных четный (и элемент 0 Гц удален), у вас остается нечетное количество точек, где средняя точка является самой высокой отрицательной частотой и будет элементом 0.
 - Входные данные нечетного размера:

$$\text{binsOnEachSideToZero} = \text{round}(\text{totalBinsToZero}/2) - 1$$
 Обратите внимание, что -1 здесь: когда размер входных данных нечетный (и элемент 0 Гц удален), у вас остается четное количество точек, где средняя точка не является определенной точкой, а находится между двумя точками. В приведенной ниже логике используется оператор `<=`, поэтому здесь нам нужно -1, иначе мы отклонимся на 2 точки.
 - c. Значение *binsOnEachSideToZero* используется для определения того, какие элементы обнуляются. Средняя точка списка, которая содержит самые высокие частоты, считается элементом 0. Элементы, которые меньше или равны значению параметра *binsOnEachSide*, обнуляются. Вот пример нумерации элементов для списка четного и нечетного размера, где элемент 0 является средней точкой и самой высокой частотой:
 - Для списка размером 10 элементы будут следующими: [5, 4, 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3, 4]
 - Для списка размером 11 элементы будут следующими: [5, 4, 3, 2, 1, 0, 0, 1, 2, 3, 4]
3. После обнуления соответствующих элементов, новый входной массив с обнуленными элементами подается для обратного БПФ для получения сигнала во временной области. Этот сигнал представляет собой исходный сигнал с обнулением заданного процента верхних частот.

Например, если *PERCENT* равно 50, а список входных сигналов состоит из 10 элементов со следующими значениями:

```
input = [20, 230, 440, 50, 760, 70, 80, 90, 110, 150]
```

Тогда выходной результат после обнуления компонентов будет следующим:

```
input_zeroed = [20, 230, 440, 0, 0, 0, 0, 110, 150]
```

Эта формула выводит исходный сигнал после выполнения цифровой фильтрации.

Если размер входного массива меньше 2 или *PERCENT* выходит за пределы, возвращается #REF.

См. также

Нет

Разное

Эти функции инструмента Formulator позволяют сравнивать выражения, заданные пользователем.

Функция COND инструмента Formulator

Возвращает одно из двух определенных пользователем выражений, в зависимости от сравнения двух других определенных пользователем выражений.

Использование

`COND(EXP1, EXP2, EXP3, EXP4)`

<code>EXP1, EXP2, EXP3, EXP4</code>	Математические выражения, созданные с использованием допустимых функций, операторов и operandов инструмента Formulator.
---	---

Подробно

Возвращает одно из двух определенных пользователем выражений (`EXP3` или `EXP4`), в зависимости от сравнения двух других определенных пользователем выражений (`EXP1` и `EXP2`).

Если $EXP1 < EXP2$, то возвращается

`EXP3`. Если $EXP1 \geq EXP2$, то

возвращается `EXP4`.

Пример

```
CLIPCURRENT = COND(DRAINI, 1E-6, DRAINI, 1E-6)
```

См. также

Нет

Раздел 8

Тест на надежность на уровне пластины

В данном разделе:

Стандарты JEDEC.....	8-1
Введение.....	8-2
Проекты HCI и WLR.....	8-3
Деградация HCI: Вспомогательная информация.....	8-6
Последовательность конфигурации циклической обработки подплощадок	8-7
Тесты ramp и J-ramp	8-8

Стандарты JEDEC

NOTE

Следующие описания стандартных процедур JESD28-A и JESD35-A были получены с сайта JEDEC. Это материал, защищенный авторским правом JEDEC.

JESD28-A

Опубликовано: Дек -2001

Процедура измерения деградации N-канальных МОП-транзисторов, вызванной горячими носителями, под воздействием постоянного тока

Этот документ описывает ускоренное испытание для измерения деградации одного n-канального МОП-транзистора, вызванной горячими носителями, при смещении постоянным током. Цель данного документа - определить минимальный набор измерений, чтобы можно было проводить корректные сравнения между различными технологиями, процессами ИС и вариациями процессов простым, последовательным и контролируемым способом. Указанные измерения следует рассматривать как отправную точку в определении характеристик и эталонном тестировании процесса производства транзисторов.

JESD35-A

Опубликовано: Апр-2001

Процедура тестирования тонких диэлектриков на уровне пластин

Этот документ предназначен для использования в отрасли производства МОП интегральных схем при обработке и испытаниях, и описывает процедуры, разработанные для оценки общей целостности и надежности оксидов тонкого затвора. Описаны три основные процедуры испытаний: испытание при линейном изменении напряжения (V-Ramp), испытание при изменении тока (J-Ramp), и испытание постоянным током (Bounded J-Ramp). Каждый тест разработан для простоты, скорости и удобства использования.

NOTE

Стандартные процедуры JEDEC доступны на [сайте JEDEC \(jedec.org\)](http://jedec.org).

При посещении сайта JEDEC необходимо зарегистрироваться, чтобы получить доступ к стандартам. Регистрация является бесплатной.

Введение

В этом разделе представлена информация о тестировании надежности на уровне пластин (WLR). Включены следующие испытания:

- Инжекция горячих носителей (HCI)
- Температурная нестабильность при отрицательном смещении (NBTI)
- Электромиграция
- Измерение заряда-до-пробоя (QBD).

Стресс-напряжение переменного тока, или импульсное стресс-напряжение, является полезным дополнением к типичным тестам на стресс-измерения для изучения поведения полупроводниковых приборов, связанного с захватом заряда и деградацией. Испытания NBTI и пробоя диэлектрика в зависимости от времени (TDDB) состоят из циклов «стресс/измерение».

Приложенное стресс-напряжение является сигналом постоянного тока, который используется потому, что он легче преобразуется в соответствии с моделью устройства. Включение импульсного стресс-тестирования позволяет получить дополнительные данные, позволяющие лучше понять работу устройства в частотно-зависимых цепях.

При испытаниях HCI, NBTI и TDDB вместо смещения постоянного тока, устройство подвергается стресс-импульсам, выдающим последовательность импульсов в течение определенного периода времени (время стресс-теста).

Характеристики импульса не изменяются во время теста на стресс-измерение. Затем в испытании используются SMU для измерения характеристик устройства, таких как V_{th} и G_m .

Этот раздел включает в себя справочную информацию о деградации HCI и выводы по использованию проектов 4200A-SCS для измерения деградации HCI и других тестов WLR.

NOTE

Проекты для тестирования HCI и QBD соответствуют стандартным процедурам, установленным JEDEC. В документации 4200A-SCS, все ссылки на стандарты JEDEC и дублирование документации JEDEC четко указаны как материалы JEDEC, защищенные авторским правом.

Проекты HCI и WLR

Проекты 4200A-SCS для тестирования HCI и WLR включают в себя:

- hci-1-dut
- hci-4-dut
- nbti-1-dut
- em-const-i
- qbd

Все эти проекты, кроме qbd, используют циклическое тестирование подплощадки в режиме «стесс/измерение». Подробнее см. раздел [Циклическое тестирование подплощадки](#) (на стр. 6-29).

Вы можете использовать каждый из этих проектов в уже настроенном виде или изменить их в соответствии с вашими требованиями к тестированию.

Проекты Hot Carrier Injection

Проекты Hot Carrier Injection (HCI) - Инжекция горячих носителей - определяют HCI на МОП-транзисторах. Проект hci-1-dut определяет деградацию HCI на одном 4-контактном n-MOP-транзисторе. Проект hci-4-dut определяет деградацию HCI на двух 4-контактных n-MOP-транзисторах и двух 4-контактных p-MOP-транзисторах.

Проект hci-1-dut показан на следующем рисунке.

Рисунок 177: Дерево проекта, показывающее проект hci-1-dut

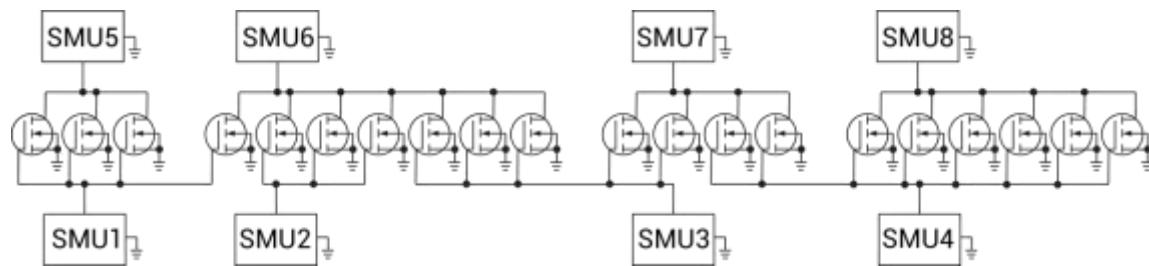


Для проекта hci-1-dut, подплощадка hci настраивается на циклическое тестирование с использованием стресс-напряжения для одного n-канального МОП-транзистора (4terminal-n-fet). После первого предварительного стресс-цикла для проведения теста на определение характеристик, последующие циклы подвергают устройство стресс-нагрузкам в течение определенного времени перед повторением тестов.

Проект `hci-4-dut` аналогичен проекту `hci-1-dut`, за исключением того, что он настроен на тестирование четырех устройств с использованием коммутационной матрицы для соединений.

При параллельной схеме подключения, стресс-тесту напряжения могут быть подвергнуты до 20 устройств. На рисунке ниже показан пример 20 параллельно подключенных устройств, которые подвергаются нагрузке восемью напряжениями затвора и стока.

Рисунок 178: Тесты HCI и NBTI: 20 параллельно соединенных устройств под стресс-напряжением



Проект Negative Bias Temperature Instability

Проект Negative Bias Temperature Instability (`nbt1-1-dut`) - Температурная нестабильность при отрицательном смещении - выполняет тест NBTI

на р-МОП-транзисторе при стресс-значениях температуры и постоянного тока. На следующем рисунке показано дерево проектов, когда выбран проект `nbt1-1-dut`.

Рисунок 179: Дерево проекта для `nbt1-1-dut`

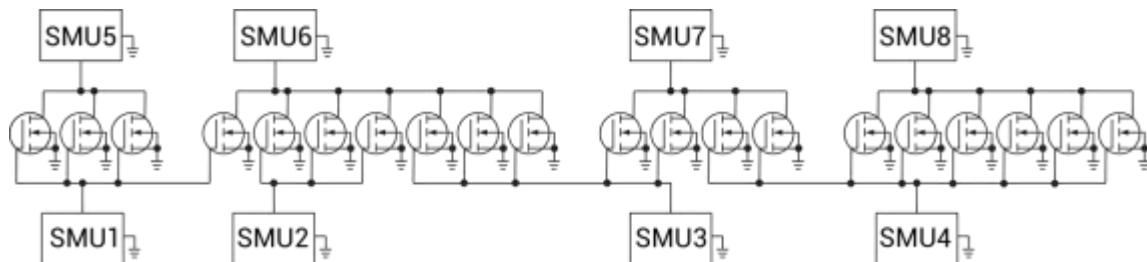


Подплощадка `nbt1` настроена для циклического тестирования с использованием стресс-напряжения для р-канального МОП-транзистора (PMOS).

Этот проект включает в себя действия, контролирующие температуру патрона-зажима. Тест подплощадки не начнется, пока патрон не достигнет заданной температуры. После первого предварительного стресс-цикла для определения характеристик устройства, последующие циклы подвергают устройство стресс-нагрузкам в течение определенного времени перед повторением тестов. После завершения циклического тестирования подплощадки, выполняется действие `chuck-cooling` для охлаждения патрона.

При параллельной схеме подключения, стресс-тесту напряжения могут быть подвергнуты до 20 устройств. На рисунке ниже показан пример 20 параллельно подключенных устройств, которые подвергаются нагрузке восемью напряжениями затвора и стока.

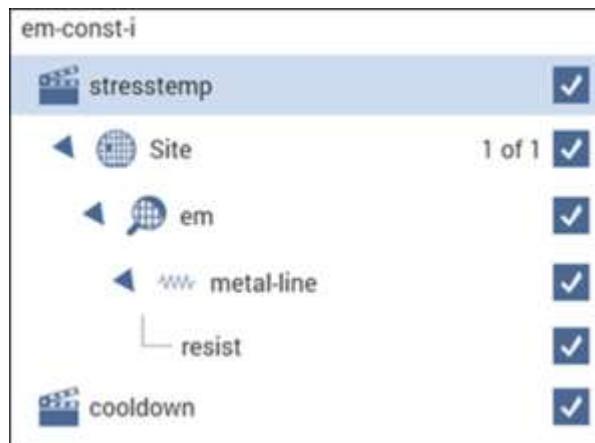
Рисунок 180: Тесты HCI и NBTI: 20 параллельно соединенных устройств под стресс-напряжением



Проект Electromigration

Проект Electromigration (`em-const-i`) - Электромиграция - показан на следующем рисунке.

Рисунок 181: дерево проекта em-const-i



Подплощадка (`em`) настраивается для циклического тестирования с использованием стресс-тока на одном устройстве (`metal-line`).

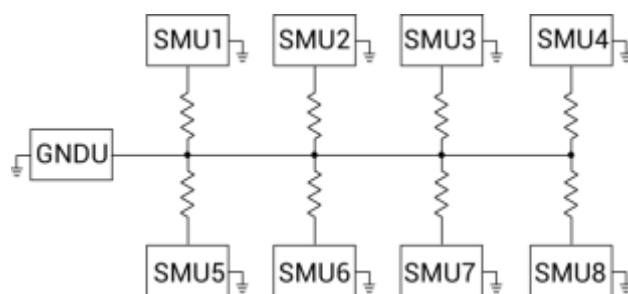
Этот проект включает в себя действия, контролирующие температуру патрона-зажима. Циклический тест подплощадки не начнется, пока патрон не достигнет заданной температуры. После первого предварительного стресс-цикла для выполнения определения характеристик устройства, последующие циклы подвергают устройство стресс-нагрузкам в течение определенного времени перед повторением тестов. После завершения тестирования подплощадки, выполняется действие `cooldown` для охлаждения патрона.

Вы можете модифицировать проект `em-const-i` для тестирования дополнительных устройств. Каждый SMU в испытательной системе может подвергать стресс-току одно устройство. Поэтому, если в тестовой системе имеется восемь SMU, можно подвергать тесту стресс-током напряжению до восьми устройств, как показано на следующем рисунке.

NOTE

Тест стресс-током: При установке уровня стресс-тока для каждого устройства в подсистеме, следует помнить, что при установке нуля (0) вывод устройства соединяется с блоком заземления (0 В земли). Чтобы создать стресс-ток напряжение на устройстве, уровень стресс-тока должен быть установлен на ненулевое значение.

Рисунок 182: Тест EM: Восемь устройств под стресс-током с использованием восьми SMU

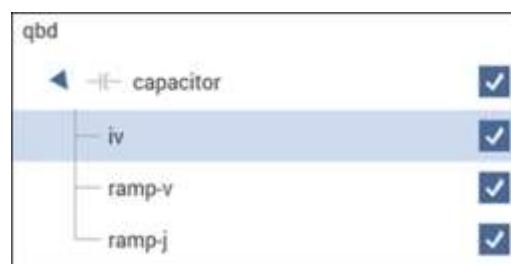


Проект Charge-to-Breakdown Test of Dielectrics

Проект `qbd` (Испытание диэлектрика на заряд-до-пробоя) включает в себя тесты `ramp-v` (с линейным повышением напряжения) и `ramp-j` (с повышением тока). Эти тесты соответствуют стандартным процедурам JESD35-A для тестирования тонких диэлектриков на уровне пластин. В этом проекте не используется циклический тест подплощадки.

Подробности этих тестов описаны в разделе [Тесты V-ramp и J-ramp](#) (на стр. 8-8).

Рисунок 183: Дерево проекта qbd



Деградация HCl: Вспомогательная информация

Деградация при инъекции горячих носителей (HCl) является одной из наиболее важных проблем, стоящих перед полупроводниковой промышленностью. Небольшая длина затвора и технологические отклонения в полупроводниковом процессе могут привести к резкому ухудшению HCl-характеристик устройства. За последние несколько лет время жизни HCl значительно сократилось. В некоторых случаях, время жизни накопителей сократилось с нескольких лет до нескольких недель. Эффект HCl усиливается при изменении размеров устройств (это включает уменьшение длины затвора устройства). Это означает,

что в будущем эффекты HCl станут еще более серьезной проблемой. Необходимость регулярного мониторинга HCl является одним из важнейших требований к испытаниям.

Повреждение горячими носителями происходит в МОП-устройствах, когда носители (электроны или дырки) ускоряются в канале. В устройствах с коротким каналом, эти носители достигают достаточно высоких скоростей, чтобы вызвать ударную ионизацию. Ударная ионизация, в свою очередь, создает дополнительные носители в МОП-канале. Эти дополнительные носители приводят к значительным токам подложки и в некоторых случаях достигают достаточно высокой энергии, чтобы преодолеть барьер полупроводник-оксид и быть «захваченным» в оксиде. Большая часть захвата носителей в оксиде происходит на краю стока, где скорость носителей максимальна. Эти захваченные электроны канала могут вызвать значительную асимметрию характеристик устройства и смещение критических параметров прибора, таких как пороговое напряжение и управляющий ток прибора. В некоторых случаях, изменение измеренных параметров устройства на 10% может произойти в течение нескольких дней.

Современные устройства все больше подвержены влиянию «горячих носителей». В прошлом, целевое значение линейности тока стока для успешной работы устройства с «горячим носителем» составляло 10% изменения за 10 лет. Как правило, производимые устройства уже не могут соответствовать этой спецификации, и ухудшение линейности тока стока на 10% может произойти в течение нескольких дней.

Последовательность конфигурации циклического тестирования подплощадки

Циклическое тестирование подплощадки используется в следующих тестах:

- hci-1-dut
- hci-4-dut
- nbti-1-dut
- em-const-i

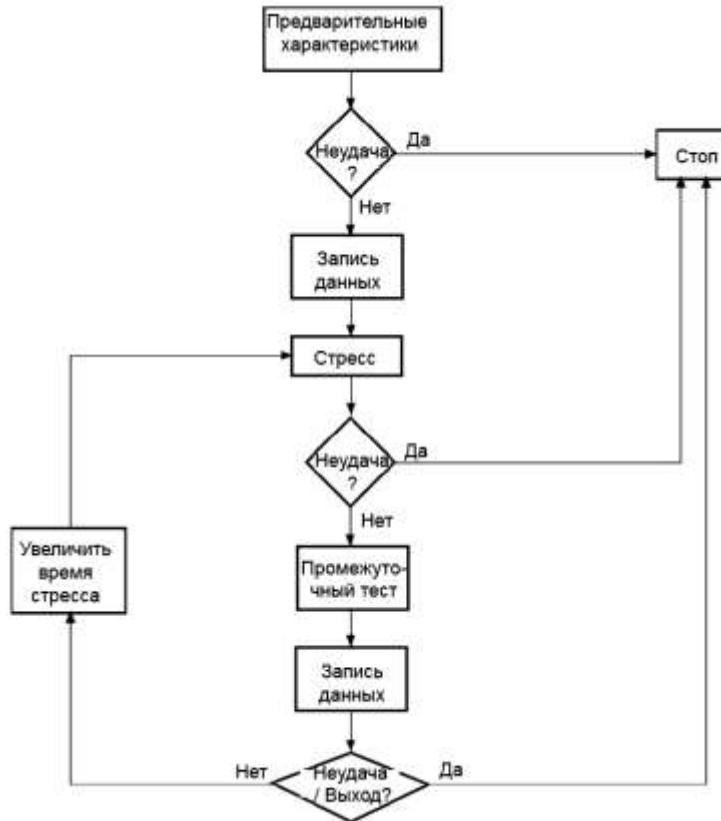
Схема процесса для этих проектов показана на рисунке ниже.

NOTE

Вы можете создать новый проект для циклического тестирования подплощадки или использовать один из существующих проектов в качестве отправной точки и изменить его по мере необходимости. Подробнее см. раздел [Настройка простого проекта](#) (на стр. 2-1).

Чтобы настроить подплощадку для циклического тестирования, см. раздел [Конфигурирование циклического тестирования подплощадки](#) (на стр. 6-4).

Рисунок 184: Схема процесса HCI/NBTI/EM постоянного тока



Тесты V-ramp and J-ramp

Тесты для измерения «заряда-до-пробоя» (QBD) являются мерой зависящего от времени пробоя оксида затвора. Они являются стандартным методом, используемым для определения качества оксида затвора в МОП-устройствах.

Испытание V-ramp начинается при напряжении, соответствующем условиям эксплуатации (или ниже), и линейно увеличивается от этого значения до пробоя оксида. J-ramp начинается при низком токе и экспоненциально увеличивается до пробоя оксида.

Пользовательские модули для этих тестов предоставляются в пользовательской библиотеке `wlrlib`. Пользовательские модули в пользовательской библиотеке `wlrlib` выполняют тесты линейной регрессии и тесты «заряд-до-пробоя» (QBD) для тестирования надежности на уровне пластин (WLR). Сводная информация об этих пользовательских модулях приведена в следующей таблице.

Пользовательский модуль `wlrlib`

Пользовательский модуль	Описание
<code>llsq1</code>	Выполняет простую линейную регрессию.
<code>qbd_rmpv</code>	Выполняет тест «заряд-до-пробоя» с использованием теста QBD V-ramp.
<code>qbd_rmpj</code>	Выполняет тест «заряд-до-пробоя» с использованием теста QBD J-ramp.

V-Тест V-ramp: Пользовательский модуль qbd_rmpv

Тест V-ramp использует пользовательский модуль `qbd_rmpv` пользовательской библиотеки `wlrlib`.

Использование

См. [Стандарты JEDEC](#) (на стр. 8-1), JESD35-A, «ПРОЦЕДУРА ТЕСТИРОВАНИЯ ТОНКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ НА УРОВНЕ ПЛАСТИН».

NOTE

Некоторые из следующих описаний переменных прямо цитируются из стандарта JESD35-A. Переменные, процитированные из стандарта, включают данную идентификационную ссылку: (См. JESD35-A).

```
status = qbd_rmpv(int hi_pin, int lo_pin1, int lo_pin2, int lo_pin3, char *HiSMUId,
char
    *LoSMUId1, char *LoSMUId2, char *LoSMUId3, double v_use, double I_init, int
    hold_time, double v_start, double v_step, int t_step, int measure_delay, double
    I_crit, double I_box, double I_max, double exit_curr_mult, double
    exit_slope_mult, double q_max, double t_max, double v_max, double area, int
    exit_mode, double
    *V_stress, int V_size, double *I_stress, int I_size, double *T_stress, int T_size,
    double *q_stress, int q_size, double *I_use_pre, double *I_use_post, double *Q_bd,
    double *q_bd, double *v_bd, double *I_bd, double *t_bd, double *v_crit, double
    *v_box, int *failure_mode, int *test_status);
```

Входные переменные

<code>status</code>	Возвращаемые значения располагаются в листе Analyze (Анализ)
<code>hi_pin</code>	Вывод высокого напряжения (обычно вывод затвора) (от -1 до 72); введите -1, чтобы не подключать
<code>lo_pin1</code> <code>lo_pin2</code> <code>lo_pin3</code>	Обычно для подключения исток-сток и подложки; в зависимости от структуры устройства, некоторые из этих выводов необязательны; введите -1, чтобы не подключать
<code>HiSMUId</code>	Идентификационная строка SMU, выводящего стресс-значения
<code>LoSMUId1</code> <code>LoSMUId2</code> <code>LoSMUId3</code>	Идентификационная строка SMU, подключенного к клемме заземления; эти три идентификатора могут быть одинаковыми
<code>v_use</code>	Напряжение на оксиде (В) при нормальных рабочих условиях; обычно напряжение питания для процесса; это напряжение используется для измерения тока оксида до и после изменения напряжения (См. JESD35-A).
<code>I_init</code>	Ток пробоя оксида при смещении при <code>v_use</code> ; см. Подробности
<code>hold_time</code>	Время в мс для удержания первого стресс-значения (<code>v_start</code>)
<code>v_start</code>	Начальное напряжение (В) для теста с повышением напряжения; типичное значение - <code>v_use</code> (см. JESD35-A).
<code>v_step</code>	Высота шага изменения напряжения (В); максимум 0,1 МВ/см; см. Подробности
<code>t_step</code>	Время шага изменения напряжения в мс, используемое для определения скорости изменения напряжения; должно быть меньше или равно 100 мс (обычно от 40 до 100 мс).
<code>measure_delay</code>	Время задержки в мс для измерения после каждого шага стресс-напряжения; должно быть меньше <code>t_step</code> (мс).
<code>I_crit</code>	По крайней мере, в 10 раз больше шумового порога измерения тока испытательной системы; этот ток оксида (А) является минимальным значением, используемым при определении такого критерия пробоя как изменение крутизны характеристики (см. JESD35-A).
<code>I_box</code>	Необязательный уровень измеряемого тока, для которого регистрируется стресс-напряжение; это значение обеспечивает дополнительную точку на характеристике ток-напряжение; типичное значение - 1 мкА (См. JESD35-A)

I_{max}	Критерий пробоя оксида; I_{bd} получен из характеристики I-V и представляет собой ток оксида на этапе непосредственно перед пробоем (см. JE3D35-A).
$exit_curr_mult$	Критерий пробоя - изменение тока; это отношение измеренного тока к предыдущему уровню тока, превышение которого приведет к пробою (от 2,5 до 5, рекомендуемое значение: от 10 до 100)
$exit_slope_mult$	Критерий пробоя - изменение наклона; это коэффициент изменения наклона функции FN, превышение которого приведет к пробою (от 2,5 до 5, рекомендуемое значение: 3)
q_{max}	Максимальный накопленный заряд оксида на площадь оксида; используется для прерывания теста, если пробой произошел, но не был обнаружен во время теста (C/cm ²) (см. JE3D35-A).
t_{max}	Максимальное допустимое время стресса в секундах; достижение этого предела приведет к завершению теста (с)
v_{max}	Максимальный предел напряжения для повышения напряжения; этот предел определен в 30 МВ/см для оксидов толщиной менее 20 нм и 15 МВ/см для более толстых оксидов; см. Подробности
$area$	Площадь оксидной структуры (см ²)
$exit_mode$	Режим критерия пробоя; см. Подробности
V_size	Размер массива данных; максимум 65535
I_size	Размер массива данных; максимум 65535
T_size	Размер массива данных; максимум 65535
q_size	Размер массива данных; максимум 65535

Выходные переменные

V_{stress}	Массив стресс-напряжений
I_{stress}	Массив измеренных токов
T_{stress}	Массив временных меток, указывающих на моменты измерения тока
q_{stress}	Массив накопленного заряда
I_{use_pre}	Измеренный ток оксида при v_{use} , перед началом изменения напряжения (см. JE3D35-A)
I_{use_post}	Измеренный ток оксида при v_{use} , после завершения изменения напряжения (см. JE3D35-A)
Q_{bd}	«Заряд-до-пробоя»; суммарный заряд, проходящий через оксид перед пробоем (С) (см. JE3D35-A)
q_{bd}	Плотность «заряда-до-пробоя» (C/cm ²) (см. JE3D35-A)
v_{bd}	Приложенное напряжение на шаге непосредственно перед пробоем оксида (см. JE3D35-A)
I_{bd}	Измеренный ток при v_{bd} , непосредственно перед пробоем оксида
t_{bd}	Метка времени при измерении I_{bd}
v_{crit}	Приложенное напряжение на шаге, когда ток оксида превышает I_{crit} (См. JE3D35-A)
v_{box}	Приложенное напряжение на шаге, когда ток оксида превышает I_{box} (см. JE3D35-A)
$failure_mode$	<ul style="list-style-type: none"> ■ Отказ при первоначальном teste ■ Катастрофический отказ (начальный тест пройден, тест с изменением напряжения не пройден, последующий тест не пройден) ■ Маскированный катастрофический (начальный тест пройден, тест с изменением напряжения пройден, последующий тест не пройден) ■ Не-катастрофический (начальный тест пройден, тест с изменением напряжения не пройден, последующий тест пройден) ■ Другие (начальный тест пройден, тест с изменением напряжения пройден, последующий тест пройден)
$test_status$	См. Подробно

Подробно

Выполняется тест «заряд-до-пробоя» с использованием тестового алгоритма QBD V-ramp, описанного в документе JE3D35-A «Процедура тестирования тонких диэлектриков на уровне пластины», Апрель 2011. Этот алгоритм обеспечивает линейное нарастание напряжения до пробоя оксидного слоя. Этот алгоритм способен обеспечить максимальное напряжение ± 200 В. Блок-схема для теста V-ramp показана в разделе [Блок схема V-Ramp](#) (на стр. 8-12).

Примечания по входным переменным

hi_pin и *lo_pinX*: Если в системе нет коммутационной матрицы, введите 0 или -1 для *hi_pin* и *lo_pinX* для байпаса коммутатора.

I_init: Типичное значение *I_init* составляет 10 мкА/см² и может изменяться в зависимости от площади оксида. Для максимальной чувствительности, указанное значение должно быть намного выше худшего случая тока оксида (для оксида хорошего качества) и намного выше уровня шума измерительной системы. Для сверхтонкого оксида необходимо указывать более высокие значения из-за эффектов прямого туннелирования (см. JEDEC JE35-A).

v_step: В качестве примера, максимальное значение *v_step* может быть рассчитано с помощью $Tox^*0,1 \text{ МВ/см}$, где Tox - указывается в сантиметрах. Это 0,1 В для оксида толщиной 10 нм (см. JEDEC JE35-A).

v_max: В качестве примера, *v_max* может быть оценен из $Tox^*30 \text{ МВ/см}$, где Tox указывается в сантиметрах. Это 35 В для оксида толщиной 10,0 нм (см. JEDEC JE35-A).

exit_mode: Выберите:

- 0: Указывает, что пробой оксида определяется измеренным током, который превышает заданный пользователем ток пробоя (*fail_current*).
- 1: Использует два критерия для определения пробоя оксида; первый критерий - заданный ток пробоя (*fail_current*); второй критерий - наклон графика измеренного тока, который является коэффициентом (*exit_slope_mult*), умноженным на предыдущее измеренное значение; см. документ JEDEC JE35-A и дополнения (JE35-1 и JE35-2).

Из-за соображений, связанных с шумом, рассчитанные критерии тока пробоя используются только в том случае, если измеренный ток в 10 раз превышает заданный пользователем ток шума. Для измеренных токов ниже этого значения в качестве критерия выхода используется ток пробоя (*fail_current*).

Примечания по выходным переменным

test_status:

- 2: Нет ошибок тестирования (причина выхода из теста: измеренный ток > предыдущего измерения на определенный коэффициент).
- 1: Нет ошибок тестирования (причина выхода из теста: наклон графика измеренного тока > предыдущего наклона на определенный коэффициент).
- 0: Нет ошибок тестирования (причина выхода из теста: измеренный ток > *fail_current*).
- 1: Неудачный предварительный стресс-цикл
- -2: Достигнут предел накопленного заряда.
- -3: Достигнут предел напряжения.
- -4: Достигнут предел максимального времени.
- -5: Маскированный катастрофический отказ.
- -6: Некатастрофический отказ.
- -7: Неправильно указаны *t_step*, *hold_time*, или *measure_delay*.

NOTE

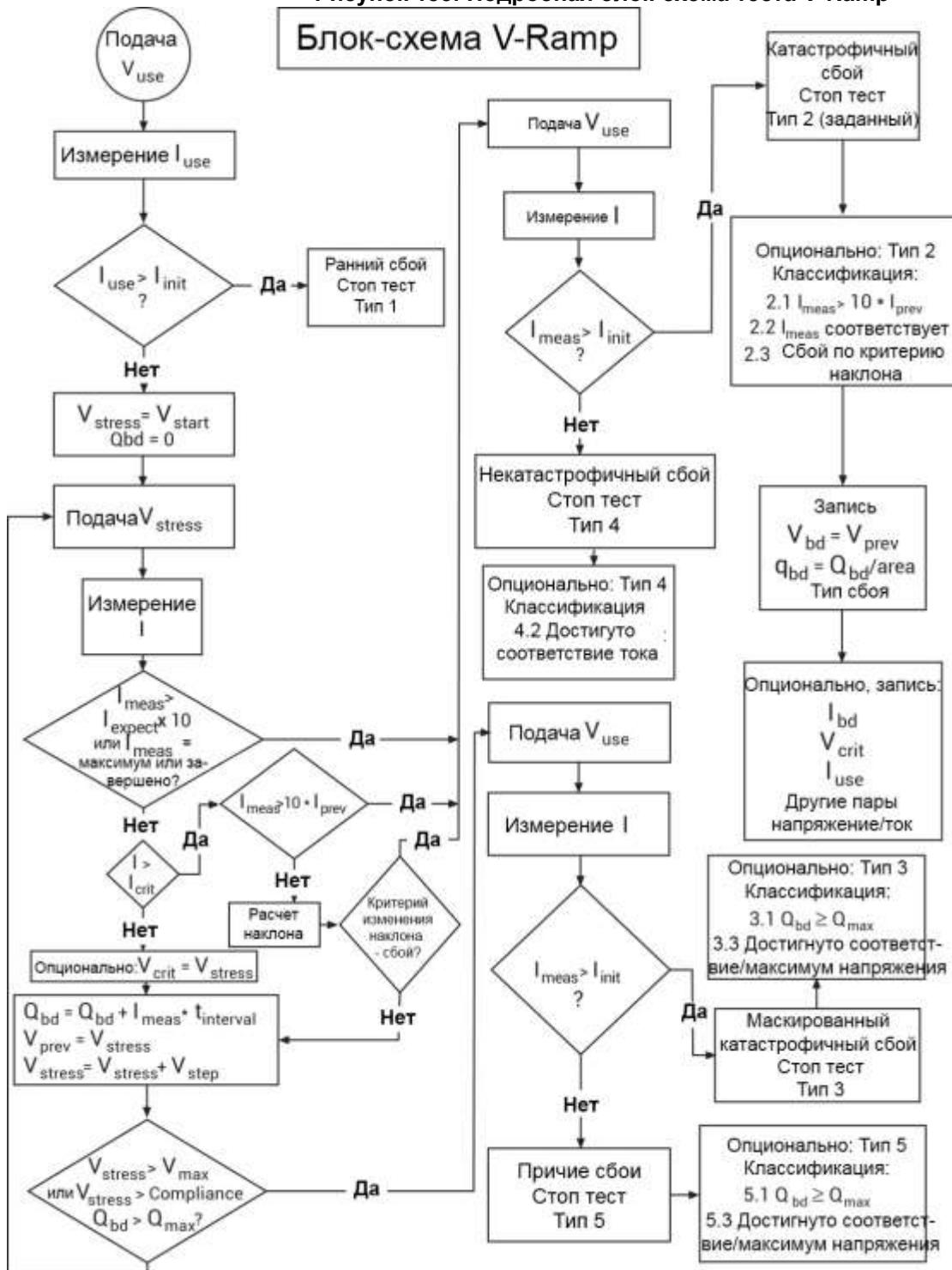
Неверный результат теста - Результат = 1e21.

V-Блок-схема теста V-Ramp

NOTE

Следующая схема из JESD35-A воспроизведена с разрешения JEDEC.

Рисунок 185: Подробная блок-схема теста V-Ramp



ПРИМЕЧАНИЕ: Все значения являются абсолютными - знаки (+) или (-) не включены.

Тест J-ramp: Пользовательский модуль qbd_rmpj

Тест J-ramp использует пользовательский модуль `qbd_rmpj` пользовательской библиотеки `wlrlib`.

Использование

```
status = qbd_rmpj(int hi_pin, int lo_pin1, int lo_pin2, int lo_pin3, char *HiSMUID,
char
    *LoSMUID1, char *LoSMUID2, char *LoSMUID3, double v_use, double I_init, double
    I_start, double F, int t_step, double exit_volt_mult, double I_max, double
    q_max, double area, double *V_stress, int V_size, double *I_stress, int I_size,
    double
    *T_stress, int T_size, double *q_stress, int q_size, double *Q_bd, double *q_bd,
    double *v_bd, double *I_bd, double *t_bd, int *failure_mode, int *test_status);
```

Входные переменные

<code>status</code>	Возвращаемые значения располагаются в листе Analyze (Анализ)
<code>hi_pin</code>	Вывод высокого напряжения (обычно вывод затвора) (от -1 до 72); введите -1, чтобы не подключать
<code>lo_pin1</code> <code>lo_pin2</code> <code>lo_pin3</code>	Обычно для подключения исток-сток и подложки; в зависимости от структуры устройства, некоторые из этих выводов необязательны; введите -1, чтобы не подключать
<code>HiSMUID</code>	Идентификационная строка SMU, выводящего стресс-значения
<code>LoSMUID1</code> <code>LoSMUID2</code> <code>LoSMUID3</code>	Идентификационная строка SMU, подключенного к клемме заземления; эти три идентификатора могут быть одинаковыми
<code>v_use</code>	Напряжение на оксиде (В) при нормальных рабочих условиях; обычно напряжение питания для процесса; это напряжение используется для измерения тока оксида до и после изменения напряжения (См. JESD35-A).
<code>I_init</code>	Ток пробоя оксида при смещении при <code>v_use</code> ; типичное значение 10 мкА/см ² , может изменяться в зависимости от площади оксида; см. Подробности
<code>I_start</code>	Начальный ток (А) для теста с повышением тока; типичное значение <code>I_init</code> (см. JESD35-A)
<code>F</code>	Множитель между двумя последовательными шагами величины тока (см. JESD35-A)
<code>t_step</code>	Время шага при повышении тока (с) (см. JESD35-A)
<code>exit_volt_mult</code>	Коэффициент умножения для последовательных измерений напряжения; когда следующее измеренное напряжение меньше, чем этот коэффициент, умноженный на предыдущее измеренное напряжение, оксид считается находящимся в состоянии пробоя, и тест завершается; типичное значение 0,85
<code>I_max</code>	Максимальный ток при повышении (А) (см. JESD35-A)
<code>q_max</code>	Максимальный накопленный заряд оксида на площадь оксида; используется для прерывания теста, если пробой произошел, но не был обнаружен во время теста (С/см ²) (см. JESD35-A).
<code>area</code>	Площадь оксидной структуры (см ²)
<code>V_size</code>	Размер массива данных; максимум 65535
<code>I_size</code>	Размер массива данных; максимум 65535
<code>T_size</code>	Размер массива данных; максимум 65535
<code>q_size</code>	Размер массива данных; максимум 65535

Выходные переменные

<i>V_stress</i>	Массив стресс-напряжений
<i>I_stress</i>	Массив измеренных токов
<i>T_stress</i>	Массив временных меток, указывающих на моменты измерения тока
<i>q_stress</i>	Массив накопленного заряда
<i>Q_bd</i>	«Заряд-до-пробоя»; суммарный заряд, проходящий через оксид перед пробоем (С) (см. JESD35-A)
<i>q_bd</i>	Плотность «заряда-до-пробоя» (C/cm ²) (см. JESD35-A)
<i>v_bd</i>	Приложенное напряжение на шаге непосредственно перед пробоем оксида (см. JESD35-A)
<i>I_bd</i>	Измеренный ток при <i>v_bd</i> , непосредственно перед пробоем оксида
<i>t_bd</i>	Метка времени при измерении <i>I_bd</i>
<i>failure_mode</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Отказ при первоначальном teste ■ Катастрофический отказ (начальный тест пройден, тест с изменением напряжения не пройден, последующий тест не пройден) ■ Маскированный катастрофический (начальный тест пройден, тест с изменением напряжения пройден, последующий тест не пройден) ■ Не-катастрофический (начальный тест пройден, тест с изменением напряжения не пройден, последующий тест пройден) ■ Другие (начальный тест пройден, тест с изменением напряжения пройден, последующий тест пройден)
<i>test_status</i>	См. Подробно

Подробно

Выполняется тест «заряд-до-пробоя» с использованием тестового алгоритма QBD J-ramp, описанного в документе JEDEC JESD35-A «Процедура тестирования тонких диэлектриков на уровне пластины», Апрель 2011. Этот алгоритм обеспечивает линейное нарастание тока до пробоя оксидного слоя. Этот алгоритм способен обеспечить максимальный ток ± 1 А, если используется мощный SMU. Блок-схема для теста J-ramp показана в разделе [Блок схема J-Ramp](#) (на стр. 8-15).

См. стандарт JEDEC JESD35-A «Процедура тестирования тонких диэлектриков на уровне пластины», Апрель 2011.

NOTE

Некоторые из следующих описаний входных переменных прямо цитируются из стандарта JESD35-A. Переменные, процитированные из стандарта, включают данную идентификационную ссылку: (См. JESD35-A).

Примечания по входным переменным

NOTE

Если в системе нет коммутационной матрицы, введите 0 или -1 для *hi_pin* и *lo_pins* для байпаса коммутатора.

I_init: Для максимальной чувствительности, указанное значение должно быть намного выше худшего случая тока «хорошего» оксида и намного выше уровня шума измерительной системы. Для сверхтонкого оксида необходимо указывать более высокие значения из-за эффектов прямого туннелирования (см. JESD35-A).

Примечания по выходным переменным

test_status:

- 0: Нет ошибок тестирования (причина выхода из теста: измеренное напряжение > предыдущего значения на определенный коэффициент).
- 1: Неудачный предварительный стресс-цикл
- -2: Достигнут предел накопленного заряда.
- -3: Достигнут предел максимального времени.
- -4: Маскированный катастрофический отказ.
- -5: Некатастрофический отказ.
- -6: Неправильно задан *t_step*.

NOTE

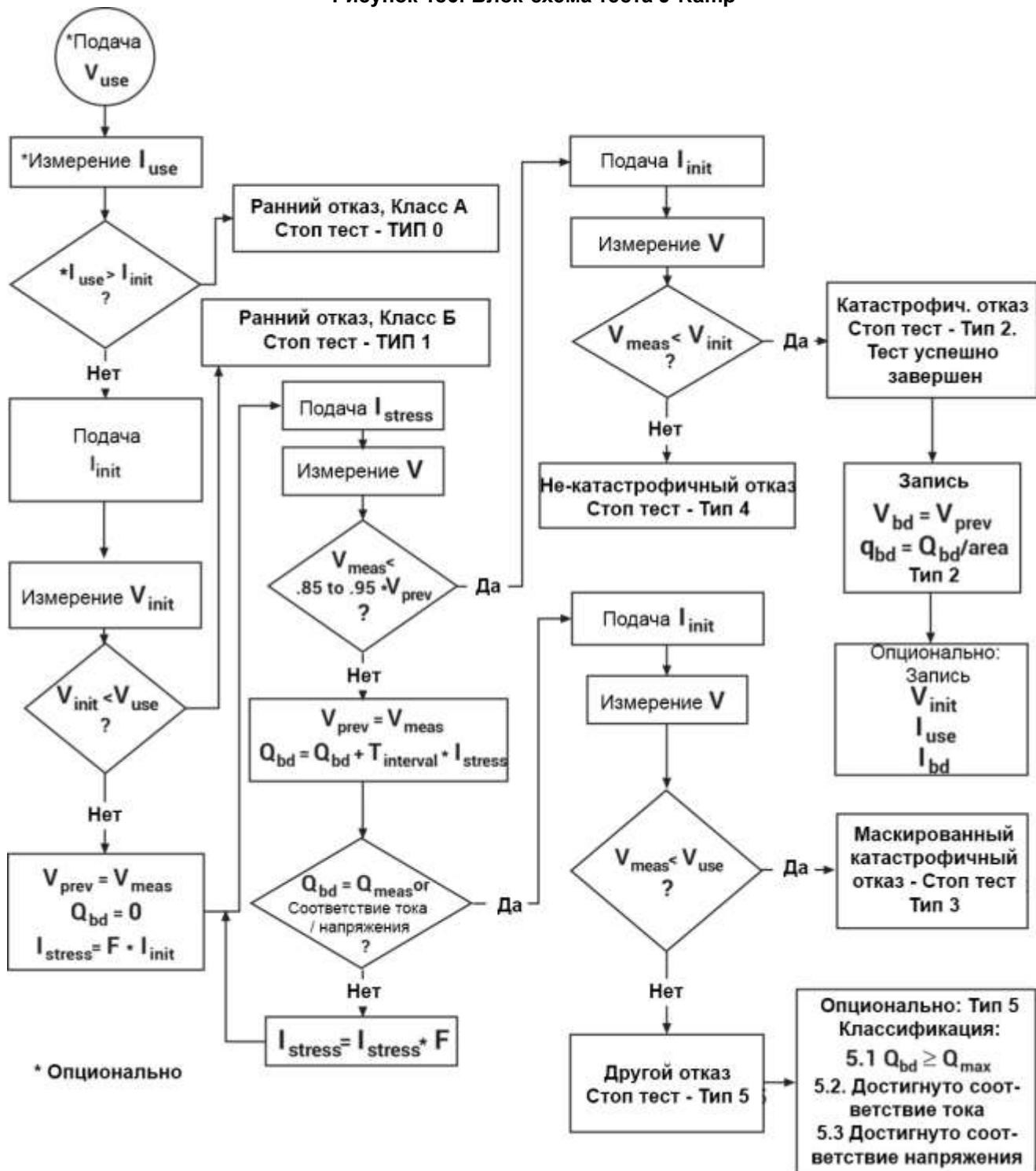
Неверный результат теста - Результат = 1e21.

Блок-схема теста J-Ramp

NOTE

Следующая схема из JESD35-A воспроизведена с разрешения JEDEC. Эта схема - материал, защищенный авторским правом JEDEC.

Рисунок 186: Блок-схема теста J-Ramp

**NOTE**

Все значения являются абсолютными - знаки (+) или (-) не включены.

Спецификации могут быть изменены без предварительного уведомления
Все торговые марки и торговые наименования Keithley являются собственностью компании Keithley Instruments.
Все остальные товарные наименования и торговые марки являются собственностью соответствующих владельцев.

Keithley Instruments

Штаб-квартира - 28775 Aurora Road - Кливленд, Огайо 44139 - 440-248-0400 - 1-800-833-9200 - tek.com/keithley

