Управляющая программа Nova SPM

Справочное руководство

Управляющая программа
Nova SPM

Справочное руководство

2021 г.

Управляющая программа Nova SPM

Содержание

1. Управляющая программа Nova SPM 4

2. Подготовка к работе с Nova SPM 5

3. Интерфейс Nova SPM 18

3.1. Главное меню 21

3.1.1. Меню View 21

3.1.2. Меню Tools 24

3.1.2.1. Настройка списка исследуемых сигналов 25

3.1.2.2. Контроль состояния и подстройка емкостных датчиков перемещения 27

3.1.2.3. Калибровочные коэффициенты сканера 30

3.1.2.4. Характеристики шаговых двигателей 33

3.2. Основные параметры 35

3.3. Работа с данными 38

3.3.1. Одномерные данные 38

3.3.1.1. Панель инструментов одномерных данных 39

3.3.1.2. Настройка интерфейса одномерных данных 43

3.3.2. Двумерные данные 50

3.3.2.1. Панель инструментов двумерных данных 50

3.3.2.2. Настройка интерфейса двумерных данных 55

3.4. Программный осциллограф 61

3.4.1. Параметры отображения временных зависимостей сигналов 63

4. Основные операции работы с прибором 66

4.1. Инициализация 66

4.2. Настройка системы регистрации изгибов кантилевера 66

4.2.1. Окно настройки системы регистрации 67

4.2.2. Настройка системы регистрации в окне Laser-Diode Scanning 69
4.3. Построение резонансной кривой 76
4.4. Подвод образца к зонду 83
4.5. Сканирование 89
4.5.1. Параметры сканирования 94
4.5.2. Панель быстрого доступа 96
4.5.3. Отображение одномерных данных в окне сканирования 101
4.5.4. Выбор области сканирования 103
4.6. Спектроскопия 105
4.6.1. Параметры спектроскопии 110
4.6.2. Дополнительные параметры спектроскопии 112
4.7. Литография 116
4.7.1. Векторная литография 117
4.7.2. Растровая литография 124
4.8. Программно-электронное конфигурирование 127
4.9. Вывод видеоизображения 137
4.10. Управление положением узлов прибора 140
4.11. Управление измерительными головками 145
4.12. Мультисканирование 146
4.12.1. Панель управления 147
4.12.2. Область отображения данных 148
4.12.3. Таблица данных 151
4.12.4. Панель параметров областей сканирования 152
4.13. Измерения в магнитном поле 156
4.14. Нагрев образца 159
4.15. Электрохимические измерения 162
4.15.1. Панель управления 162
4.15.2. Диалоговое окно Bi Potentiostat Calibration 165

4.15.3. Вкладка Cycling 167

4.15.4. Вкладка Program 168

4.15.5. Вкладка Graph 173

Предметный указатель 176

1. Управляющая программа Nova SPM

Введение

Данное руководство предназначено для получения справочной информации по интерфейсу программы управления сканирующими зондовыми микроскопами Nova SPM. Описание содержит детальное разъяснение по поводу всех составных частей, функций, элементов интерфейса программы управления прибором.

Функциональное назначение

- настройка оптической системы регистрации изгибов кантилевера;
- получение и обработка частотных характеристик;
- подвод образца к зонду;
- сканирование поверхности образца;
- проведение спектроскопических измерений;
- проведение скрабирования и индентирования;
- модификация поверхности образца с нанометровым разрешением (нанолитография);
- обработка и анализ данных, полученных на приборе;
- работа с устройствами нагрева образца;
- исследование различных зависимостей сигналов;
- настройка датчиков перемещения сканера.

Требования к компьютеру

Для корректной работы Nova SPM конфигурация компьютера должна быть не ниже следующей:

- процессор Intel Core i3 или аналог;
- операционная система Windows 7 и выше;
- оперативная память не менее 4 ГВ;
- свободное место на жестком диске не менее 1 ГВ;
- разрешение экрана монитора не менее 1024 x 768.

2. Подготовка к работе с Nova SPM

Установка программного обеспечения

Программа Nova SPM не требует инсталляции. Вставьте диск с программным обеспечением в CD/DVD-привод, скопируйте папку с Nova SPM в любое удобное место на вашем компьютере, например в C:\SPM\.
После установки программы установите драйверы для контроллера, управляющего сканирующим зондовым микроскопом.

Установка драйверов СЗМ контроллера

1. Подключите контроллер СЗМ к компьютеру. В результате операционная система найдет новое подключенное устройство **USB <-> Serial**, откроется диалоговое окно **Found New Hardware Wizard** (см. Рисунок ниже).

Рис. 1. Окно **Found New Hardware Wizard**

Установите драйвер для найденного устройства **USB <-> Serial**, для этого выполните следующие действия:

a) В открывшемся окне **Found New Hardware Wizard** Вам будет предложено установить драйвер с помощью программы **Windows Update**. Откажитесь от этого, установив переключатель в положение **No, not this time**, далее щелкните на кнопке **Next**.

b) Инсталлятор предложит Вам выбрать способ поиска драйверов на Вашем компьютере. Установите переключатель в положение **Install from a list or specific location**, чтобы вручную задать путь до папки с драйверами. Далее щелкните на кнопке **Next**.

c) Укажите путь до папки, в которой расположены драйверы. Для этого установите переключатель в положение **Search for the best driver in these location**, установите флажок в строке **Include this location in the search**, затем щелкните на кнопке **Browse**.

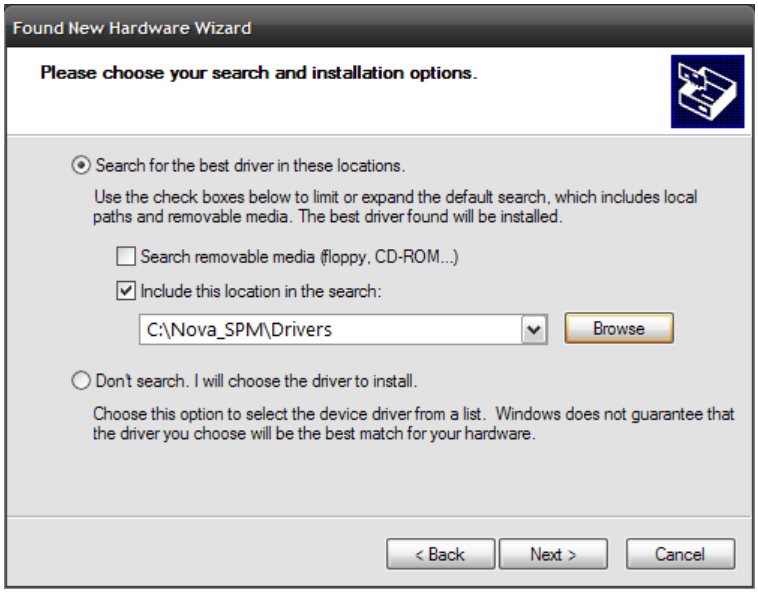


Рис. 2.

d) В открывшемся диалоговом окне **Browse For Folder** укажите путь до папки с драйверами (папка **Drivers**), щелкните на кнопке **OK**. Папка **Drivers** расположена в установочном каталоге программы Nova SPM. В результате начнется установка драйвера для контроллера.

e) Установка драйверов для **USB <-> Serial** завершена. Закройте окно **Found New Hardware Wizard** кнопкой **Finish**.

2. По окончании установки драйверов для устройства **USB <-> Serial** операционная система найдет еще одно устройство **USB Serial Port**. Далее откроется диалоговое окно **Found New Hardware Wizard**

Рис. 3. Окно **Found New Hardware Wizard**

Установите драйвер для найденного устройства **USB Serial Port**. Для этого выполните следующие действия:

a) В открывшемся окне **Found New Hardware Wizard** Вам будет предложено установить драйвер с помощью программы **Windows Update**. Откажитесь от этого, установив переключатель в положение **No, not this time**, далее щелкните на кнопке **Next**.

b) Мастер установки предложит Вам выбрать способ поиска драйверов на Вашем компьютере. Установите переключатель в положение **Install from a list or specific location**, чтобы вручную задать путь до папки с драйверами. Далее щелкните на кнопке **Next**.

c) Укажите путь до папки, в которой расположены драйверы. Для этого установите переключатель в положение **Search for the best driver in these location**, установите флажок в строке **Include this location in the search**, затем щелкните на кнопке **Browse**.

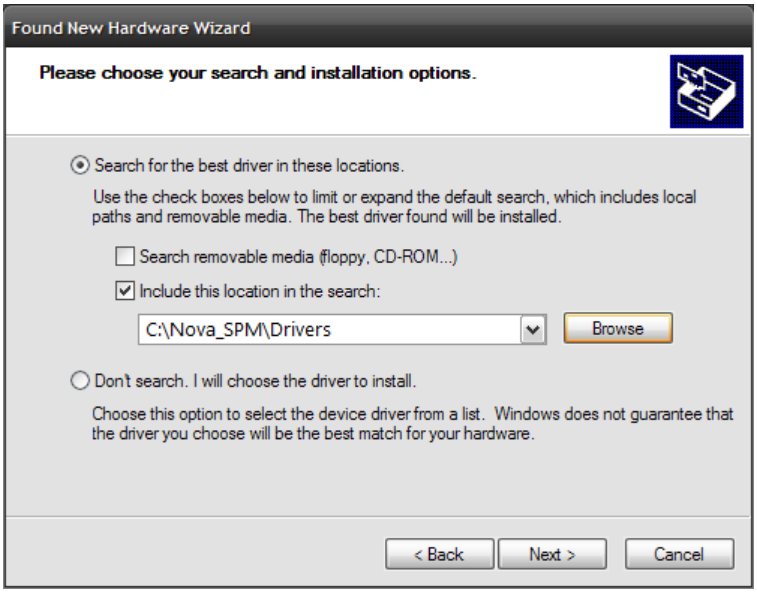


Рис. 4

d) В открывшемся диалоговом окне **Browse For Folder** укажите путь до папки с драйверами (папка **Drivers**), щелкните на кнопке **OK**. Папка **Drivers** расположена в установочном каталоге программы Nova SPM.

e) Далее откроется окно **Hardware Installation** (см. Рисунок ниже), с сообщением о том, что данное устройство не прошло тест на совместимость с операционной системой. Щелкните на кнопке **Continue Anyway**. В результате начнется установка драйвера для **USB** порта контроллера.

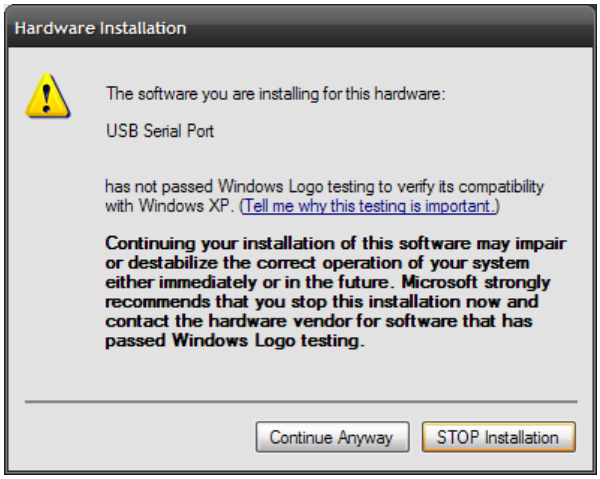


Рис. 5. Окно **Hardware Installation**

f) Установка драйверов для **USB Serial Port** завершена. Закройте окно **Found New Hardware Wizard** кнопкой **Finish**.

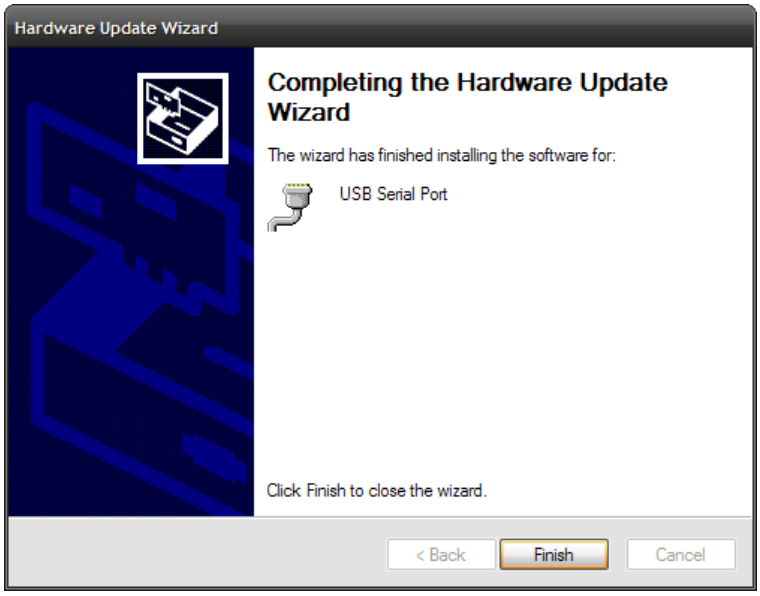


Рис. 6

Установка драйверов видеокамеры

Драйверы для видеокамеры находятся на отдельном CD-диске IMAGINGCONTROL.

1. Вставьте диск в CD/DVD привод.
2. Автоматически запустится программа установки. На экране появится окно программы. Выберите пункт **Software Installation**.

Рис. 12

3. Появится меню со списком программного обеспечения, которое можно установить. Для установки драйверов видеокамеры выберите пункт **Driver**.

Рис. 13

4. В появившемся списке устройств выберите **FireWire(1394) Cameras**.

Рис. 14

5. В открывшемся списке производителей выберите**The Imaging Source** .

Рис. 15

6. В открывшемся списке моделей выберите стандартную модель.

Рис. 16

7. Появится окно с предложением подключить видеокамеру к компьютеру. Подключите камеру к порту FireWire 1394 с помощью кабеля, входящего в комплект поставки видеокамеры.

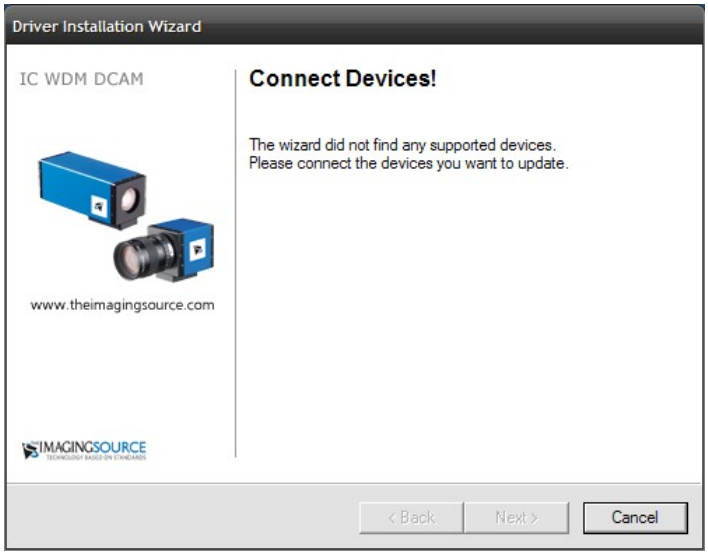


Рис. 17

8. После подключения камеры в правом нижнем углу монитора на панели задач всплывет сообщение о том, что обнаружено новое оборудование, и что оно успешно подключено. На экране появится окно мастера установки нового оборудования.

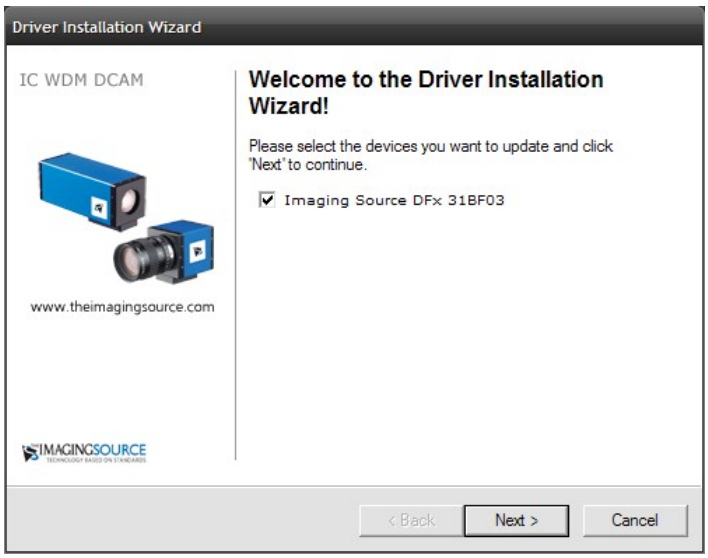


Рис. 18

9. Щелкните на кнопке **Next**, чтобы установить драйвер видеокамеры. В появившемся окне **Hardware Installation** щелкните на кнопке **Continue Anyway**.

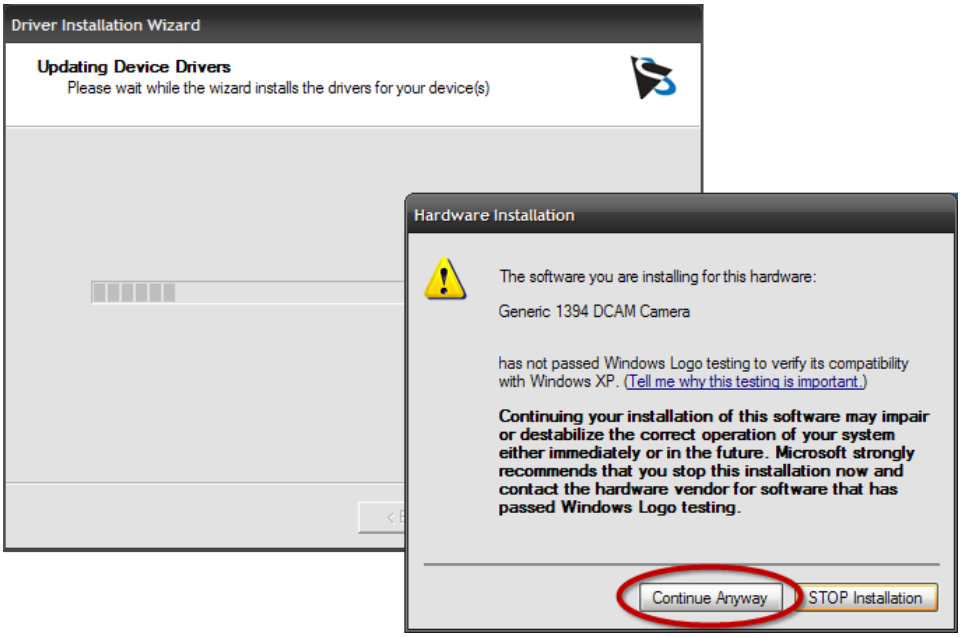


Рис. 19

В результате начнется установка драйверов видеокамеры.

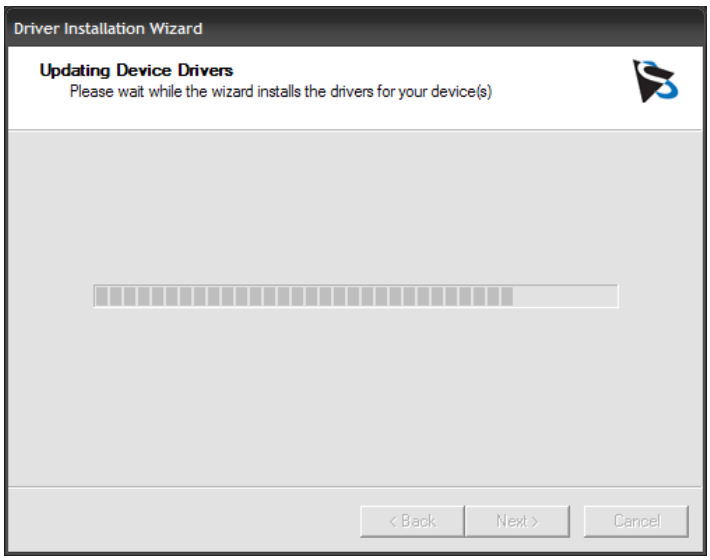


Рис. 20

10. По окончании установки появится окно с сообщением о завершении установки оборудования. Щелкните на кнопке **Finish**.

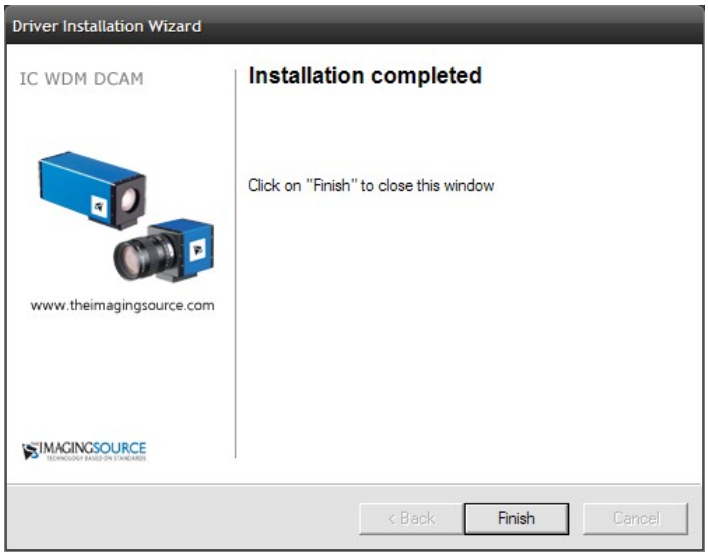
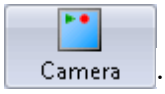


Рис. 21

Установка драйверов видеокамеры завершена.

Чтобы изображение с видеокамеры выводилось в окне **Camera** программы Nova SPM, ее следует выбрать в качестве рабочей. Для этого:

1. Запустите программу Nova SPM (см. ниже).
2. Откройте окно **Camera** кнопкой 

.
3. Нажмите кнопку , расположенную на Панели управления окна **Camera**. В результате откроется окно **Video Settings**.

4. Из раскрывающегося списка **Camera** (расположенного в окне **Video Settings**) выберите видеокамеру, с которой будет выводиться изображение в окне **Camera**
5. Запустите вывод изображения с видеокамеры, нажав кнопку на Панели управления окна **Camera**.

Запуск Nova SPM

Запустить Nova SPM можно двумя способами:

- при помощи ярлыка Nova SPM, расположенного на рабочем столе;
- файлом Nova SPM**.exe** из установочного каталога программы.

После запуска Nova SPM необходимо провести инициализацию прибора. Для этого щелкните на кнопке **SPM Init**, расположенной на Панели инициализации (см. стр. 66). Если перед запуском Nova SPM был включен контроллер, инициализация прибора начнется автоматически.

При инициализации индикатор, расположенный на Панели инициализации (см. стр. 66), находится в состоянии

.

Прибор готов к работе, если после инициализации индикатор состояния прибора, находится в состоянии

.

После запуска Nova SPM в папке **Data** установочного каталога программы создается файл СЗМ-данных с расширением ***.mdt**. Файл СЗМ-данных состоит из одного или нескольких фреймов. Каждый фрейм является элементарным фрагментом данных, который соответствует либо отдельному СЗМ изображению: одномерному, двумерному или трехмерному, либо отдельному фрагменту текстовых данных. Данные, получаемые в процессе измерений, будут автоматически сохраняться в созданный файл.

Завершение работы с Nova SPM

Для завершения работы с Nova SPM нажмите кнопку , расположенную в правом верхнем углу Главного окна программы. В результате появится диалоговое окно (см. Рисунок ниже), в котором следует подтвердить выход из программы нажав кнопку **Да**.

Данные, получаемые в процессе измерений, автоматически сохраняются в папке **Data** установочного каталога программы в виде файла СЗМ-данных с расширением ***.mdt**.

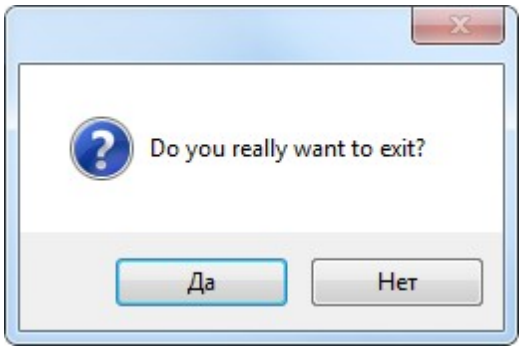


Рис. 22. Диалоговое окно

3. Интерфейс Nova SPM

Данный раздел содержит обзор элементов, из которых состоит интерфейс Nova SPM.

Главное окно Nova SPM

Сразу после запуска программы открывается Главное окно программы Nova SPM (см. Рисунок ниже).

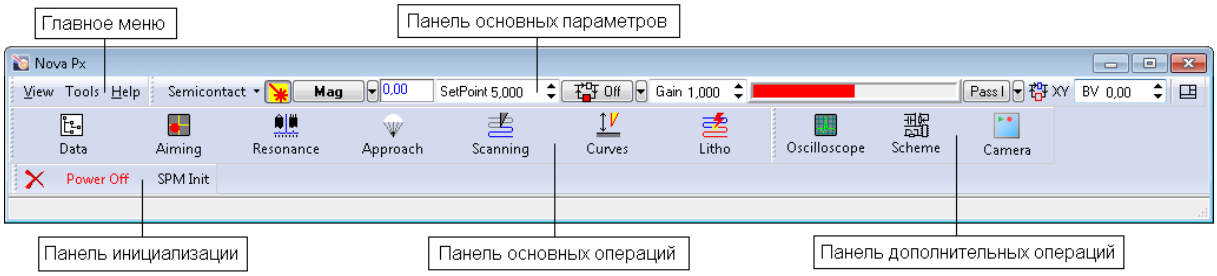


Рис. 23. Главное окно Nova SPM

Программа Nova SPM содержит набор Панелей управления, количество которых зависит от конфигурации оборудования.

Чтобы просмотреть список доступных панелей выберите команду **View → ToolBars** в Главном меню программы. В результате откроется подменю, содержащее список всех доступных панелей.

Чтобы отобразить/скрыть панель, установите/снимите флажок в строке с названием нужной панели.

Основными элементами интерфейса Nova SPM являются:

- Главное меню (см. стр. 21);
- Панель основных параметров (см. стр. 35);
- Панель основных операций;
- Панель дополнительных операций;
- Панель инициализации (см. стр. 66).

Поля ввода и ползунки

Программа Nova SPM содержит множество полей ввода, в которых задаются численные значения различных параметров (см. Рисунок ниже).

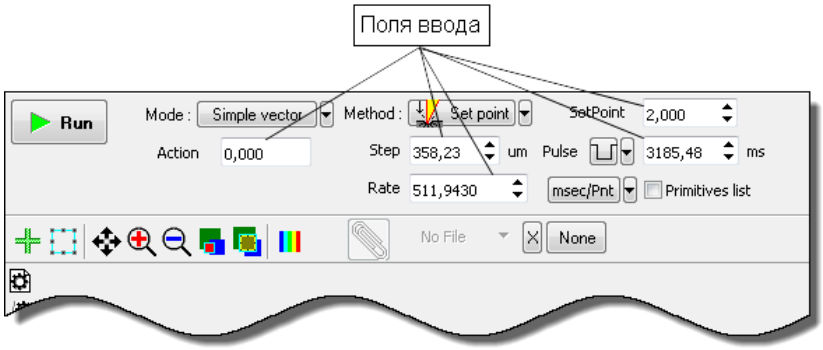


Рис. 24. Поля ввода.
Для примера на рисунке представлено окно **Litho**

Значение каждого параметра вводится одним из приведенных ниже способов:

- с клавиатуры. Чтобы введенные значения вступили в силу, следует нажать клавишу <Enter>, либо щелкнуть мышью в любом другом месте активного окна программы;
- если поле ввода содержит прокрутку (например Step 20,00), то изменить значение параметра можно с помощью кнопок увеличения или уменьшения. Введенные значения вступают в силу в момент изменения и не требуют подтверждения;
- при помощи ползунка, появляющегося после двойного щелчка мышью на поле ввода. Управлять ползунком можно с помощью мыши или стрелками с клавиатуры (см. Рисунок ниже).

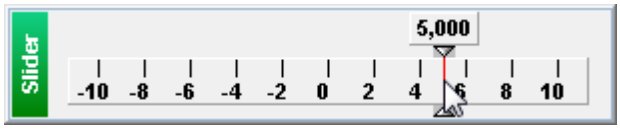


Рис. 25. Ползунок

Размер ползунка можно изменить, потянув за его край.

Существует возможность изменения диапазона значений ползунка. Для этого с помощью мыши при нажатой клавише <Alt> выберите диапазон значений (см. Рисунок ниже).

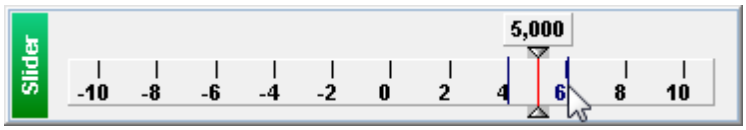


Рис. 26. Изменение диапазона значений ползунка

В результате выбранный диапазон значений "растянется" на всю длину ползунка (см. Рисунок ниже). Для возвращения предыдущего диапазона значений щелкните на ползунке правой кнопкой мыши.

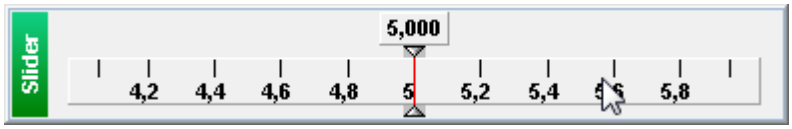


Рис. 27. Диапазон значений ползунка изменен

3.1. Главное меню

Главное меню (см. Рисунок ниже) расположено в Главном окне Nova SPM и содержит следующие выпадающие меню:

- **View** (см. стр. 21);
- **Tools** (см. стр. 21);
- **Help** (см. стр. 21).

Рис. 28. Главное меню программы Nova SPM

3.1.1. Меню View

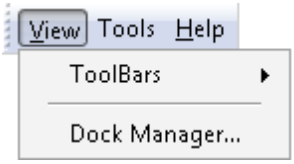


Рис. 29. Меню **View**

Меню **View** содержит следующие пункты:

ToolBars – открывает подменю, содержащее список всех доступных панелей Nova SPMВозле названий панелей, отображаемых в данный момент в Главном окне программы, установлены флажки. Чтобы отобразить/скрыть панель, установите/снимите флажок в строке с названием панели;

Dock Manager – открывает окно **BaseOptionsForm** (см. стр. 22), позволяющее выбрать способ отображения окон программы Nova SPM.

Команды меню ToolBars

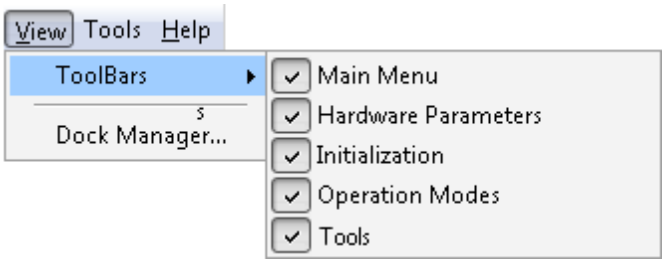


Рис. 30. Меню ***ToolBars***

ПРИМЕЧАНИЕ. Набор панелей в списке меню ***ToolBars*** *зависит от конфигурации прибора.*

Табл. 1. Набор панелей списка меню **ToolBars**

Название панели	Описание
Main Menu	Отображает/скрывает панель Главного меню (см. стр. 21).
Hardware Parameters	Отображает/скрывает Панель основных параметров (см. стр. 35).
Initialization	Отображает/скрывает Панель инициализации (см. стр. 66).
Operation Modes	Отображает/скрывает Панель основных операций (см. стр. 18).
Tools	Отображает/скрывает Панель дополнительных операций (см. стр. 18).

Окно BaseOptionForm

В программе Nova SPM реализована возможность настройки способа отображения основных окон программы. Окна программы могут отображаться либо в отдельных окнах, либо в Главном окне программы.

Настройка способа отображения окон программы проводится в окне **BaseOptionForm** (см. Рисунок ниже). Данное окно открывается из Главного меню выбором команды **View** → **Dock Manager**.

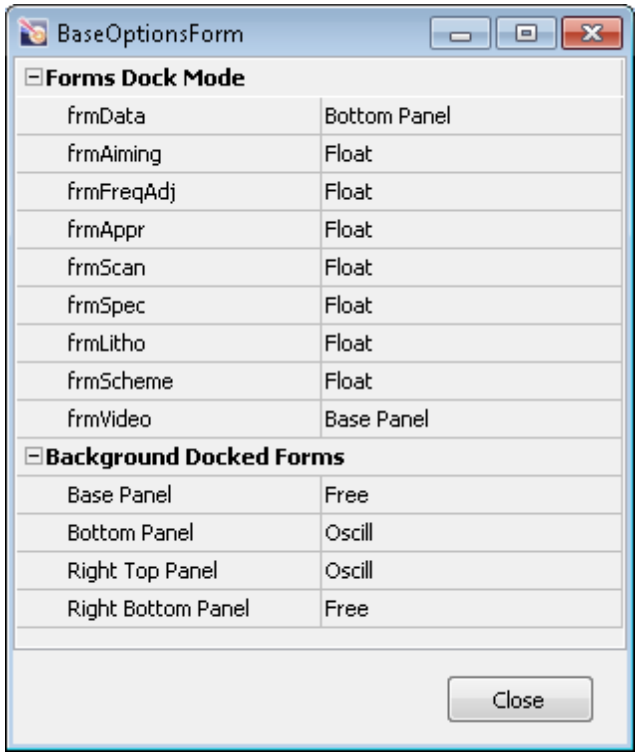


Рис. 31. Окно **BaseOptionForm**

Для удобства проведения измерений, Главное окно программы разделено на четыре области (см. Рисунок ниже). С помощью элементов окна **BaseOptionForm**

(см. Рисунок выше) можно выбирать окна программы, которые будут открываться в областях Главного окна. Одновременно в Главном окне может отображаться до четырех окон программы.

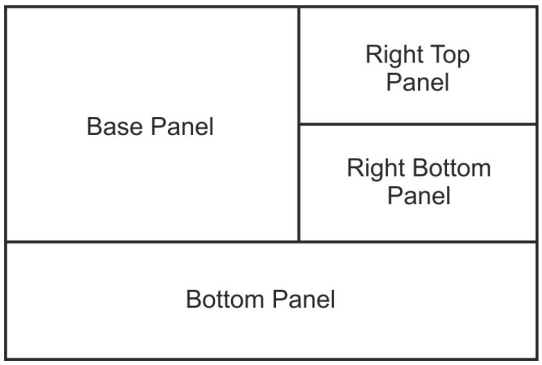


Рис. 32. Области Главного окна программы

Окно **BaseOptionForm** (см. Рисунок выше) сдержит две группы параметров:

- **Forms Dock Mode** – содержит названия всех окон программы, открываемых с помощью кнопок, расположенных либо на Панели основных операций (см. стр. 18), либо на Панели дополнительных операций (см. стр. 18). Для каждого окна можно выбрать один из двух способов отображения:
  - **Float** – окно будет отображаться в отдельном окне программы;
  - **Base Panel**, **Bottom Panel**, **Right Top Panel**, **Right Bottom Panel** – окно будет отображаться в выбранной области Главного окна программы (см. Рисунок выше),
- **Background Docked Forms** – позволяет выбирать области Главного окна программы, в которых после нажатия кнопки Панели основных параметров (см. стр. 35) будут отображаться программные осциллографы. Для отображения осциллографа, в списке, расположенном напротив названия выбранной области, следует выбрать пункт **Oscill**.

*ПРИМЕЧАНИЕ. Программный осциллограф будет отображаться в Главном окне после нажатия кнопки только в том случае, если область, выбранная для отображения осциллографа, не задана в группе параметров **Forms Dock Mode**, в качестве области для отображения какого либо из окон программы.*

3.1.2. Меню Tools

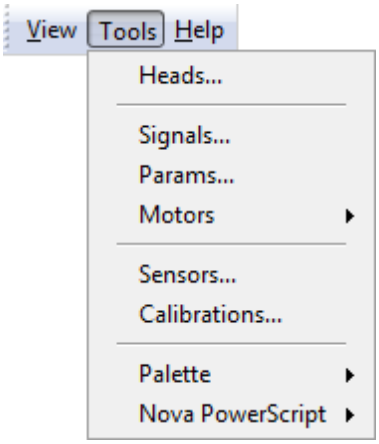


Рис. 33. Меню **Tools**

Табл. 2. Команды меню **Tools**

Команда меню	Описание
Heads	Открывает окно выбора измерительной головки. По результатам выбора программа будет сконфигурирована для работы с данной головкой – в меню будут оставлены только методики, подходящие для работы с выбранной измерительной головкой, неиспользуемые элементы управления скрываются.
Signals	Открывает окно **Signal Select** (см. стр. 25), предназначенное для выбора списка сигналов, доступных для исследования в окнах Nova SPM.
Params	Открывает окно **Device Parameters**, позволяющее изменять состояние переключателей и узлов контроллера. *ПРИМЕЧАНИЕ. Не изменяйте значения параметров в окне **Device Parameters** без полной уверенности в своих действиях.*
Motors	Открывает подменю для проведения калибровки шаговых двигателей прибора, а также для настройки системы регистрации изгибов кантилевера. Содержание меню может меняться в зависимости от используемого оборудования. **Video Calibration** – открывает окно **Video calibration**, предназначенное для калибровки видеомикроскопа, а также задания параметров настройки системы регистрации по видеоизображению.

Команда меню	Описание
	Laser-Diode Scanning – открывает окно **Laser-Diode Scanning**, предназначенное для настройки системы регистрации. **Motor Calibration** – открывает окно **Motor Calibration**, предназначенное для калибровки шаговых двигателей прибора; **Motor Params** – открывает окно **Motor Params**, предназначенное для изменения значений характеристик шаговых двигателей прибора. **Multi Scan** – открывает окно **Multi Scan** для сканирования областей, размеры которых превышают максимальную область сканирования сканера.
Sensors	Открывает окно **Sensors Adjuster** (см. стр. 27), предназначенное для контроля состояния и подстройки емкостных датчиков перемещения.
Calibration	Открывает окно **Calibration** (см. стр. 30), предназначенное для задания калибровочных коэффициентов сканера.
Palette	Открывает подменю для работы с цветовой палитрой. Данное подменю содержит следующие пункты: **Default Palette** – открывает диалоговое окно загрузки цветовой палитры для текущего фрейма; Цветовые палитры хранятся в файлах с расширением ***.pal**.
Nova PowerScript	Открывает подменю работы со скриптами. Данное подменю содержит следующие пункты: **Scripts** – открывает список скриптов; **Nova PowerScript Editor** – открывает встроенный в программу редактор скриптов;

3.1.2.1. Настройка списка исследуемых сигналов

В окнах программы Nova SPM, таких как: программный осциллограф, окно сканирования и т.д., существует возможность исследования различных сигналов. Для удобства проведения измерений можно ограничить набор доступных для исследования сигналов. Список сигналов задается в окне **Signal Select** (см. Рисунок ниже), открывающееся из Главного меню (см. стр. 21) выбором команды **Tools → Signals**.

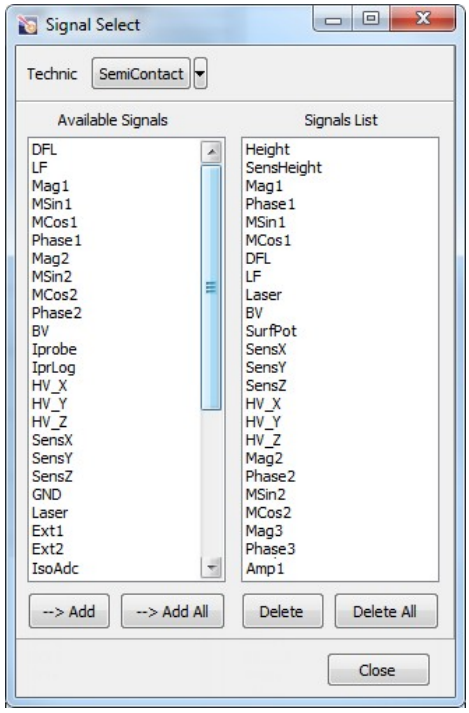


Рис. 34. Окно **Signal Select**

Табл. 3. Элементы окна **Signal Select**

Элемент окна	Описание
Technic	Позволяет выбрать методику, для которой будет задаваться список сигналов, доступных для исследования. Данный список выбора продублирован на Панели основных параметров (см. стр. 35).
Available Signals	Список всех сигналов.
Signals List	Список сигналов, доступных для исследования.
Add	Добавляет сигналы, выбранные из списка **Available Signals**, в список сигналов **Signals List**.
Add All	Добавляет все сигналы из списка **Available Signals** в список **Signals List**.
Delete	Удаляет сигналы, выбранные в списке **Signals List**.
Delete All	Удаляет все сигналы из списка **Signals List**.
Close	Закрывает окно **Signal Select** с сохранением всех проведенных изменений.

3.1.2.2. Контроль состояния и подстройка емкостных датчиков перемещения

Контроль состояния, а также подстройка датчиков перемещения осуществляется с помощью элементов окна **Sensors Adjuster** (см. Рисунок ниже). Данное окно открывается из Главного меню (см. стр. 21) выбором команды **Tools** → **Sensors**.

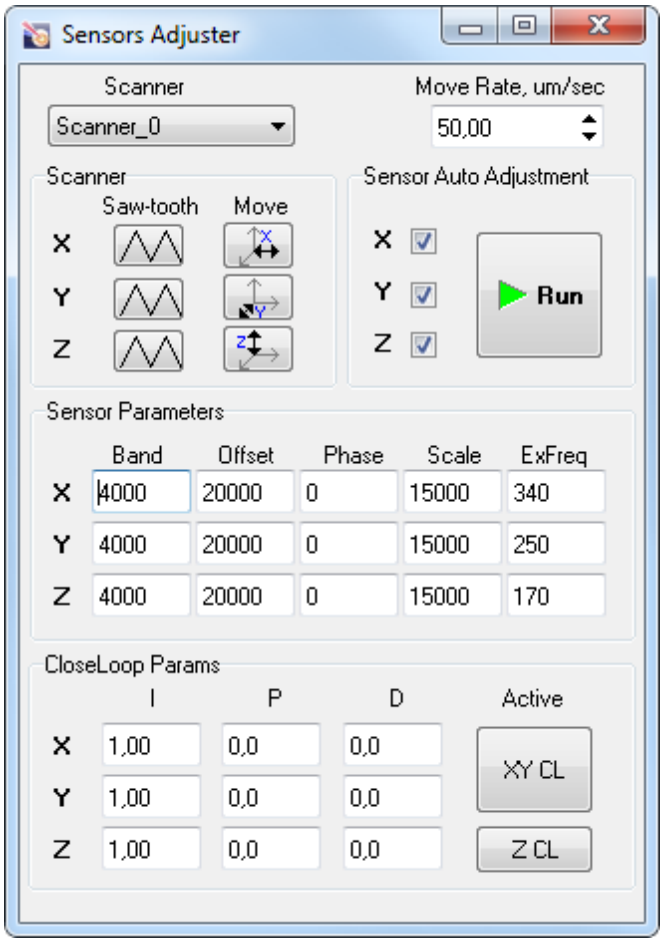


Рис. 35. Окно **Sensors Adjuster**

ВНИМАНИЕ! При подстройке датчиков перемещения зонд должен быть отведен от поверхности образца, обратная связь по X, Y, Z датчикам перемещения должна быть отключена.

Табл. 4. Элементы окна **Sensors Adjustment**

Элемент окна	Описание
Scanner	Позволяет выбрать сканер, для которого будет производиться подстройка датчиков перемещения.
Move Rate	Позволяет задать скорость перемещения сканера.

Элемент окна	Описание
Панель **Scanner**	Панель управления X-, Y-, Z-секциями сканера. **Saw-tooth** – подача напряжения треугольной формы на X-, Y- либо Z-секцию сканера. Для подачи напряжения нажмите кнопку , соответствующую нужной секции сканера. **ВНИМАНИЕ! При подаче напряжение на X-, Y- либо Z–секцию сканера цепь обратной связи должна быть разомкнута.** **Move** – управление секциями сканера. Положение сканера по оси X,Y, Z задается с помощью ползунка, появляющегося после щелчка на соответствующей кнопке , , .
Панель **Sensor Auto Adjustment**	Панель автоматической подстройки датчиков перемещения. Установкой флажков X, Y, Z указываются секции сканера, для которых будет осуществлена автоматическая подстройка датчиков перемещения. Запуск подстройки датчиков осуществляется кнопкой . В процессе подстройки кнопка**Run** переходит в состояние . По окончании процесса подстройки кнопка **Stop** возвращается в исходное состояние **Run**. Для остановки процесса подстройки щелкните на кнопке **Stop**.
Панель **Sensor Parameters**	Панель параметров датчиков перемещения. Значения параметров загружаются из файла параметров сканера при запуске программы управления, либо при загрузке par-файла, и изменяются в процессе автоматической подстройки датчиков. При подстройке, значения параметров подбираются таким образом, чтобы сигнал с датчика менялся в заданных пределах.

Элемент окна	Описание
	Band – определяет полосу сигнала с датчика. Действует как фильтр низких частот первого порядка; **Offset** – сдвигает диапазон изменения сигнала с датчика в положительную или отрицательную область; **Phase** – значения установлены производителем для Вашего прибора. Не рекомендуется менять их без полной уверенности в своих действиях; **Scale** – определяет диапазон изменения сигнала с датчика при данных границах изменения зазора между обкладками конденсатора; **ExFreq** – значения установлены производителем для Вашего прибора. Не рекомендуется менять их без полной уверенности в своих действиях.
Панель **CloseLoop Params**	**P** – пропорциональный коэффициент цепи обратной связи; **I** – интегральный коэффициент цепи обратной связи; **D** – дифференциальный коэффициент цепи обратной связи. **XY CL** – замыкает/размыкает цепь обратной связи по осям X, Y; **Z CL** – замыкает/размыкает цепь обратной связи по оси Z.

3.1.2.3. *Калибровочные коэффициенты сканера*

Изменение калибровочных коэффициентов сканера осуществляется в окне **Calibrations** (см. Рисунок ниже). Данное окно открывается из Главного меню (см. стр. 21) выбором команды **Tools** → **Calibrations**.

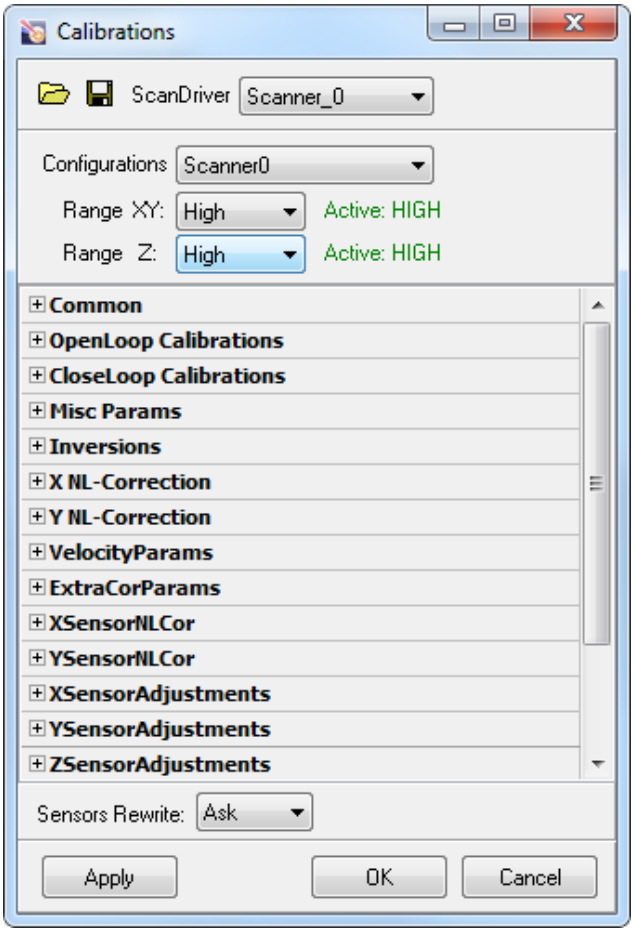


Рис. 36. Окно **Calibrations**

Калибровочные коэффициенты сканера хранятся в par-файлах в папке ParFiles установочного каталога программы Nova SPM. Каждый par-файл содержит калибровочные коэффициенты для двух режимов работы сканера: **Hight** (режим "высокого напряжения") и **Low** (режим "низкого напряжения"). В окне **Calibrations** отображаются калибровочные коэффициенты для выбранного из раскрывающегося списка **Range** (см. Рисунок выше) режима работы сканера.

Табл. 5. Элементы окна **Calibrations**

Элемент окна	Описание
	Открывает диалоговое окно для загрузки калибровочных коэффициентов сканера из par-файла.

Элемент окна	Описание
	Открывает диалоговое окно для сохранения калибровочных коэффициентов сканера в par-файл.
ScanDriver	Позволяет выбрать тип используемого сканера.
Configurations	Позволяет выбрать par-файл для загрузки калибровочных коэффициентов сканера.
Range XY	Позволяет выбрать режим работы сканера, для которого в окне **Calibration** будут отображаться калибровочные коэффициенты: **High** – режим «**высокого напряжения**» – в этом случае максимальная область сканирования составляет около 100 х 100 мкм. Сканирование производится с обратной связью по XY; **Low** – режим «**низкого напряжения**» – в этом случае максимальная область сканирования уменьшается в 30 раз. В процессе сканирования, для уменьшения шумов, обратная связь по емкостным датчикам XY должна быть отключена.
Range Z	**High** – режим «**высокого напряжения**» – в этом случае степень выдвижения сканера максимальна (весь диапазон выдвижения в зависимости от модели сканера); **Low** – режим «**низкого напряжения**» – в этом случае степень выдвижения сканера уменьшается в 2 раза.
Active	После выбора режима работы сканера из списка **Range**, в окне **Calibration** отображаются калибровочные коэффициенты для выбранного режима, при этом сканер не переключатся в выбранный режим. Если строка **Active** отображается зеленым цветом, это означает, что сканер находится в том же режиме работы, для которого в окне **Calibration** отображаются калибровочные коэффициенты. Если строка **Active** отображается красным цветом, это означает, что сканер находится в одном режиме работы, а калибровочные коэффициенты отображаются в окне **Calibration** для другого режима работы. Чтобы переключить сканер в режим работы, для которого отображаются калибровочные коэффициенты, следует нажать кнопку **Apply**, расположенную в нижней части окна **Calibrations**. После переключения режима работы строка **Active** будет отображаться зеленым цветом.

Элемент окна	Описание
Sensors Rewrite	Значения параметров датчиков перемещения в программе Nova SPM отображаются в группах параметров **XSensor Adjustments**, **YSensor Adjustments**, **ZSensor Adjustments** окна **Calibrations**. Для удобства проведения измерений параметры датчиков продублированы в окне **Sensor Adjuster** (см. стр. 27). Пользователь может менять параметры датчиков перемещения как в окне **Calibration**, так и в окне **Sensor Adjuster** (см. стр. 27). Список **Sensors Change**, расположенный в нижней части окна **Calibration**, позволяет выбирать способ сохранения параметров датчиков: • **Ask** – если были внесены изменения в параметры датчиков перемещения в окне **Calibrations**, то для сохранения внесенных изменений следует нажать кнопку **Apply**, расположенную в нижней части окна **Calibrations**. В результате появится окно сообщения (см. Рисунок ниже), в котором требуется указать способ сохранения данных. **Yes** – сохраняет заданные параметры, при этом параметры датчиков, отображаемые в окне **Sensor Adjuster** (см. стр. 27) изменятся на параметры, заданные в окне **Calibrations**. **No** – сохраняет заданные параметры, при этом параметры датчиков, отображаемые в окне **Sensor Adjuster** (см. стр. 27) останутся без изменений. • **Apply** – если были внесены изменения в параметры датчиков перемещения в окне **Calibrations**, то для сохранения внесенных изменений следует нажать кнопку **Apply**, расположенную в нижней части окна **Calibrations**. При этом параметры датчиков, отображаемые в окне **Sensor Adjuster** (см. стр. 27) автоматически изменятся на параметры, заданные в окне **Calibrations**. • **Hold** – после нажатия на кнопку **OK**, расположенную в нижней части окна **Calibrations**, параметры датчиков, отображаемые в окне **Calibrations**, заменятся на параметры, заданные в окне **Sensor Adjuster** (см. стр. 27).
Apply	Сохраняет все настройки, заданные в окне **Calibrations**.
OK	Закрывает окно **Calibrations** с сохранением всех внесенных изменений.

Окно **Calibrations** содержит группу параметров **OpenLoopCalibrations**, содержащую калибровочные коэффициенты сканера без датчиков, а также группу параметров **CloseLoopCalibrations**, содержащую калибровочные коэффициенты сканера с датчиками.

Табл. 6. Параметры окна **Calibrations**

Параметр	Описание
XScale	Калибровочный коэффициент сканера по оси X.
YScale	Калибровочный коэффициент сканера по оси Y.
ZScale	Калибровочный коэффициент сканера по оси Z.
XRange	Диапазон сканирования сканера по оси X.
YRange	Диапазон сканирования сканера по оси Y.
ZRange	Диапазон сканирования сканера по оси Z.

ПРИМЕЧАНИЕ. Калибровочный коэффициент и диапазон сканирования сканера по каждой оси связаны следующим соотношением: ***D=D1*k****, где* ***D*** *– реальный диапазон сканирования сканера,* ***D1*** *– измеренное значение диапазона сканирования сканера,* ***k*** *– калибровочный коэффициент сканера. Поэтому, при изменении калибровочных коэффициентов, будет изменяться значение диапазона сканирования по соответствующей оси.*

3.1.2.4. Характеристики шаговых двигателей

Таблица, содержащая список всех шаговых двигателей прибора, а также их характеристики, расположена в окне **Motor Params** (см. Рисунок ниже). При необходимости в данном окне можно изменять значения характеристик шаговых двигателей прибора.

Окно **Motor Params** открывается из Главного меню (см.стр. 21) программы управления (**Tools** → **Motors** → **Motor Params**).

ПРИМЕЧАНИЕ. Набор шаговых двигателей, отображаемый в окне **Motor Params** *, зависит от конфигурации используемого оборудования.*

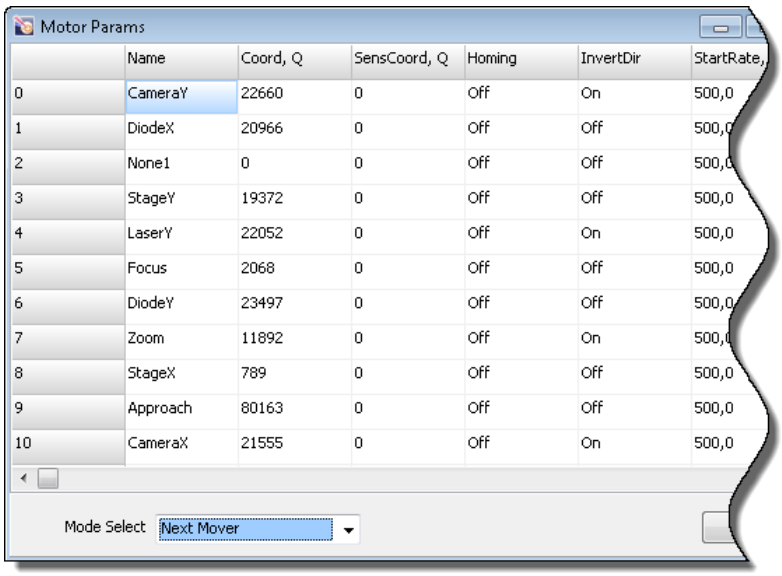


Рис. 37. Окно **Motor Params**

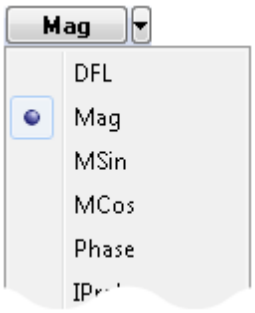
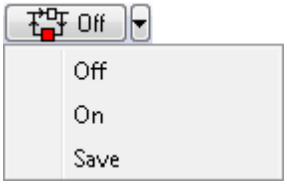
3.2. Основные параметры

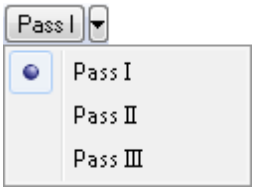
Для удобства проведения измерений в Главном окне Nova SPM расположена Панель основных параметров, содержащая ряд наиболее часто используемых элементов управления (см. Рисунок ниже). На Панели основных параметров продублированы некоторые элементы, расположенные в окнах Nova SPM.

Рис. 39. Панель основных параметров

Табл. 8. Элементы Панели основных параметров

Элемент панели	Описание
	Позволяет выбрать конфигурацию контроллера для группы методов: **SemiContact** – конфигурация для группы полуконтактных методов АСМ; **Contact** – конфигурация для группы контактных методов АСМ; **STM** – конфигурация для группы методов туннельной микроскопии; **Indentation** – конфигурация для проведения измерений с использованием пьезорезонансных зондовых датчиков камертонного типа; **Custom** – конфигурация контроллера настраивается пользователем. **Reset To** – позволяет восстановить основные параметры, заданные в программе Nova SPM по умолчанию. При выборе пункта **Reset To** открывается подменю, содержащее список всех конфигураций контроллера. При выборе конфигурации происходит переключение электронной схемы контроллера, а также автоматически устанавливаются основные параметры, заданные в программе управления по умолчанию. При выборе пунктов меню **SemiContact**, **Contact**, **STM** и **Indentation** происходит переключение электронной схемы контроллера, а также автоматически задаются

Элемент панели	Описание
	основные параметры, соответствующие выбранной конфигурации. При выборе пункта меню **Custom** задание основных параметров работы прибора производится вручную. Если в процессе работы в выбранной конфигурации производились изменения в блок-схеме прибора (см. стр. 127), то все внесенные изменения сохраняются автоматически. В дальнейшем при выборе конфигурации контроллера, переключение электронной схемы, а также задание параметров осуществляется со всеми изменениями, проводимыми ранее в блок-схеме прибора (см. стр. 127).
	Включает/выключает лазер системы регистрации.
	Позволяет задать входной сигнал цепи обратной связи.
	Позволяет задать рабочую точку (параметр**SetPoint**). В процессе работы цепь обратной связи поддерживает значение поданного на ее вход сигнала равным параметру **SetPoint**. Разность между величиной **SetPoint** и уровнем входного сигнала разомкнутой цепи обратной связи определяет величину взаимодействия острия зонда и поверхности образца.
	Замыкает/размыкает цепь обратной связи по оси Z: **Off** – размыкает цепь обратной связи. При этом Z-сканер полностью втягивается; **On** – замыкает цепь обратной связи. При этом сканер будет выдвинут на такое расстояние, чтобы сигнал на входе цепи обратной связи был равен заданному значению **SetPoint**; **Save** – отключает обратную связь, но при этом положение сканера по оси Z фиксируется на последнем значении.

Элемент панели	Описание
	Позволяет задать коэффициент усиления сигнала, поданного на вход цепи обратной связи.
	Индикатор удлинения сканера. Степень удлинения сканера характеризуется длиной цветной полосы.
	Позволяет выбрать номер прохода, параметры которого будут отображаться на Панели основных параметров: *ПРИМЕЧАНИЕ. Выбор номера прохода используется только при работе по многопроходным методикам.* **Pass I** – первый проход; **Pass II** – второй проход; **Pass III** – третий проход.
	Включает/выключает обратную связь по X, Y датчикам положения сканера.
	Величина постоянной составляющей напряжения, подаваемого либо на зонд, либо на образец в зависимости от используемой методики проведения измерений.
	Включает режим отображения программных осциллографов в Главном окне программы. Параметры отображения программных осциллографов задаются в группе параметров **Background Docked Forms** окна **Base OptionsForm** (см. стр. 22).

3.3. Работа с данными

В программе Nova SPM существуют данные следующих типов:

- одномерные данные (см. стр. 38) (данные измерений одномерных зависимостей, сечения двумерных данных и т.д.);
- двумерные данные (см. стр. 50) (сканированные изображения, шаблоны литографии, сечения трехмерных данных и т.д.);
- текстовые данные (комментарии к экспериментам и другие записи).

3.3.1. Одномерные данные

Одномерные данные отображаются в программе Nova SPM в областях отображения одномерных данных (см. Рисунок ниже). В верхней части области отображения расположена Панель инструментов (см. стр. 39), предназначенная для работы с получаемыми одномерными данными.

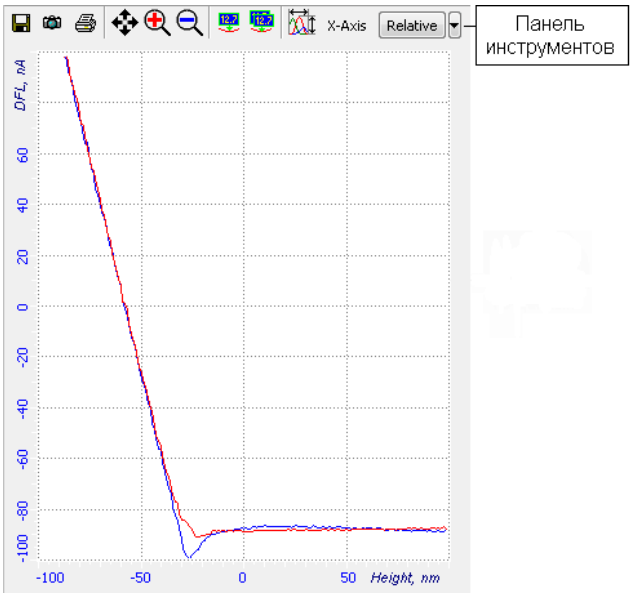


Рис. 40. Область отображения одномерных данных

В области отображения одномерных данных существует возможность изменения диапазона осей или масштаба, а также настройки интерфейса области отображения (см. стр. 43).

Чтобы сдвинуть график по оси X или Y, наведите курсор мыши на нужную ось. При наведении курсора шкала подсвечивается голубым цветом. Далее нажмите и удерживайте левую клавишу мыши, передвигая курсор сдвиньте график вдоль выбранной оси.

Для изменения диапазона по оси X или Y, наведите курсор мыши на нужную ось. При наведении курсора шкала подсвечивается голубым цветом. Нажмите и удерживайте клавишу <Ctrl> и левую клавишу мыши, передвигая курсор, выберите новый диапазон значений оси.

Для изменения масштаба оси X или Y в области отображения одномерных данных нажмите и удерживайте клавишу <Shift> и левую клавишу мыши, передвигая курсор, выберите новый масштаб оси.

Для изменения размера области отображения одномерных данных нажмите и удерживайте клавишу <Ctrl> и левую клавишу мыши в любом месте области отображения. Передвигая курсор задайте новый размер области отображения одномерных данных.

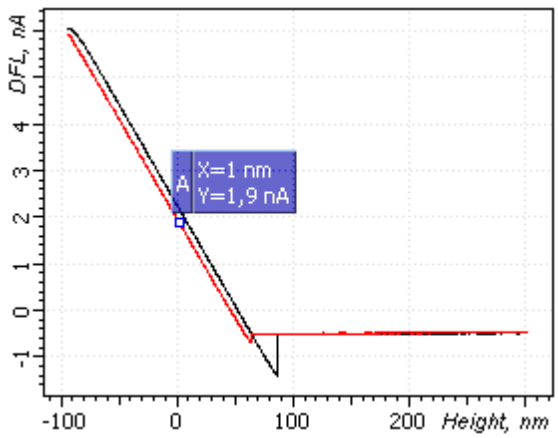
3.3.1.1. Панель инструментов одномерных данных

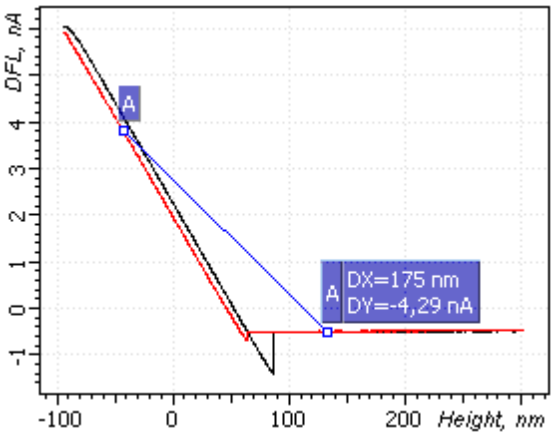
Рис. 41. Панель инструментов одномерных данных

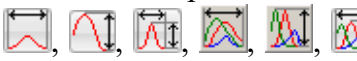
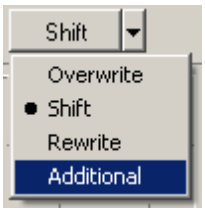
Набор кнопок Панели инструментов одномерных данных может варьироваться в зависимости от того, в каком окне расположена панель. Ниже приведено описание всех кнопок, встречающихся на Панелях инструментов одномерных данных.

Табл. 9. Кнопки Панели инструментов одномерных данных

Кнопка	Описание
Save	Сохраняет данные из текущего фрейма в виде отдельного файла в текстовом формате.
Store 1D Data	Сохраняет данные в виде нового фрейма, присоединенного к текущему файлу данных.
Save 1D Image	Сохраняет текущий фрейм в виде отдельного графического файла с расширением ***.bmp** или ***.jpg**.
Print 1D Image	Печатает содержимое области отображения 1D-данных или изображения данного фрейма.
Move Visible Area	Позволяет перемещать видимую область. Перемещение осуществляется с помощью мыши.
Zoom In	Увеличивает выбранную область графика. После нажатия кнопки следует выбрать область графика, щелкнув мышью на нужном месте, либо выделить выбранную область с помощью мыши. Отключается повторным нажатием кнопки .

Zoom Out	Уменьшает выбранную область графика. После щелчка на кнопке происходит уменьшение ранее увеличенной области.
Markers	**Одиночный маркер**. Предназначен для отображения значения координат точки, в которой он установлен. Чтобы установить маркер, щелкните мышью в нужном месте графика. Добавление еще одного маркера осуществляется щелчком мыши с нажатой клавишей <Ctrl>. Перемещение маркера осуществляется при помощи клавиш <←>, <→> или мыши. Для удаления маркера следует щелкнуть на нем левой кнопкой мыши при одновременно нажатых клавишах <Ctrl> и <Shift>, либо нажать клавишу <Del> (при этом кнопка должна быть нажата). Рядом с названием маркера отображаются значения **X** и **Y** координат маркера (см. Рисунок ниже).  Рис. 42. Одиночный маркер
Pair Markers	**Двойной маркер**. Предназначен для отображения расстояния между двумя маркерами. Задание прямой, на концах которой расположены маркеры, осуществляется с помощью мыши. Для задания прямой щелкните мышью в нужном месте графика, удерживая левую клавишу мыши проведите прямую. Добавление еще одного маркера осуществляется с нажатой клавишей <Ctrl>. Перемещение маркеров осуществляется при помощи клавиш <←>, <→> или мыши. Для удаления двойного маркера следует щелкнуть на нем левой кнопкой мыши при одновременно нажатых клавишах <Ctrl> и <Shift>, либо нажать клавишу <Del> (при этом кнопка должна быть нажата). Рядом с названием маркера отображаются следующие значения (см. Рисунок ниже):

	DX – значение разности X-координат пары маркеров; **DY** – значение разности Y-координат пары маркеров. 
Fit Active Graph Width to Visible Area	Устанавливает масштаб по оси X таким образом, чтобы график активного сигнала занимал по ширине всю область отображения одномерных данных.
Fit Active Graph Height to Visible Area	Устанавливает масштаб по оси Y таким образом, чтобы график активного сигнала занимал по высоте всю область отображения одномерных данных.
Fit Active Graph to Visible Area	Устанавливает масштаб по осям X, Y таким образом, чтобы график активного сигнала занимал по ширине и высоте всю область отображения одномерных данных.
Fit All Graphs Width to Visible Area	Устанавливает масштаб по оси X таким образом, чтобы графики всех отображаемых сигналов занимали по ширине всю область отображения одномерных данных.
Fit All Graphs Height to Visible Area	Устанавливает масштаб по оси Y таким образом, чтобы графики всех отображаемых сигналов занимали по высоте всю область отображения одномерных данных.
Fit All Graphs to Visible Area	Устанавливает масштаб по осям таким образом, чтобы все графики помещались в области отображения одномерных данных.
Fit Active Graph Y–Zero level to Visible Area	Устанавливает масштаб по оси Y таким образом, чтобы нулевой уровень активного сигнала попадал в отображаемую, по оси Y, область значений и одновременно график активного сигнала занимал по высоте всю рабочую часть области отображения одномерных данных.

	Запускает построение графиков всех отображаемых сигналов сначала.
	Включение автоматического масштабирования графиков, отображаемых в области одномерных данных. Если кнопка нажата, масштаб осей графика подбирается в соответствии с заданными параметрами в режиме реального времени. Параметры масштабирования задаются следующими кнопками:  .
Settings	Открывает диалоговое окно **Settings Dialog** (см. стр. 43), предназначенное для задания параметров интерфейса области отображения одномерных данных (шкал осей, шрифтов, заголовков, линий и т.д.).
Start/Stop Oscillograph	Запускает/останавливает построение графика.
	Позволяет задать период построения графика.
	Позволяет выбрать способ отображения графика. **Overwrite** – после того, как достигнут конец периода построения графика, сигнал нового периода начинает отображаться с нуля, а старые значения исчезают по мере наложения новых значений. **Shift** – после того, как достигнут конец периода построения графика, график постепенно смещается в сторону нуля по мере отображения новых значений. **Rewrite** – после того, как достигнут конец периода построения графика, график стирается и следующий период рисуется с нуля. **Additional** – отображается зависимость за все время измерений.

3.3.1.2. Настройка интерфейса одномерных данных

Настройка интерфейса одномерных данных осуществляется в окне **Settings Dialog** (см. Рисунок ниже). Окно **Settings Dialog** открывается кнопкой , расположенной на Панели инструментов одномерных данных (см. стр. 39).

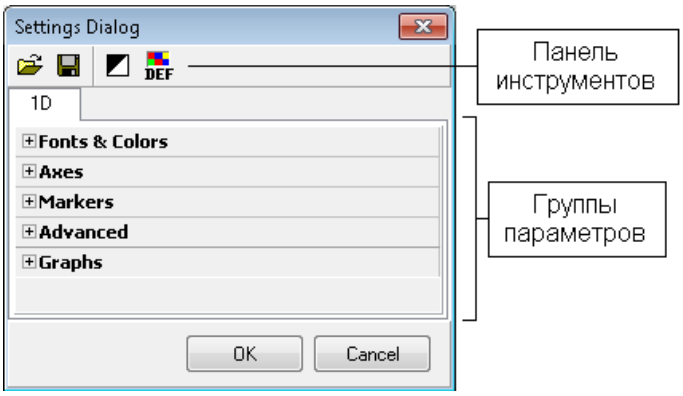
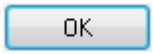


Рис. 43. Окно **Settings Dialog**

Табл. 10. Элементы панели инструментов окна **Settings Dialog**

Кнопка	Описание
Load settings	Загружает настройки из файла с расширением ***.cfg**.
Save Settings	Сохраняет текущие настройки в виде отдельного файла с расширением ***.cfg**.
Black and White	Устанавливает черно-белую цветовую палитру.
Default color settings	Устанавливает цветовую палитру, используемую по умолчанию.
	Сохраняет заданные значения параметров в качестве загружаемых по умолчанию и закрывает окно **Settings Dialog**
	Закрывает окно **Settings Dialog** без сохранения внесенных изменений.

Параметры, задаваемые в диалоговом окне **Settings Dialog**, разделены на следующие группы:

- Fonts & Colors (см. стр. 44) – настройка шрифтов и цвета элементов интерфейса;
- Axes (см. стр. 45) – настройка отображения осей графиков;
- Markers (см. стр. 47) – настройка отображения маркеров;
- Advanced (см. стр. 48) – параметры отображения линий сетки и параметры отображения гистограммы;
- Graphs (см. стр. 49) – параметры отображения графиков.

Группа параметров Fonts & Colors

Группа **Fonts & Colors** предназначена для настройки шрифтов и цвета различных элементов интерфейса.

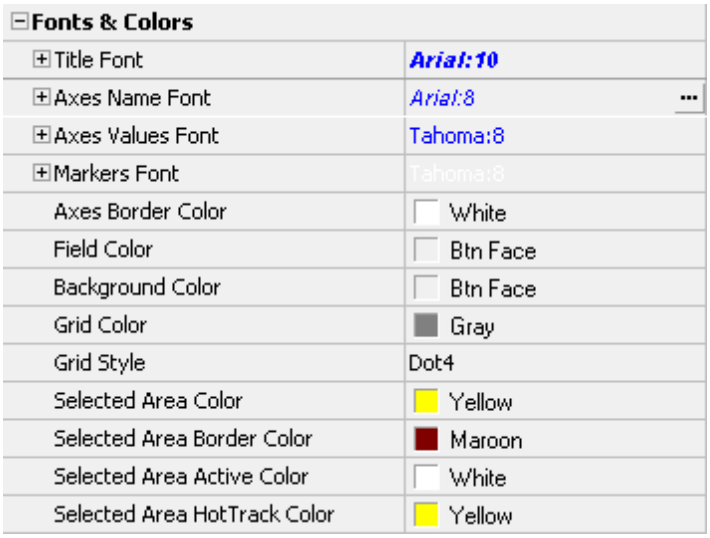


Рис. 44. Группа параметров **Fonts & Colors**

Табл. 11. Параметры группы **Fonts & Colors**

Параметр	Описание
Title Font	Шрифт заголовка графика. Позволяет изменить стиль, размер, цвет и тип шрифта.
Axes Name Font	Шрифт заголовков осей графика. Позволяет изменить стиль, размер, цвет и тип шрифта.
Axes Values Font	Шрифт значений осей графика. Позволяет изменить стиль, размер, цвет и тип шрифта.

Параметр	Описание
Markers Font	Шрифт маркеров графика. Позволяет изменить стиль, размер, цвет и тип шрифта.
Axes Border Color	Цвет осей графика.
Field Color	Цвет области отображения графика.
Background Color	Цвет фона осей графика.
Grid Color	Цвет сетки.
Grid Style	Начертание сетки.

Группа параметров Axes

Группа **Axes** предназначена для настройки параметров отображения осей графиков.

Рис. 45. Группа параметров **Axes**

Табл. 12. Параметры группы **Axes**

Параметр	Описание
X Relative Coordinates	Выбор относительного или абсолютного представления данных по оси X. При относительном представлении за начало отсчета оси принимается минимальное значение по

Параметр	Описание
	оси X.
Y Relative Coordinates	Выбор относительного или абсолютного представления данных по оси Y. При относительном представлении за начало отсчета оси принимается минимальное значение по оси Y.
X Values Orientation	Выбор ориентации значений и заголовка оси X. Возможные значения 0, 90, 180 и 270 градусов.
Y Values Orientation	Выбор ориентации значений и заголовка оси Y. Возможные значения 0, 90, 180 и 270 градусов.
X Values Formatted	Форматирование значений и заголовка оси X.
Y Values Formatted	Форматирование значений и заголовка оси Y.
X Unit	Выбор единиц измерения по оси X. Возможные значения: **Auto** – автоматический выбор, **Original** – единицы измерения данных, **Angstrom**, **nm**, **µm**, **mm**, **m**.
Y Unit	Выбор единиц измерения по оси Y. Возможные значения: **Auto** – автоматический выбор, **Original** – единицы измерения данных, **Angstrom**, **nm**, **µm**, **mm**, **m**.
Put X Name on axis line	Выбор положения подписи к оси X. При установленном флажке подпись к оси X расположена вместо последней подписи метки деления, при снятом флажке – параллельно оси X с центрированием по середине оси.
Put Y Name on axis line	Выбор положения подписи к оси Y. При установленном флажке подпись к оси Y расположена вместо последней подписи метки деления, при снятом флажке – параллельно оси Y с центрированием по середине оси.
Hide X Name	Включает/выключает отображение заголовка оси X.
Hide Y Name	Включает/выключает отображение заголовка оси Y.
Hide X Axis	Включает/выключает отображение оси X.
Hide Y Axis	Включает/выключает отображение оси Y.
Hide Title	Включает/выключает отображение заголовка.

Группа параметров Markers

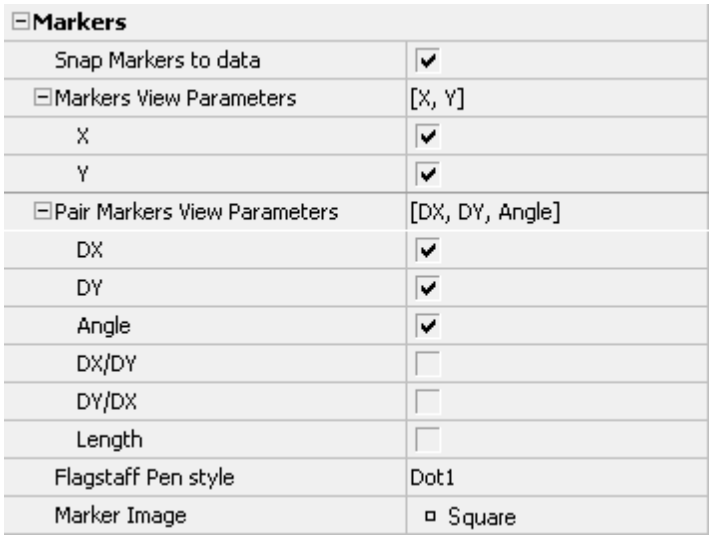


Рис. 46. Группа параметров **Markers**

Табл. 13. Параметры группы **Markers**

Параметр	Описание
Snap Markers to data	"Привязывает" маркер к точкам данных на графике. Если флажок установлен, маркер перемещается по точкам данных. Если флажок сброшен, маркер перемещается по линиям, соединяющим точки данных.
Markers View Parameters	Параметры, отображаемые на одиночном маркере: **X** – отображает значение X-координаты маркера; **Y** – отображает значение Y-координаты маркера.
Pair Markers View Parameters	Параметры, отображаемые на парном маркере: **DX** – разность X-координат маркеров (DX); **DY** – разность Y-координат маркеров (DY); **Angle** – arctg(DY/DX); **DX/DY** – DX/DY;

Параметр	Описание
	DY/DX – DY/DX; **Lenght** – расстояние между маркерами.
Flagstaff Pen Style	Позволяет выбрать тип линии, соединяющей маркер и его надпись.
Marker Image	Позволяет выбрать тип отображения маркера (в виде квадрата, круга, треугольника и т.д).

Группа параметров Advanced

В группе **Advanced** задаются параметры отображения линий сетки, а также параметры отображения графика в виде гистограммы.

*ПРИМЕЧАНИЕ. Для отображения графика в виде гистограммы в группе параметров **Graphs** в строке **Plot Type** должен быть выбран пункт **Histogram**.*

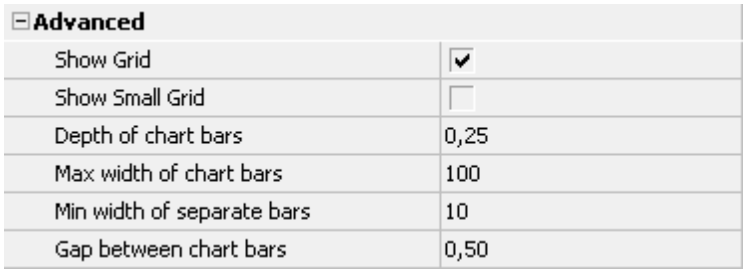


Рис. 47. Группа параметров **Advanced**

Табл. 14. Параметры группы **Advanced**

Параметр	Описание
Show Grid	Отображает/скрывает линии основной сетки.
Show Small Grid	Отображает/скрывает линии вспомогательной сетки.
Max width of chart bars	Максимальная ширина столбиков (в пикселях).
Min width of separate bars	Минимальная ширина столбика (в пикселях).
Gap between chart bars	Отношение расстояния между столбиками к их ширине (поддерживается только для ширины столбиков в диапазоне [**Min width**, **Max width**]).

Группа параметров Graphs

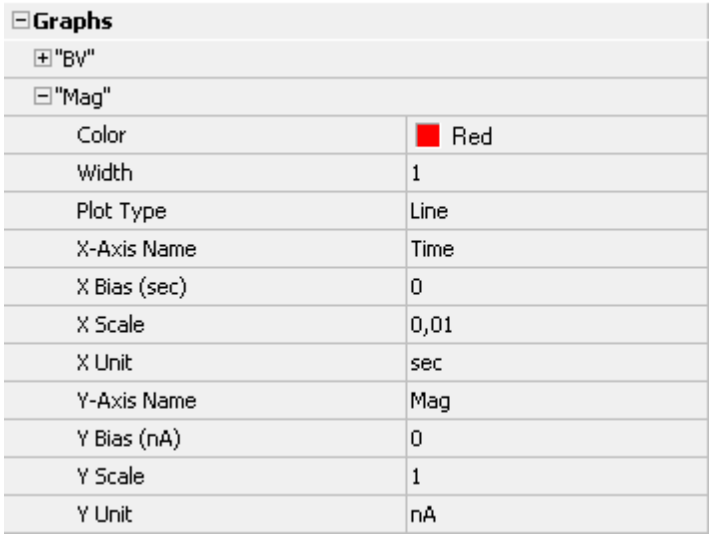


Рис. 48. Группа параметров **Graphs**

Группа **Graphs** позволяет задавать следующие параметры для каждого графика, отображаемого на панели одномерных данных.

Табл. 15. Параметры отображения графиков

Параметр	Описание
Color	Цвет линии графика.
Width	Толщина линии графика.
Plot Type	Тип графика. Возможные значения: **Line** (сглаженные линии без маркеров точек данных),**Point** (точечная диаграмма), **Histogram** (гистограмма).
X-Axis Name	Наименование оси X.
X Bias (sec)	Смещение данных по оси X.
X Scale	Коэффициент масштабирования по оси X.
X Unit	Единица измерения оси X.
Y-Axis Name	Наименование оси Y.
Y Bias (V)	Смещение данных по оси Y.

Параметр	Описание
Y Scale	Коэффициент масштабирования по оси Y.
Y Unit	Единица измерения оси Y.

3.3.2. Двумерные данные

Двумерные данные отображаются в программе Nova SPM в областях отображения двумерных данных (см. Рисунок ниже). В верхней части области отображения расположена Панель инструментов (см. стр. 50), предназначенная для работы с получаемыми двумерными данными.

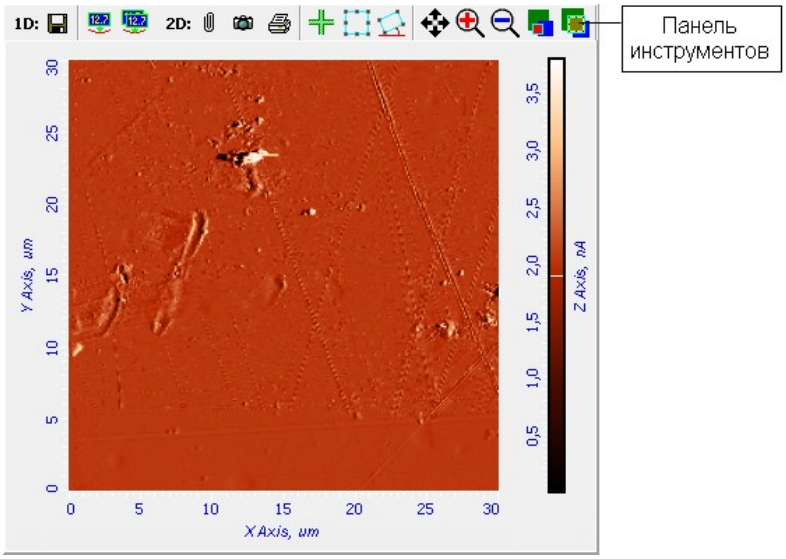


Рис. 49. Область отображения двумерных данных

В области отображения двумерных данных существует возможность настройки интерфейса области отображения (см. стр. 55).

3.3.2.1. Панель инструментов двумерных данных

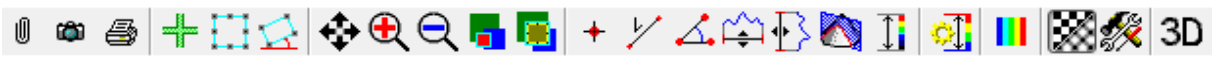


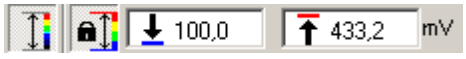
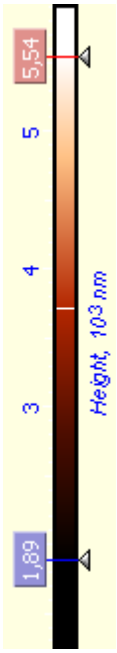
Рис. 50. Панель инструментов двумерных данных

Набор кнопок Панели инструментов двумерных данных может варьироваться в зависимости от того, в каком окне расположена панель. Ниже в таблице приведено описание всех кнопок панели инструментов двумерных данных.

Табл. 16. Кнопки Панели инструментов двумерных данных

Кнопка	Описание
	Открывает список сканированных изображений, полученных в текущем сеансе работы.
Store 2D Data	Прикрепляет выделенное сканированное изображение, с учетом всех произведенных преобразований, в виде отдельного фрейма к текущему файлу данных.
Save 2D Image	Открывает диалоговое окно для сохранения текущего фрейма в виде отдельного графического файла с расширением ***.bmp** или ***.jpg**.
Print 2D Image	Печатает текущий фрейм.
Move Probe	Позволяет перемещать зонд относительно поверхности образца. При перемещении маркера в пределах максимальной области сканирования, зонд перемещается относительно образца в реальном времени.
Select Scan Area	Позволяет задать область сканирования. После нажатия данной кнопки следует с помощью мыши в области отображения двумерных данных задать размер и расположение области сканирования.
Select Rotation Scan Area	Позволяет задать область сканирования. После нажатия данной кнопки следует с помощью мыши в области отображения двумерных данных задать размер, расположение и угол поворота области сканирования.
Move Visible Area	Позволяет перемещать видимую область с помощью мыши в пределах максимальной области сканирования.
Zoom In	Инструмент увеличения. После нажатия кнопки следует либо щелкнуть мышью в области отображения данных, либо выделить нужную область с помощью мыши. Отключается при повторном щелчке на кнопке.
Zoom Out	Инструмент уменьшения. После щелчка на кнопке происходит уменьшение ранее увеличенной области.

Кнопка	Описание
Fit Visible Area to Current Scan	Отображает текущий фрейм на всю область отображения двумерных данных.
Fit Visible Area to Maximal Scan Area	Отоброжает максимальную область сканирования на всю область двумерных данных.
"Point" Instrument	Определяет координаты точки. После нажатия на кнопку следует щелкнуть мышью в нужной точке области отображения данных. Координаты (x, y, z) текущей точки будут отображаться в области отображения данных. Для определения координат еще одной точки проделайте описанную выше операцию при нажатой клавише <Ctrl>.
"Length" Instrument	Измеряет расстояние между точками. После нажатия на кнопку следует щелкнуть мышью в первой точке области отображения данных. Удерживая нажатой левую клавишу мыши изменяйте расстояние между точками. Значение расстояния между точками будет отображаться в области отображения данных. Для определения расстояния между другими точками проделайте описанную выше операцию при нажатой клавише <Ctrl>.
"Angle" Instrument	Измеряет значения углов между точками. После нажатия на кнопку следует щелкнуть мышью в области отображения данных для фиксации вершины угла. Затем, вторым щелчком мыши зафиксировать точку. Угол измеряется при передвижении курсора от зафиксированной точки к текущей точке. Значение угла между точками будет отображаться в области отображения данных. Для определения угла между другими точками проделайте описанную выше операцию при нажатой клавише <Ctrl>.
X Cross Section	Сечение полученных данных параллельно оси X. Для проведения линии сечения щелкните мышью в области отображения 2D-данных. Профиль сечения отображается на Панели отображения одномерных данных. При нажатой клавише <Ctrl> можно провести несколько сечений.
Y Cross Section	Сечение полученных данных параллельно оси Y. Для проведения линии сечения щелкните мышью в области отображения 2D-данных. Профиль сечения отображается на Панели отображения одномерных данных. При нажатой клавише <Ctrl> можно провести несколько сечений.

Кнопка	Описание
Arbitrary Cross Section	Сечение полученных данных по произвольной линии. Профиль сечения отображается на Панели отображения одномерных данных. При нажатой клавише <Ctrl> можно провести несколько сечений.
Z Coloration	Включение ручной настройки контрастности изображения. Контрастность изображения можно регулировать следующими способами: • при помощи полей ввода (см. Рисунок ниже) появляющихся после нажатия кнопки :  • при помощи ползунков на цветовой шкале. Ползунки можно перемещать на цветовой шкале непосредственно или при помощи “средней линии” между ними. Перемещение ползунков при помощи “средней линии” возможно в случае, если ползунки находятся не в крайних своих положениях. 
	Включение автоматической настройки контрастности изображения.
Change Palette	Открывает диалоговое окно для загрузки цветовой палитры, отличной от используемой (файл с расширением ***.pal**)
Smooth Switcher	Включает/выключает сглаживание изображения.

Кнопка	Описание
2D/3D Properties	Открывает диалоговое окно **Settings Dialog** 55 (см. стр. 55), предназначенное для настройки интерфейса панели отображения 2D–данных.
3D/2D Image Representation	Переключение между двумерным и трехмерным представлением данных. Если данная кнопка нажата, то на Панели инструментов появляются дополнительные элементы: Выбор представления сканированного изображения в трехмерном виде: **Fast** – представление сканированного изображения в виде 3D-поверхности с сохранением исходного цвета; **Wire** – представление сканированного изображения в виде сетки сплайнов; **Light** – представление сканированного изображения в виде 3D-поверхности с возможностью изменения освещения и свойств материала поверхности. Изменение свойств поверхности и яркости источника света осуществляется в группе **3D Mode** диалогового окна **Settings Dialog** (см. стр. 55). Если кнопка нажата, то с помощью мыши можно изменять точку обзора на трехмерном сканированном изображении. Если кнопка нажата, то с помощью мыши можно изменять положение источника света. Функция доступна только для пункта **Light** списка **3D View Modes**. *ПРИМЕЧАНИЕ. Изменение положения источника света возможно только при выборе пункта **Light** из списка **3D View Modes**.* Представление сканированного изображения в виде поверхности с заполнением объема до уровня нуля. Изменение размера области отображения 2D-данных осуществляется при помощи мыши с нажатой клавишей <Ctrl>.

3.3.2.2. Настройка интерфейса двумерных данных

Настройки интерфейса двумерных данных осуществляется в окне **Settings Dialog** (см. Рисунок ниже). Окно **Settings Dialog** открывается кнопкой , расположенной на Панели инструментов двумерных данных (см. стр. 50).

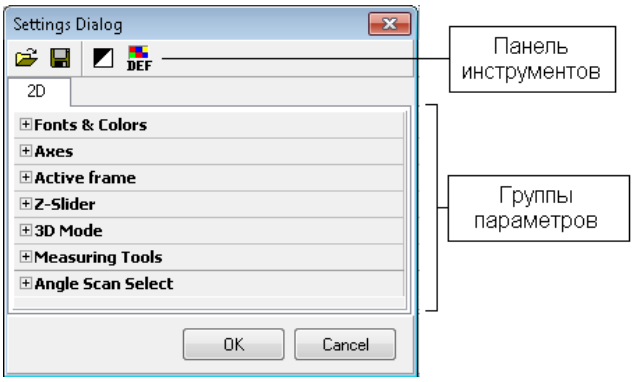


Рис. 51. Окно **Settings Dialog**

Табл. 17. Элементы панели инструментов окна **Settings Dialog**

Кнопка	Описание
Load settings	Загружает настройки из файла с расширением ***.cfg**.
Save Settings	Сохраняет текущие настройки в виде отдельного файла с расширением ***.cfg**.
Black and White	Устанавливает черно-белую цветовую палитру.
Default color settings	Устанавливает цветовую палитру, используемую по умолчанию.
	Сохраняет заданные значения параметров в качестве загружаемых по умолчанию и закрывает окно **Settings Dialog**
	Закрывает окно **Settings Dialog** без сохранения внесенных изменений.

Параметры, задаваемые в диалоговом окне **Settings Dialog**, разделены на следующие группы:

- **Fonts & Colors** (см. стр. 56) – настройка шрифтов и цвета элементов интерфейса;
- **Axes** (см. стр. 57) – настройка отображения осей графиков;
- **Active Frame** (см. стр. 55) – настройка отображения данных;
- **Z-slider** (см. стр. 59) – настройка инструмента регулировки контраста;
- **3D Mode** (см. стр. 60) – настройка источника освещения и материала поверхности при отображении данных в трехмерном представлении.

Группа параметров Fonts & Colors

Группа **Fonts & Colors** предназначена для настройки шрифтов и цвета различных элементов интерфейса.

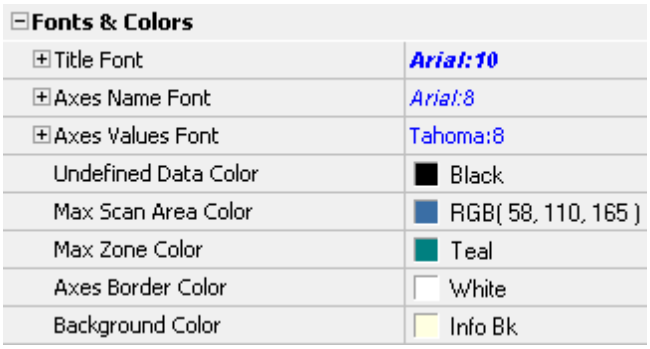


Рис. 52. Группа параметров **Fonts & Colors**

Табл. 18. Параметры группы **Fonts & Colors**

Параметр	Описание
Title Font	Шрифт заголовка графика. Позволяет изменить стиль, размер, цвет и тип шрифта.
Axes Name Font	Шрифт заголовков осей графика. Позволяет изменить стиль, размер, цвет и тип шрифта.
Axes Values Font	Шрифт значений осей графика. Позволяет изменить стиль, размер, цвет и тип шрифта.
Max Scan Area Color	Шрифт максимально области отображения данных.
Axes Border Color	Цвет области отображения графика.
Background Color	Цвет фона осей графика.

Группа параметров Axes

Группа **Axes** предназначена для настройки параметров отображения осей графиков.

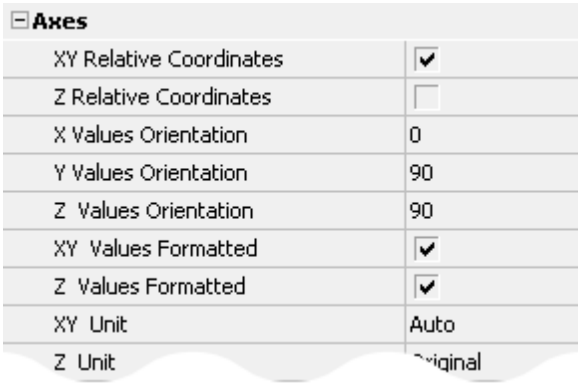


Рис. 53. Группа параметров **Axes**

Табл. 19. Параметры группы **Axes**

Параметр	Описание
XY Relative Coordinates	Выбор относительного или абсолютного представления данных по осям X, Y. При относительном представлении за начало отсчета осей принимаются минимальные значения данных по осям X, Y.
Z Relative Coordinates	Выбор относительного или абсолютного представления данных по оси Z. При относительном представлении за начало отсчета оси принимается минимальное значение данных по оси Z.
X Values Orientation	Выбор ориентации значений и заголовка оси X. Возможные значения 0, 90, 180 и 270 градусов.
Y Values Orientation	Выбор ориентации значений и заголовка оси Y. Возможные значения 0, 90, 180 и 270 градусов.
Z Values Orientation	Выбор ориентации значений и заголовка оси Z. Возможные значения 0, 90, 180 и 270 градусов.
XY Values Formatted	Форматирование подписей меток делений осей X, Y. Подписи меток делений приводятся к виду [1, 999.99...] ×10n.

Параметр	Описание
Z Values Formatted	Форматирование подписей меток делений осей Z. Подписи меток делений приводятся к виду [1, 999.99...] ×10n.
XY Unit	Выбор единиц измерения по осям X, Y. Возможные значения: **Auto** – автоматический выбор, **Original** – единицы измерения данных, **Angstrom**, **nm**, **µm**, **mm**, **m**.
Z Unit	Выбор единиц измерения по оси Z. Возможные значения: **Auto** – автоматический выбор, **Original** – единицы измерения данных, **Angstrom**, **nm**, **µm**, **mm**, **m**.
Put XY Name on axis line	Выбор положения подписей к осям X, Y. При установленном флажке подписи к осям X, Y расположены вместо последних меток деления, при снятом флажке – параллельно осям X, Y с центрированием по середине.
Put Z Name on axis line	Выбор положения подписи к оси Z. При установленном флажке подпись к оси Z расположена вместо последней метки деления, при снятом флажке – параллельно оси Z с центрированием по середине оси.
Hide XY Names	Включает/выключает отображение названий измеряемых величин по осям X, Y.
Hide Z Name	Включает/выключает отображение названия измеряемой величины по оси Z.
Hide XY Axis	Включает/выключает отображение осей X, Y.
Hide Z Axis	Включает/выключает отображение оси Z.
Hide Title	Включает/выключает отображение заголовка.
Hide Palette Bar	Включает/выключает отображение цветовой шкалы.
Palette Bar Width	Регулирует ширину цветовой шкалы.
Palette Bar Gap	Регулирует отступ цветовой шкалы.
Palette Bar Alignment	Позволяет выбрать способ выравнивания цветовой шкалы. Возможны три состояния:**Left**, **Center**, **Right**.

Группа параметров Active Frame

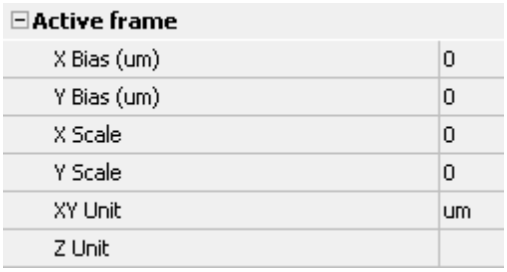


Рис. 54. Группа параметров **Active Frame**

Табл. 20. Параметры группы **Active Frame**

Параметр	Описание
X Bias (nm)	Расстояние, на которое будут смещены данные по оси X.
Y Bias (nm)	Расстояние, на которое будут смещены данные по оси Y.
X Scale	Коэффициент масштабирования по оси X.
Y Scale	Коэффициент масштабирования по оси Y.
XY Unit	Единицы измерения по осям X,Y.
Z Unit	Единица измерения по оси Z.

Группа параметров Z-Slider

Группа **Z-Slider** позволяет настраивать инструмент регулировки контраста (кнопка).

Рис. 55. Группа параметров **Z-Slider**

Табл. 21. Параметры группы **Z-Slider**

Параметр	Описание
Z-Slider visible	Включает/выключает отображение ползунков.
Min Z-Slider Back color	Позволяет выбрать цвет окружения (фона) нижнего ползунка.
Min Z-Slider Line color	Позволяет выбрать цвет линии нижнего ползунка.
Min Z-Slider Text color	Позволяет выбрать цвет текста нижнего ползунка.
Max Z-Slider Back color	Позволяет выбрать цвет окружения (фона) верхнего ползунка.
Max Z-Slider Line color	Позволяет выбрать цвет линии верхнего ползунка.
Max Z-Slider Text color	Позволяет выбрать цвет текста верхнего ползунка.

Группа параметров 3D Mode

Группа **3D Mode** позволяет настраивать яркость источника освещения и свойства материала поверхности при трехмерном отображении данных.

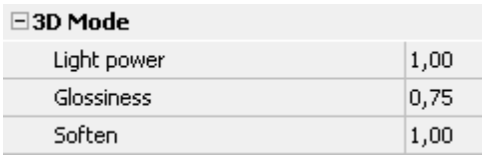
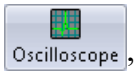


Рис. 56. Группа параметров **3D Mode**

Табл. 22. Параметры группы **3D Mode**

Параметр	Описание
Light power	Позволяет регулировать яркость источника освещения.
Glossiness	Позволяет регулировать глянцевитость материала поверхности.
Soften	Позволяет регулировать размытость материала поверхности.

3.4. Программный осциллограф

Программный осциллограф предназначен для отображения временных зависимостей сигналов (см. Рисунок ниже). Программный осциллограф открывается кнопкой 

, расположенной на Панели дополнительных операций (см. стр. 18).

Программный осциллограф позволяет одновременно исследовать до четырех различных временных зависимостей сигналов (см. Рисунок ниже). В Nova SPM реализована возможность исследования различных сигналов на разных программных осциллографах. Чтобы открыть еще один осциллограф на Панели управления программного осциллографа выберите **Tools → Add Oscill**.

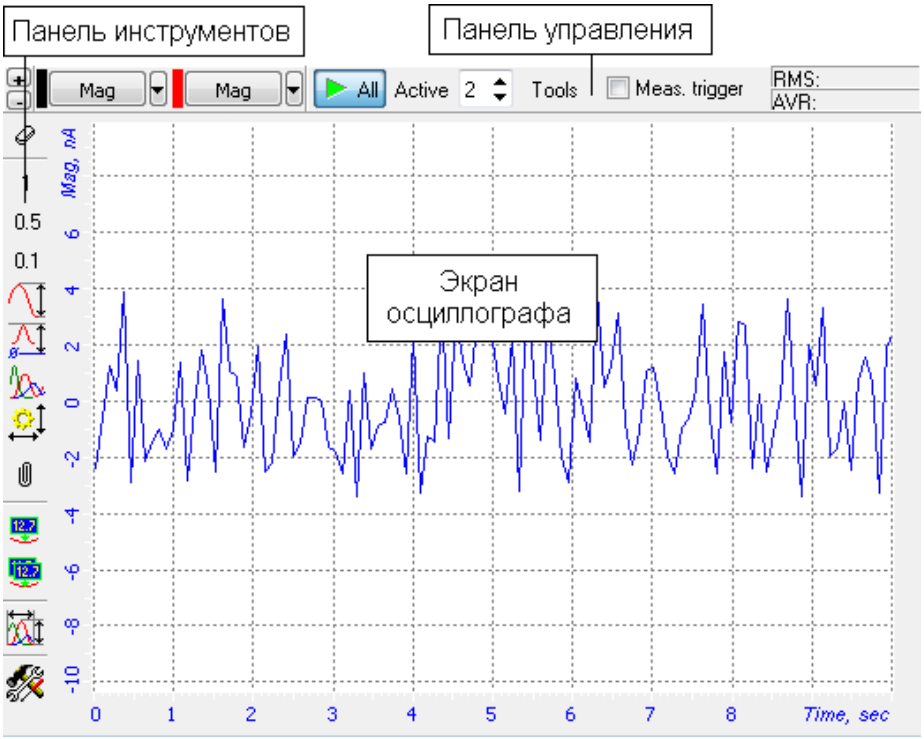


Рис. 57. Программный осциллограф

Над экраном Программного осциллографа расположена Панель управления исследуемыми сигналами.

Слева от экрана осциллографа расположена Панель инструментов, содержащая набор кнопок, позволяющих изменять способ отображения сигналов на экране программного осциллографа.

Существует возможность изменения значений диапазона осей или масштаба, а также настройки интерфейса (см. стр. 43) экрана программного осциллографа.

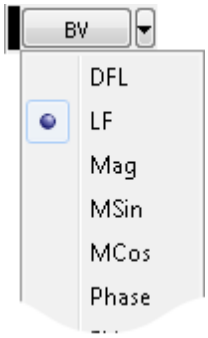
Чтобы сдвинуть график по оси X или Y подведите курсор к нужной оси, шкала при этом будет выделена. Нажмите и удерживайте левую клавишу мыши, передвигая курсор сдвиньте график вдоль выбранной оси.

Для изменения диапазона по оси X или Y подведите курсор к нужной оси, шкала при этом будет выделена. Нажмите и удерживайте клавишу <Ctrl> и левую клавишу мыши; передвигая курсор, выберите новый диапазон значений оси осциллографа.

Для изменения масштаба оси X или Y на экране осциллографа нажмите и удерживайте клавишу <Shift> и левую клавишу мыши; передвигая курсор, выберите новый масштаб оси осциллографа.

Для изменения размера экрана программного осциллографа нажмите и удерживайте клавишу <Ctrl> и левую клавишу мыши в любом месте области отображения. Передвигая курсор выберите новый размер экрана программного осциллографа.

Табл. 23. Элементы панели управления программным осциллографом

Элемент панели	Описание
	Добавляет сигнал в набор отображаемых сигналов (максимальное количество сигналов – четыре).
	Убирает последний сигнал, добавленный в набор отображаемых.
	Позволяет выбрать сигнал, отображаемый на экране осциллографа. Чтобы сигнал отображался, данная кнопка должна быть нажата. Слева от названия сигнала расположена цветная полоса, данным цветом выбранный сигнал будет отображаться на экране осциллографа.
	Запускает отображение на экране осциллографа всех выбранных сигналов.
Active	Номер активного сигнала (сигнал, в соответствии с которым устанавливается масштаб осей на экране программного осциллографа). Если на экране программного осциллографа отображается более одного сигнала, то по умолчанию активным становится последний добавленный сигнал.
Tools	Открывает список команд, позволяющих задать параметры отображения сигналов: **Clear Current Graph** – запускает построение графика активного сигнала с нуля; **Options** – открывает окно **Signal Options** (см. стр. 63), предназначенное для настройки параметров отображения сигналов. **Signals** – открывает окно **Signal Select** (см. стр. 26), предназначенное для задания списка сигналов, доступных для исследования в окне

Элемент панели	Описание
	Программного осциллографа. Также окно **Signal Select** можно открыть с помощью Главного меню (см. стр. 21) программы Nova SPM (пункт меню **Tools → Signals**). **Export To File** – открывает диалоговое окно **Save As** для экспорта полученных данных в файл текстового формата. **Import From File** – открывает диалоговое окно **Open** для импорта данных из файла текстового формата. **Add Oscill** – открывает дополнительный осциллограф. **Delete Oscill** – закрывает дополнительный осциллограф.
Meas. trigger	При установленном флажке на экране осциллографа будут дублироваться сигналы из других окон программы (например, зависимости, получаемые в процессе подвода, в процессе сканирования и т.д.). По окончании измерений отображение сигналов на осциллографе прекращается.
RMS	Среднеквадратичное отклонение активного сигнала от среднего значения.
AVR	Среднее значение активного сигнала.

3.4.1. Параметры отображения временных зависимостей сигналов

Параметры отображения временных зависимостей сигналов на экране Программного осциллографа (см. стр. 61) задаются в окне **Signal Options** (см. Рисунок ниже). Чтобы открыть окно **Signal Options** на Панели управления Программным осциллографом (см. стр. 61), последовательно выберите **Tools → Options**.

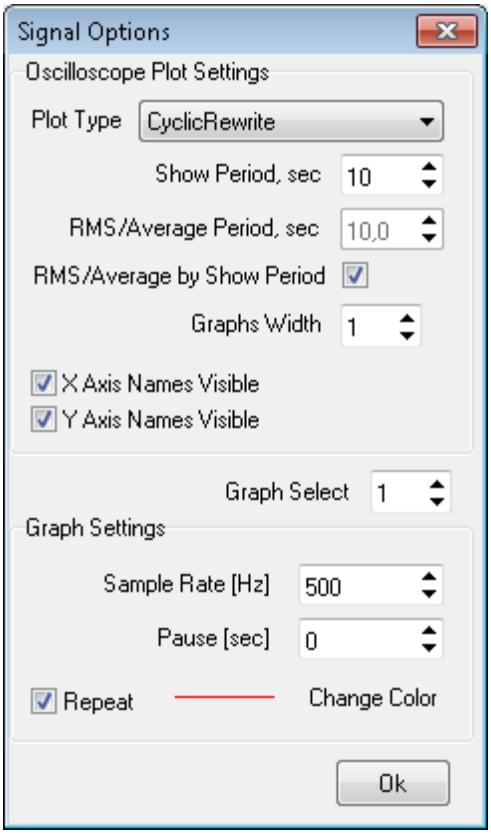


Рис. 58. Окно **Signal Options**

Табл. 24. Элементы окна **Signal Options**

Элемент окна	Описание
Plot Type	Позволяет выбрать способ отображения сигнала: **CyclicOverwrite** – после того, как достигнут конец периода построения графика, сигнал нового периода начинает отображаться с нуля, а старые значения исчезают по мере наложения новых значений; **CyclicShift** – после того, как достигнут конец периода построения графика, график постепенно смещается в сторону нуля по мере отображения новых значений; **CyclicRewrite** – после того, как достигнут конец периода построения графика, график стирается и следующий период рисуется с нуля; **Additional** – отображается зависимость за все время измерений.
Show Period [sec]	Позволяет задать период отображения сигнала (в секундах).

Элемент окна	Описание
Graph Width	Позволяет задать толщину линии графика.
X Axis Names Visible	Включает/выключает отображение заголовка оси X.
Y Axis Names Visible	Включает/выключает отображение заголовка оси Y.
Graph Select	Позволяет выбрать номер сигнала, для которого проводится настройка.
Sample Rate [Hz]	Позволяет задать скорость оцифровки сигнала.
Pause [sec]	Позволяет задать задержку перед началом следующего периода измерения (в секундах).
Repeat	При установленном флажке по завершении заданного периода, отображение сигнала прекращается.
Change Color	Открывает диалоговое окно **Color**, позволяющее выбрать цвет отображения графика выбранного сигнала.
	Закрывает окно **Signal Options** с сохранением всех внесенных изменений.
	Закрывает окно **Signal Options** без сохранения внесенных изменений.

4. Основные операции работы с прибором

4.1. Инициализация

Инициализация прибора выполняется после запуска программы Nova SPM. Для проведения инициализации предназначена Панель инициализации (см. Рисунок ниже), расположенная в Главном окне (см. стр. 18) Nova SPM.

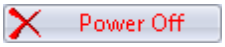
ПРИМЕЧАНИЕ. Если перед запуском Nova SPM был включен СЗМ контроллер, то инициализация прибора начнется автоматически.

Рис. 59. Панель инициализации

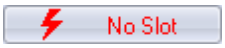
Запуск процесса инициализации осуществляется кнопкой SPM Init. В процессе инициализации индикатор состояния прибора, расположенный слева от кнопки **SPM Init**, находится в состоянии Initializing.

По завершении инициализации индикатор может находиться в одном из четырех состояний:

– прибор готов к работе;



– не включен контроллер;



– неправильные адреса слотов в файле **Interface.ini**;

– не проведена инициализация прибора. Запустите процесс инициализации кнопкой SPM Init.

4.2. Настройка системы регистрации изгибов кантилевера

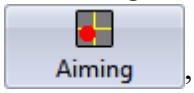
Настройка оптической системы регистрации изгибов кантилевера (далее – система регистрации) осуществляется из окна **Aiming Movers** (см. ниже).

ПРИМЕЧАНИЕ. Название окна, в котором производится настройка оптической системы регистрации изгибов кантилевера, зависит от конфигурации прибора. Данное окно называется либо **Aiming Movers**, *либо* **Laser Aiming**. *Далее в описании используется название* **Aiming Movers**.

В зависимости от конфигурации оборудования настройка системы регистрации может быть осуществлена одним из следующих способов:

- вручную – по индикатору положения лазерного пятна на фотодиоде;
- в_полуавтоматическом режиме – из окна **Laser-Diode Scanning**;
- автоматически – по видеоизображению.

4.2.1. Окно настройки системы регистрации

В процессе проведения настройки системы регистрации наблюдать за положением лазерного луча относительно секций фотодиода можно по индикатору, расположенному в окне **Aiming Movers** (см. Рисунок ниже). Окно **Aiming Movers** открывается кнопкой 

, расположенной на Панели основных операций (см. стр. 18).

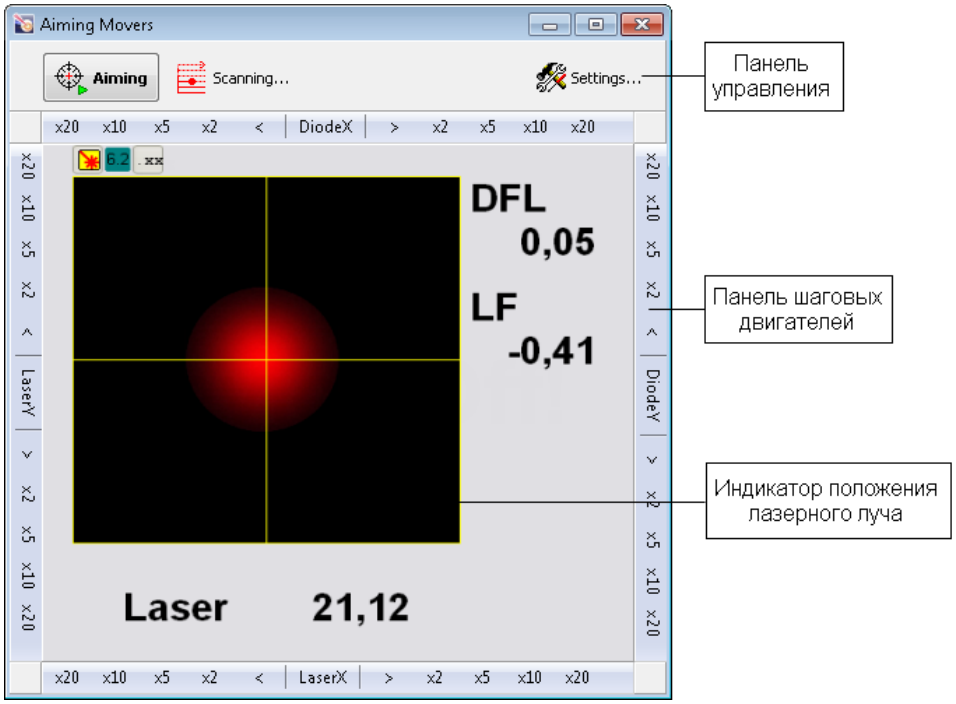


Рис. 60. Окно **Aiming Movers**

Вид окна **Aiming Movers** зависит от конфигурации оборудования. Если в СЗМ предусмотрена возможность автоматизированного перемещения лазера и фотодиода, в окне **Aiming Movers** появляются Панели управления шаговыми двигателями и в верхней строке окна отображается Панель управления настройкой системы регистрации.

Для проведения настройки системы регистрации, а также управления положением лазера и фотодиода из программы управления предназначены элементы Панели управления, расположенной в верхней части окна **Aiming Movers**.

Индикатор положения лазерного луча позволяет наблюдать за положением лазерного луча относительно секций фотодиода. Справа от индикатора выводятся текущие значения сигналов фотодиода (сигналы **DFL** и **LF**), снизу – интенсивность попадающего на фотодиод лазерного излучения (сигнал**Laser**).

По периметру индикатора положения лазерного луча расположены следующие Панели шаговых двигателей (см. стр. 140):

- **Diode X** – перемещает фотодиод по оси X;
- **Diode Y** – перемещает фотодиод по оси Y;
- **Laser X** – перемещает лазер по оси X;
- **Laser Y** – перемещает лазер по оси Y.

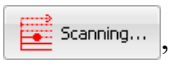
ПРИМЕЧАНИЕ. Количество Панелей шаговых двигателей, расположенных в окне ***Aiming*** **Movers**, *зависит от конфигурации используемого оборудования.*

Табл. 25. Элементы окна **Aiming Movers**

Элемент панели	Описание
	Запускает/останавливает автоматическую подстройку положения фотодиода.
	Открывает окно **Laser-Diode Scanning** (см. стр. 69), предназначенное для настройки системы регистрации настройки системы регистрации.
	Открывает окно **MoverAxisSettingsForm** (см. стр. 140), содержащее параметры шаговых двигателей прибора.
	Включает/выключает лазер системы регистрации. Данная кнопка продублирована на Панели основных параметров (см. стр. 35).
	Если кнопка нажата, то значения сигналов **DFL**, **LF**, **Laser** отображаются в виде гистограммы, если кнопка не нажата – в числовом виде.
	Отображает значения сигналов **DFL**, **LF**, **Laser** с точностью до одного (кнопка не нажата), либо двух (кнопка нажата) знаков после запятой.
DFL	Значение разностного сигнала между верхней и нижней половинами фотодиода. Сигнал **DFL** пропорционален изгибу кантилевера по нормали.
LF	Значение разностного сигнала между левой и правой половинами фотодиода. Сигнал **LF** пропорционален торсионному изгибу кантилевера.
Laser	Значение суммарного сигнала, поступающего со всех четырех секций фотодиода. Сигнал **Laser** пропорционален интенсивности попадающего на фотодиод лазерного излучения, отраженного от кантилевера.

4.2.2. Настройка системы регистрации в окне Laser-Diode Scanning

Настройка системы регистрации из окна **Laser-Diode Scanning** производится, например, в случаях, когда сканирование производится зондовым датчиком с двумя и более кантилеверами, либо для более точного определения положения лазерного пятна на кантилевере.

Настройка системы регистрации производится из окна **Laser-Diode Scanning** (см. Рисунок ниже). Данное окно открывается кнопкой 

, расположенной на Панели управления окна **Aiming Movers** (см. стр. 67).

В программе сохраняется положение последней области поиска кантилевера. Если зондовый датчик не менялся, границы области поиска можно не изменять. При смене зондового датчика рекомендуется просканировать полную область, чтобы определить положение кантилевера.

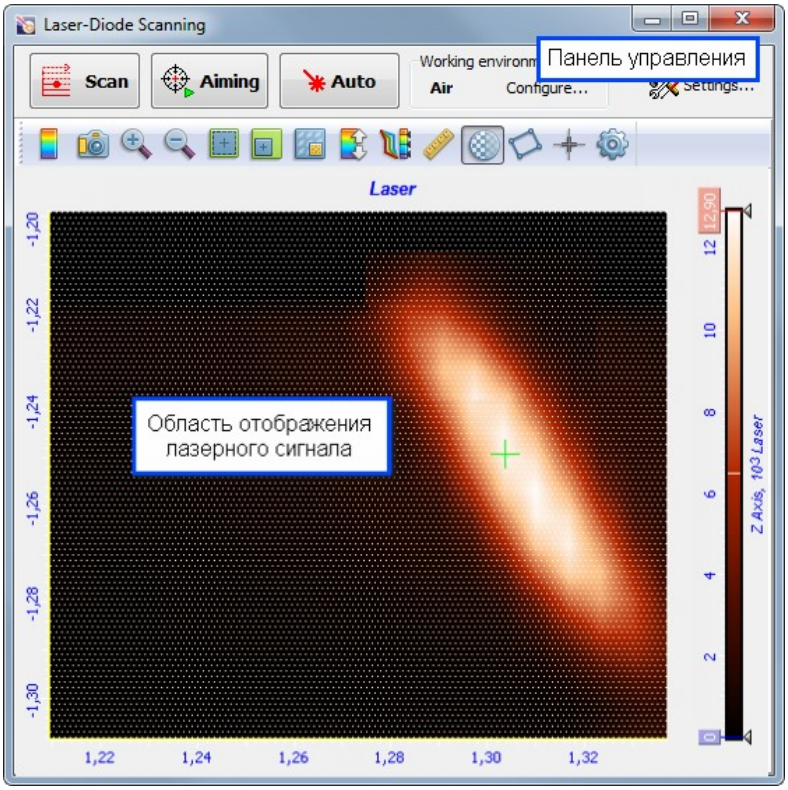


Рис. 61. Окно **Laser-Diode Scanning**

Алгоритм настройки системы регистрации

Алгоритм настройки системы регистрации состоит из следующих шагов:

1. Выбор среды, в которой будет происходить настройка системы регистрации (в жидкости или на воздухе). В результате автоматически установятся границы области поиска кантилевера. Выбор среды осуществляется на панели **Working environment**.
2. При необходимости, изменение размера и положения области поиска в области

отображения лазерного сигнала (при этом кнопка должна быть нажата).

3. Задание порогового значения лазерного сигнала (параметр **Threshold**), превышение которого означает, что лазерный луч отражается от кантилевера, а также задание количества строк, по которым будут проведены измерения лазерного сигнала (параметр **Resolution Line**). Данные параметры задаются на Панели дополнительных параметров.

4. Запуск измерений интенсивности лазерного сигнала (кнопка

). В процессе измерений происходит построчное перемещение лазерного луча по всей области поиска кантилевера. По окончании измерений в окне **Laser-Diode Scanning** появляется изображение распределения интенсивности лазерного сигнала, отраженного от кантилевера (1), а также от чипа зондового датчика (см. Рисунок ниже).

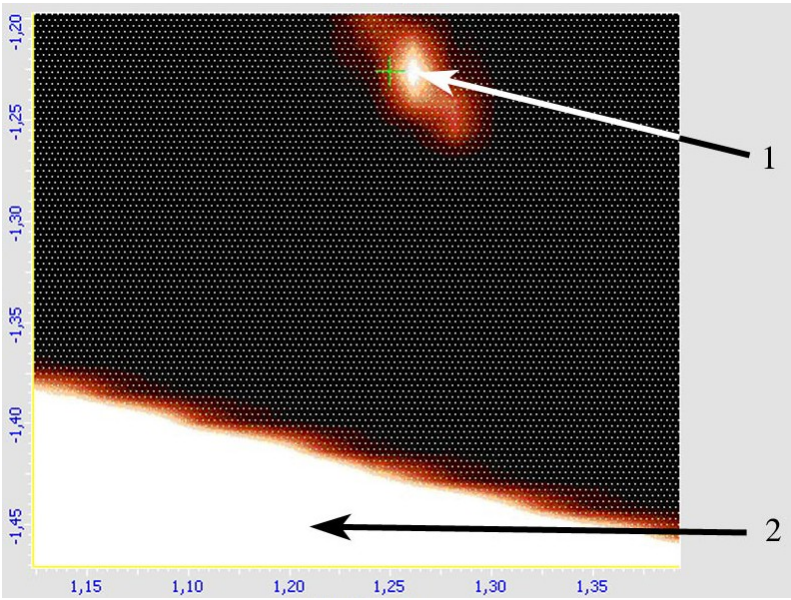


Рис. 62. Область отображения лазерного сигнала.
1 – отраженный от кантилевера лазерный сигнал; 2 – отраженный от чипа лазерный сигнал

5. Запуск настройки системы регистрации (кнопка

). После запуска настройки системы регистрации начинается построчное измерение интенсивности лазерного сигнала, далее происходит поиск точки, в которой значение отраженного от кантилевера и попавшего в фотодиод лазерного сигнала будет максимальным. Лазерный луч будет наведен в эту точку. Положение фотодиода будет подстроено таким образом, чтобы лазерный луч попадал в центральную часть фотодиода.

   По окончании настройки системы регистрации в окне **Laser-Diode Scanning** появляется окно с сообщением "Scan process finished".

В верхней части окна **Laser-Diode Scanning** (см. Рисунок выше) расположена Панель управления, предназначенная для проведения настройки системы регистрации.

Под Панелью управления расположена **область отображения лазерного сигнала**. В процессе настройки системы регистрации в области отображения лазерного сигнала построчно отображается интенсивность измеренного лазерного сигнала. В верхней части области отображения лазерного сигнала расположена стандартная Панель инструментов двумерных данных (см. стр. 50).

Табл. 26. Элементы Панели управления

Элемент панели	Описание
	Запускает измерение значений отраженного от зондового датчика и попавшего в фотодиод лазерного сигнала.
	Запускает/останавливает автоматическую подстройку положения фотодиода таким образом, чтобы лазерный луч попадал в центральную часть фотодиода. Данная кнопка продублирована в окнах **Aiming Movers** (см. стр. 67) и **Camera** (см. стр. 137).
	Запускает настройку системы регистрации. Данная кнопка продублирована в окне **Camera** (см. стр. 137).
Панель **Working environment**	Отображает название среды, в которой будет проводиться настройка системы регистрации (на воздухе или в жидкости). Кнопка Configure..., расположенная в правой части данной панели открывает окно **Configure** (см. стр. 103), предназначенное для выбора среды, в которой будет происходить настройка системы регистрации.
	Открывает Панель дополнительных параметров (см. стр. 73) настройки системы регистрации

Выбор среды, в которой будет производиться настройка системы регистрации

Выбор среды, в которой будет производиться настройка системы регистрации, осуществляется из окна **Configure**. Данное окно открывается кнопкой Configure..., расположенной на Панели управления окна **Laser-Diode Scanning**.

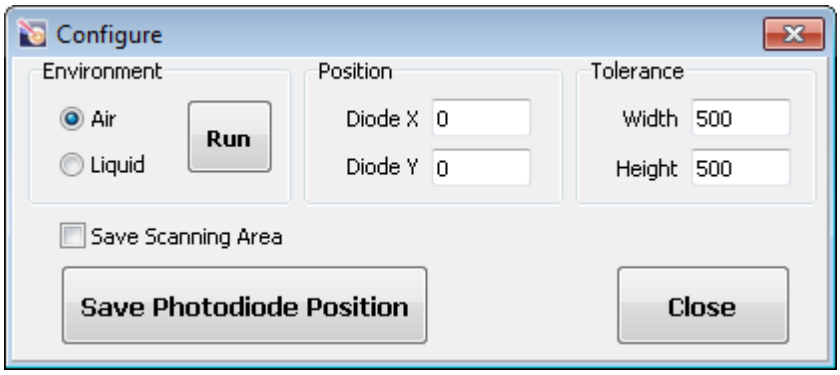
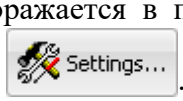


Рис. 63. Окно **Configure**

Табл. 27. Элементы окна **Configure**

Элемент окна	Описание
Панель **Environment**	Позволяет выбрать среду, в которой будет проводиться настройка системы регистрации (в жидкости или на воздухе). Для выбора среды установите переключатель либо в положение **Air** – для проведения настройки системы регистрации на воздухе, либо в положение **Liquid** – в жидкости, далее нажмите кнопку **Run**. В результате автоматически будут установлены границы поиска кантилевера, в зависимости от среды, в которой будет проводиться настройка.
Панель **Position**	Отображает текущие координаты положения фотодиода.
Панель **Tolerance**	Позволяет задать размер области вокруг кантилевера. После измерения отраженного от кантилевера лазерного сигнала в заданной области начнется поиск точки, в которой значение отраженного лазерного сигнала максимально.
Save Photodiode Position	Сохраняет текущие координаты положения фотодиода. Если установлен флажок **Save Scanning Area**, дополнительно будут сохранены также размер и положение области поиска кантилевера.
Close	Закрывает окно **Configure**.

Панель дополнительных параметров

Панель дополнительных параметров позволяет задавать дополнительные параметры настройки системы регистрации. Данная панель отображается в правой части окна **Laser-Diode Scanning** (см. стр. 34) после нажатия кнопки 

.

Scan Settings	
Measured Signal	Laser
Resolution Lines	10
Resolution Points	20
Laser Adjust Settings	
Threshold	2,0
Maximum Tolerance	80,0
Microscan Steps X	800
Microscan Steps Y	2000
Microscan Lines	20
Diod Aiming Settings	
Step Coefficient	1,0
Zero DFL	0,0
Aiming Accuracy	0,2
Threshold LF	1
Threshold DFL	1

Рис. 64. Панель дополнительных параметров

Табл. 28. Параметры Панели дополнительных параметров

Параметр	Описание
Группа параметров **Scan Settings**	
Measured Signal	Позволяет выбрать измеряемый сигнал. Для проведения настройки оптической системы регистрации изгибов кантилевера должен быть выбран сигнал **Laser.**
Resolution Lines	Позволяет задать количество строк области поиска кантилевера. *ПРИМЕЧАНИЕ. Для уменьшения времени измерений рекомендуется устанавливать количество строк не более 20.*
Resolution Points	Позволяет задать количество точек области поиска кантилевера.

Параметр	Описание
Группа параметров **Laser Adjust Settings**	
Threshold	Позволяет задать пороговое значение лазерного сигнала, превышение которого означает, что лазерный луч отражается от кантилевера. *ПРИМЕЧАНИЕ. Рекомендуется устанавливать пороговое значение ≥ 1.*
Maximum Tolerance	Позволяет оптимизировать оптическую чувствительность системы регистрации изгибов кантилевера. В процессе наведения лазерного луча на кантилевер происходит поиск точки вблизи кончика кантилевера, в которой значение отраженного от кантилевера лазерного сигнала максимально. После нахождения точки автоматически задается диапазон значений отраженного сигнала (от **max** (максимальное значение отраженного сигнала) до **max - N*max/100%** (**N** - значение параметра **Maximum tolerance** , единица измерения – %)). Далее лазерный луч перемещается в точку кантилевера, удовлетворяющую следующим условиям: • точка расположена как можно дальше от основания кантилевера; • значение отраженного лазерного сигнала в этой точке попадает в заданный диапазон. *ПРИМЕЧАНИЕ. Рекомендуется устанавливать значение параметра **Maximum tolerance** в диапазоне от 5 до 10 %.*
Microscan Steps X, **Microscan Steps Y**	Позволяет задать размер области, в которой будет происходить измерение отраженного от кантилевера лазерного сигнала при проведении точной настройки положения лазера. Точная подстройка положения лазерного луча начинается автоматически по окончании настройки системы регистрации. При проведении точной подстройки начинается повторное измерение отраженного от кантилевера лазерного сигнала по заданной области поиска, далее лазерный луч устанавливается в положение, при котором значение отраженного лазерного сигнала максимально.

Параметр	Описание
Microscan Lines	Позволяет задать количество строк области, в которой будет происходить измерение отраженного от кантилевера лазерного сигнала при проведении точной настройки положения лазера.
Группа параметров **Diod Aiming Settings**	
Step Coefficient	Множитель, показывающий во сколько раз увеличивается/ уменьшается шаг шагового двигателя, перемещающего фотодиод, при отдалении/приближении фотодиода к центру координат.
Zero DFL	В процессе проведения настройки системы регистрации положение фотодиода будет подстроено таким образом, чтобы значение сигнала **DFL** равнялось заданному в строке **Zero DFL**.
Aiming Accuracy	Позволяет задать погрешность установки значения сигнала **DFL** при проведении настройки системы регистрации.
Threshold LF	Точность настройки фотодиода (значение LF, при котором завершается настройка фотодиода).
Threshold DFL	Точность настройки фотодиода (значение DFL, при котором завершается настройка фотодиода).

Табл. 29. Элементы панели инструментов

Кнопка	Название	Описание
	Set palette	Выбор палитры изображения.
	Screen Shot	Открывает диалоговое окно для сохранения текущего изображения в виде отдельного графического файла.
	Zoom In	Инструмент увеличения. После нажатия кнопки следует либо щелкнуть мышью в области отображения данных, либо выделить нужную область с помощью мыши.
	Zoom Out	Инструмент уменьшения. После щелчка на кнопке происходит уменьшение ранее увеличенной области.

Кнопка	Название	Описание
	Set max visible area	Отображает участок поверхности образца, равный максимальному участку сканирования.
	Set visible area = scan area	Отображает в качестве видимой области текущую область, выбранную для сканирования.
	Mini Map	Отображает в правом нижнем углу уменьшенное изображение всей поверхности образца.
	Palette rect	Включает/выключает автоматическую подстройку палитры.
	Palette edit	Быстрый редактор палитры.
	Line tool	Выбор линии сканирования. После нажатия данной кнопки следует с помощью мыши задать в области отображения данных прямую линию, вдоль которой будут расположены отдельные участки сканирования.
	Set anti aliasing	Включает/выключает сглаживание изображения.
	Scan Select	Выбор области сканирования. После нажатия данной кнопки следует с помощью мыши в области отображения данных задать размер и расположение области сканирования.
	Point motor tool	Отображает курсор, отвечающий за положение лазера.
	Settings	Открывает диалоговое окно настроек **Settings**, предназначенное для настройки интерфейса области отображения данных.

4.3. Построение резонансной кривой

Выходной сигнал с генератора подается на пьезодрайвер, который, в свою очередь, сообщает колебания кантилеверу. С помощью регулировки выходных параметров генератора, таких как частота, величина напряжения, сдвиг фаз, задаются параметры колебаний кантилевера при проведении измерений по модуляционным методикам.

Настройка параметров пьезодрайвера проводится в окне **Resonance** (см. Рисунок ниже). Данное окно открывается кнопкой

, расположенной на Панели основных операций (см. стр. 18).

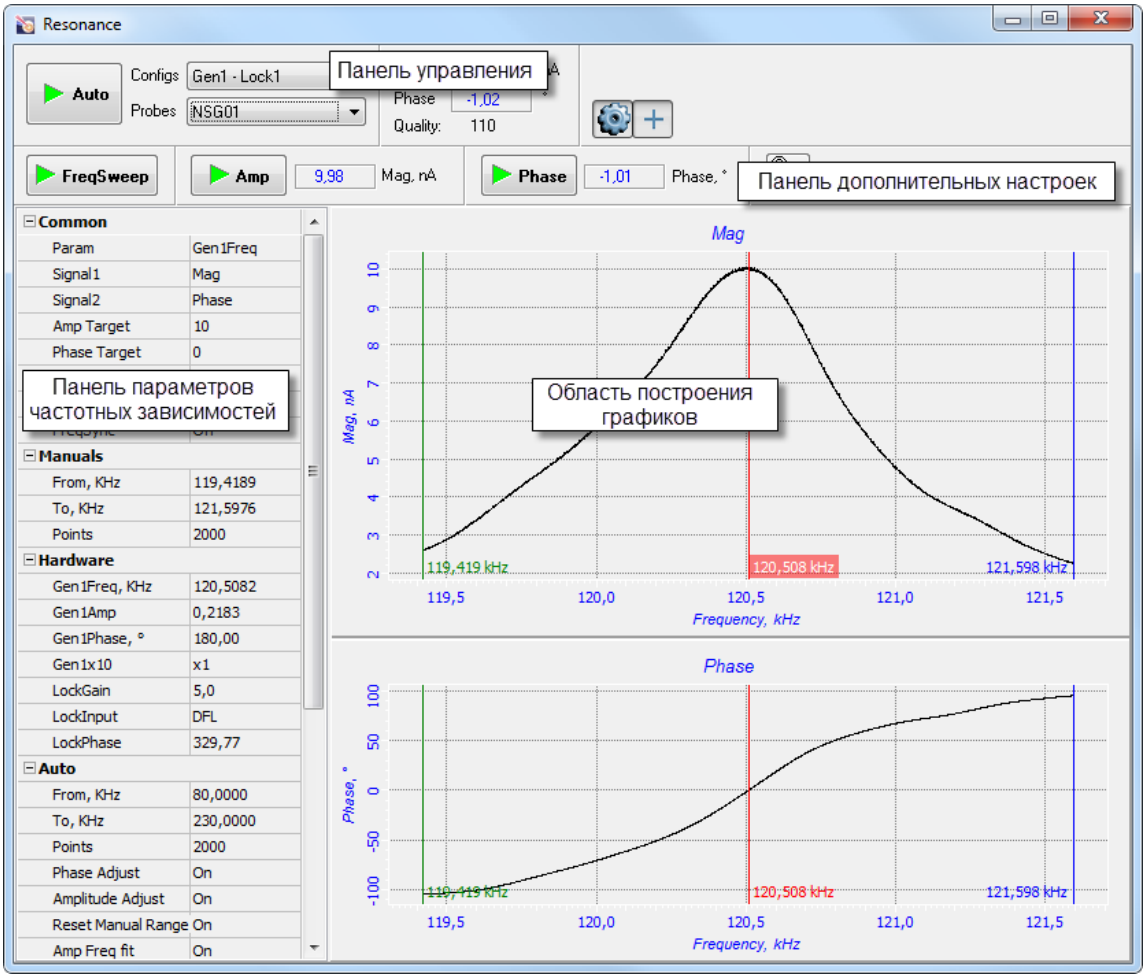


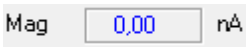
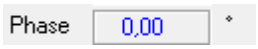
Рис. 65. Окно **Resonance**

В верхней части окна **Resonance** (см. Рисунок выше) расположена Панель управления (см. стр. 76).

Под Панелью управления расположена **Область построения графиков**, предназначенная для отображения графиков частотных зависимостей сигналов. В процессе проведения настройки параметров пьезодрайвера в области построения графиков отображается один или два графика, в зависимости от количества исследуемых сигналов. Исследуемые сигналы задаются на Панели параметров частотных зависимостей (см. стр. 79).

Табл. 30. Элементы Панели управления

Элемент панели	Описание
Auto	Запускает настройку параметров пьезодрайвера в автоматическом режиме. После нажатия на данную кнопку будут измерены частотные зависимости амплитуды колебаний кантилевера (сигнал **Mag**) и сдвига фазы (сигнал **Phase**), а также произойдет подстройка значения амплитуды выходного сигнала и значения сдвига фаз к значениям, заданным на Панели параметров частотных зависимостей (см. стр. 79).

Элемент панели	Описание
Probes	Позволяет выбрать тип используемого зондового датчика. В зависимости от выбранного типа зондового датчика будут предустановлены значения параметров поиска резонансной частоты кантилевера.
	Отображает текущее значение исследуемого сигнала.
	Отображает текущее значение сдвига фазы.
Quality	Добротность кантилевера. Добротность рассчитывается по окончании поиска резонансной частоты по форме резонансного пика.
	Отображает/скрывает Панель параметров частотных зависимостей (см. стр. 79).
	Отображает/скрывает Панель дополнительных настроек (см. стр. 78).

Панель дополнительных настроек предназначена для проведения настройки параметров пьезодрайвера в ручном режиме. Панель открывается кнопкой .

Табл. 31. Элементы Панели дополнительных настроек

Элемент панели	Описание
	Запускает построение частотной характеристики.
	Запускает подстройку значения амплитуды колебаний кантилевера (сигнал **Mag**) к значению, задаваемому на Панели параметров частотных зависимостей (см. стр. 79). В процессе подстройки коэффициент усиления синхронного детектора (параметр **Lock Gain**) будет подобран таким образом, чтобы сигнал **Mag** равнялся заданному (параметр **Amp Target**). Поле, расположенное справа от кнопки **Amp**, отображает текущее значение амплитуды выходного сигнала.

Элемент панели	Описание
	Запускает подстройку значения сдвига фаз к значению, задаваемому на Панели параметров частотных зависимостей (см. стр. 79). В процессе подстройки фаза генератора (параметр **Phase**) будет отрегулирована таким образом, чтобы сдвиг фазы колебаний кантилевера равнялся заданному (параметр **Phase Target**). Поле, расположенное справа от кнопки **Phase**, отображает текущее значение сдвига фаз.
	Присоединяет текущий график частотной зависимости в виде нового фрейма к текущему файлу.

Панель параметров частотных зависимостей

Панель параметров частотных зависимостей (см. Рисунок ниже) предназначена для настройки параметров построения частотных зависимостей. Данная панель отображается в левой части окна **Resonance** при нажатой кнопке , расположенной на Панели управления окна **Resonance**.

⊟ **Common**	
Param	Gen1Freq
Signal1	Mag
Signal2	Phase
Amp Target	10
Phase Target	0
Average	1
Set FBFreq Lims	Off
⊞ **Manuals**	
⊞ **Hardware**	
⊞ **Auto**	
⊞ **Auto Initials**	
⊞ **Options**	

Рис. 66. Панель параметров частотных зависимостей

Панель параметров частотных зависимостей (см. Рисунок выше) разделена на следующие группы параметров:

- **Common** – параметры построения частотных зависимостей;
- **Manuals** – параметры, определяющие границы поиска резонансной частоты кантилевера в ручном режиме;
- **Hardware** – параметры быстрого доступа к блок-схеме прибора при проведении настройки параметров пьезодрайвера в ручном режиме. Изменение этих параметров дублируется на блок-схеме прибора (см. стр. 127);
- **Auto** – параметры, определяющие границы поиска резонансной частоты кантилевера в автоматическом режиме;
- **Auto Initials** – параметры быстрого доступа к блок-схеме прибора при проведении настройки параметров пьезодрайвера в автоматическом режиме. Изменение этих параметров дублируется на блок-схеме прибора.

Табл. 32. Элементы Панели параметров частотных зависимостей

Параметр	Описание
Группа параметров **Common**	
Param	Отображает название генератора, выходное напряжение с которого будет подаваться на пьезодрайвер для раскачки кантилевера.
Signal1, Signal 2	Позволяет задать сигнал, для которого будет построена частотная характеристика.
Amp Target	Амплитуда колебаний кантилевера, которая будет установлена в результате проведения процедуры подстройки.
Phase Target	Значение сдвига фаз колебаний кантилевера относительно опорного сигнала, которое будет установлено в результате проведения процедуры подстройки.
Average	Позволяет задать количество измерений, проводимых в каждой из **N** точек частотного диапазона измеряемого сигнала.
Группа параметров **Manuals**	
From, KHz	Верхняя граница полосы частот, для которой будет построена частотная характеристика.

Параметр	Описание
To, KHz	Нижняя граница полосы частот, для которой будет построена частотная характеристика.
Points	Число точек (**N**), по которым будет построена частотная характеристика.
Группа параметров **Hardware**	
Gen1Freq, KHz	Частота выходного сигнала генератора.
Gen1Amp	Амплитуда выходного сигнала генератора.
Gen1Phase,°	Фаза выходного сигнала генератора.
Gen1x10	Множитель, позволяющий увеличить в 10 раз выходное напряжение с генератора.
Lock1Gain	Коэффициент усиления синхронного детектора.
Lock1Input	Сигнал, подаваемый на вход синхронного детектора.
Lock1Phase	Фаза синхронного детектора.
Группа параметров **Auto**	
From, KHz	Верхняя граница полосы частот, для которой будет построена частотная характеристика.
To, KHz	Нижняя граница полосы частот, для которой будет построена частотная характеристика.
Points	Число точек (**N**), по которым будет построена частотная характеристика.
Phase Adjust	Сдвиг фаз между выходным сигналом генератора и опорным сигналом.
Amplitude Adjust	Включает/выключает возможность автоматической подстройки амплитуды колебаний кантилевера до значения, заданного в строке **Amp Target** группы параметров **Common**.
Reset Manual Range	Если флажок установлен, то при повторном запуске Nova SPM восстанавливаются значения параметров поиска резонансной частоты кантилевера для выбранного зондового датчика.

Параметр	Описание
Группа параметров **Auto Initials**	
LockGain	Коэффициент усиления синхронного детектора.
Gen1Amp	Амплитуда колебаний кантилевера.
Gen1 x 10	Коэффициент усиления амплитуды колебаний кантилевера. Позволяет увеличить выходное напряжение генератора в 10 раз.
LockInGain Max	Ограничение коэффициента усиления синхронного детектора при автонастройке.

4.4. Подвод образца к зонду

В зависимости от конфигурации прибора в процессе подвода двигается либо зонд, либо образец. Управление процедурой подвода осуществляется из окна **Approach** (см. Рисунок ниже). Данное окно открывается кнопкой

Панели основных операций (см. стр. 18).

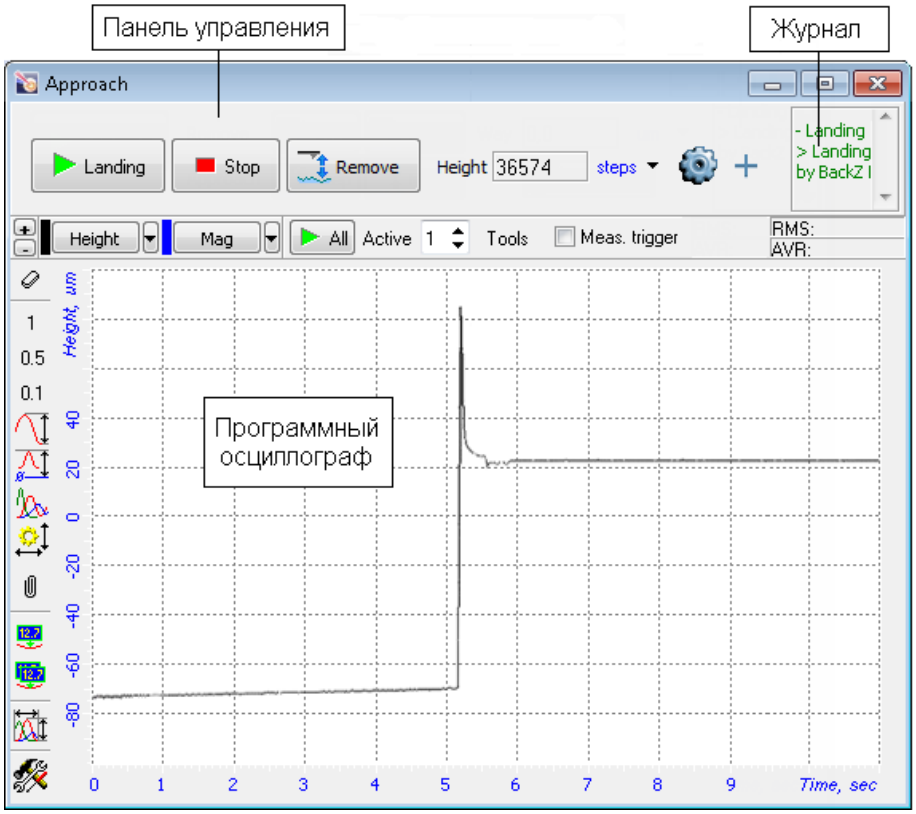


Рис. 67. Окно **Approach**

В верхней части окна **Approach** расположена Панель управления процедурой подвода.

Под Панелью управления расположен Программный осциллограф (см. стр. 61), предназначенный для отображения временных зависимостей сигналов. В процессе подвода на программном осциллографе отображается временная зависимость сигнала **Height** (степени выдвижения пьезотрубки сканера).

Табл. 33. Элементы Панели управления

Элемент панели	Описание
	Запускает/останавливает подвод образца к зонду (зонда к образцу).
	Останавливает процесс подвода/отвода.

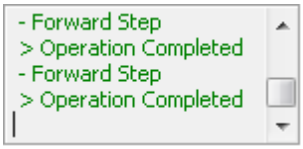
Элемент панели	Описание
	Отводит образец от зонда на расстояние, заданное в поле **BackDelta** окна **Approach Settings** (открывается кнопкой Панели управления окна **Approach**).
Height	Расстояние, на которое переместился шаговый двигатель по вертикали относительно исходного положения.
	Открывает окно **Approach Settings**, позволяющее задавать дополнительные параметры проведения процесса подвода.
	Открывает Дополнительную панель окна **Approach**.
	Журнал. В журнале выводятся сообщения о процессе выполнения подвода.

Табл. 34. Элементы Дополнительной панели окна **Approach**

Элемент панели	Описание
Remove	– отводит образец (зонд) на один шаг шагового двигателя от зонда (образца).
Approach	– подводит образец на один шаг шагового двигателя к зонду. – подводит образец к зонду на расстояние, заданное в поле **ForwDelta** окна **Approach Settings** (открывается кнопкой Панели управления окна **Approach**). **ВНИМАНИЕ! В процессе подвода будьте осторожны! Если расстояние, заданное в поле ForwDelta, больше, чем расстояние между зондом и образцом, зонд может сломаться об поверхность образца.**

Окно **Approach Settings** (открывается кнопкой Панели управления окна **Approach**) содержит дополнительные параметры проведения подвода.

Табл. 35. Дополнительные параметры проведения подвода

Параметр	Описание
Группа параметров **Common**	
CoordUnits	Единицы измерения всех расстояний, приводимых в данной таблице. Возможные значения: • **nm** – нанометры; • **mm** – миллиметры; • **steps** – шаги шагового двигателя.
RateUnits	Единицы измерения всех скоростей подвода, представленных в данной таблице. Возможные значения: • **nm/sec** – нанометры в секунду; • **mm/sec** – миллиметры в секунду; • **CU (Conventional Units)** – аналог скоростям программы Nova P8; • **steps/sec** – количество шагов шагового двигателя в секунду.
Coordinate	Текущее положения мотора подвода.
OneStepDelta	Величина одного шага подвода при пошаговом управлении подводом кнопкой (может быть не равен одному шагу шагового двигателя).
Группа параметров **Move Parameters**	
ForwDelta	Расстояние, на которое осуществится подвод при нажатии кнопки (расположенной на Дополнительной панели окна **Approach**).
BackDelta	Расстояние, на которое осуществится отвод при нажатии кнопки (расположенной на Панели управления окна **Approach**).
ForwRate	Скорость подвода при запуске подвода кнопкой (расположенной на Дополнительной панели окна **Approach**).

Параметр	Описание
BackRate	Скорость отвода при запуске отвода кнопкой (расположенной на Панели управления окна **Approach**).
Группа параметров **Landing Forward**	
ZLevelLand, %	Величина, характеризующая степень выдвижения сканера, по достижении которой скорость подвода изменит свое значение со **StartRate** на **LandRate**.
ZLevelBack, %	Величина, характеризующая степень выдвижения сканера, по достижении которой подвод прекратится, и запустятся шаги отвода для вывешивания сканера. *ПРИМЕЧАНИЕ. Вывешиванием сканера называется момент, когда мотор, передвигающий сканер, отводится на несколько шагов назад, чтобы не касаться сканера во избежание перемещения сканера вперед за счет инерции. В момент вывешивания сканер неподвижен за счет сил трения.*
StartRate	Начальная скорость при запуске подвода кнопкой .
LandRate	Скорость подвода, начиная с момента, когда сканер станет выдвинут на величину **ZLevelLand, %**
Zaverage	Количество измерений положения сканера. По результатам измерений будет вычислено среднее значение.
FBReScale	Увеличивает/уменьшает интегральный коэффициент усиления обратной связи **IScale** на время подвода.
Группа параметров **Landing Backward**	
ZLevelStop, %	Величина, характеризующая степень выдвижения сканера, по достижении которой отвод прекратится.
ZLiftRate	Скорость отвода, начиная с момента, когда сканер станет выдвинут на величину **ZLevelBack, %**.
ZDeltaStop, %	Величина, характеризующая изменение выдвижения сканера, по достижении которой отвод прекратится.
DZEnabled	Включает/выключает использование параметра **ZDeltaStop** для завершения отвода.

Параметр	Описание
BackSteps	Определяет количество шагов отвода для вывешивания сканера после достижения контакта с образцом и выведения сканера в рабочее положение – середину диапазона.
Группа параметров **Fine Landing**	
FineEnabled	Включение/выключение режима регулирования скорости подвода по мере изменения сигнала обратной связи и приближения его к заданному значению **SetPoint**.
FBRateFall	Выбор режима сброса скорости (со стартовой **StartRate** до скорости подвода **LandRate**). • **On** – линейный сброс скорости по мере приближения значения сигнала обратной связи к значению **SetPoint**. • **Off** – скачкообразный сброс скорости при срабатывании условия **FBDeflGate**.
FBDeflGate, %	Уровень отклонения сигнала обратной связи от начального значения (**FBMoveAverage** = 0) или от плавающего среднего (**FBMoveAverage** = 1), при котором зонд входит в зону контакта с образцом, в связи с чем алгоритм подвода уменьшает скорость для более безопасного и плавного вхождения в контакт.
FBAverage	Количество измерений амплитуды колебаний кантилевера. По результатам измерений будет вычислено среднее значение.
FBMoveAverage	Включает режим измерения плавающего среднего сигнала обратной связи по значениям **FBAverage**. Резкое отклонение (> **FBDeflGate**) текущего сигнала обратной связи от среднего используется при определении контакта с образцом.
Группа параметров **Touch Landing**	
TouchEnabled	Включает/выключает алгоритм мягкого подвода.

Параметр	Описание
TouchStartBy	Запуск алгоритма мягкого подвода: • **OnStart** – запуск алгоритма мягкого подвода производится после нажатия кнопки . • **OnFineSense** – запуск алгоритма мягкого подвода, начиная с момента, когда зонд входит в зону контакта с образцом (условие **FineLanding → FBDeflGate**). • **OnZsense** – запуск алгоритма мягкого подвода, начиная с момента, когда обратная связь начинает втягивать сканер (условие **Landing Forward → ZLevelLand**)
TouchSteps	Расстояние, на которое производится подвод между циклами выдвижения трубки (определяющего расстояние до образца), когда зонд находится далеко от поверхности.
TouchStepsFine	Расстояние, на которое производится подвод между циклами выдвижения трубки (определяющего расстояние до образца) после вхождения в зону контакта (условие **FineLanding → FBDeflGate**).
TouchStepsZr	Расстояние, на которое производится подвод между циклами выдвижения трубки (определяющего расстояние до образца) после контакта с образцом (условие **Landing Forward → ZLevelLand**), и до выведения трубки в середину диапазона (условие **Landing Forward → ZLevelBack**).
TouchZTune, msec	Время ожидания начала выдвижения Z-сканера на величину **TouchDZGate**.
TouchZWait, msec	Время перемещения Z-сканера на величину **TouchDZGate**.
TouchDZGate, %	Минимальное изменение положения Z-сканера за время **TouchZWait**. Определяет окончание выдвижения Z-сканера.
Группа параметров **Mag SetPoint Adjust**. Подвод в полуконтактном режиме с подстройкой параметра **SetPoint** для минимального взаимодействия с образцом.	

Параметр	Описание
AdjustMode	Включает/выключает режим подстройки параметра **SetPoint**. Подстройка параметра может проводиться по следующим методам: • **dZ Only** – метод установки параметра **SetPoint** по условию стабильности положения сканера по Z при изменении параметра **SetPoint**. Положение сканера по Z не меняется при варьировании параметра **SetPoint** при устойчивом контакте с образцом • **dPhase Only** – метод установки параметра **SetPoint** по скачкообразному изменению фазы в момент устойчивого контакта с образцом. • **dZ & dPhase** – метод установки параметра **SetPoint** по первому сработавшему методу (**dZ Only** или **dPhase Only**).
dSetPoint, nA	Величина одного шага, с которым производится подстройка параметра **SetPoint**.
Stop dPhase, °	Предельная величина, определяющая скачок фазы за шаг изменения параметра **SetPoint**, при превышении которой считается, что зонд вошел в устойчивый контакт с образцом.
PullOutZ, %	Максимальная величина выдвижения сканера, по достижении которой изменение параметра **SetPoint** прекращается в связи с выходом сканера из рабочей зоны – центральной области своего диапазона. Алгоритм переходит на следующий цикл подвода к поверхности и настройки параметра **SetPoint**.

4.5. Сканирование

Задание параметров сканирования, а также управление процессом сканирования осуществляется с помощью элементов окна**ScanForm** (см. Рисунок ниже). Данное окно открывается кнопкой

, расположенной на Панели основных операций (см. стр. 18).

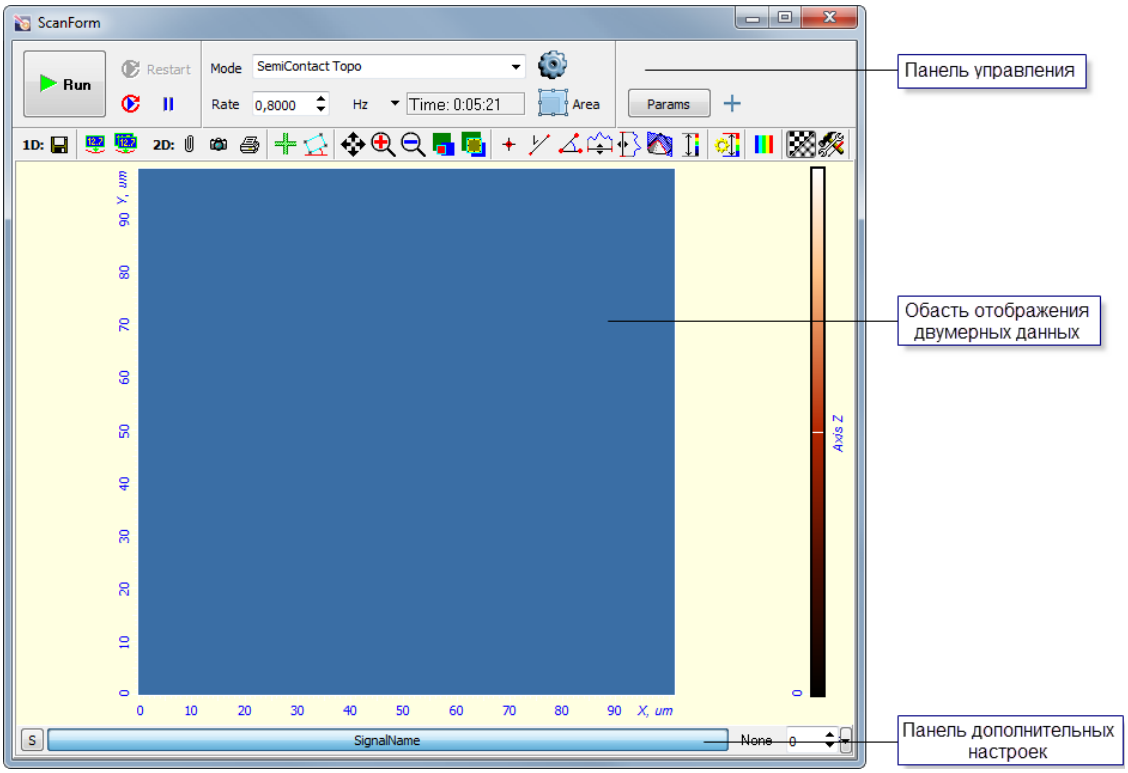


Рис. 68. Окно **ScanForm**

В верхней части окна **ScanForm** (см. Рисунок выше) расположена Панель управления сканированием.

Кнопки **Quick**, **Sections** Дополнительной панели окна **ScanForm** и кнопка **Params** Панели управления открывают дополнительные панели, позволяющие из окна **ScanForm** управлять процессом измерений.

Под Панелью управления расположена **область отображения двумерных данных сканирования**. В процессе сканирования в области отображения двумерных данных, строчка за строчкой, появляется изображение сканируемой поверхности. Каждый регистрируемый сигнал отображается в отдельной области отображения двумерных данных. В процессе сканирования можно менять контрастность получаемого изображения: либо с помощью мыши в области фрейма, либо при помощи ползунков на цветовой шкале. В верхней части области отображения двумерных данных расположена стандартная Панель инструментов двумерных данных (см. стр. 50).

В нижней части окна **ScanForm** (см. Рисунок выше) расположена Панель дополнительных настроек (см. стр. 89).

Сканирование

Процесс сканирования происходит следующим образом. Сканер осуществляет растровое перемещение зонда относительно образца. Направление строк, вдоль которых движется сканер, называется направлением быстрого сканирования. Перпендикулярное ему направление называется направлением медленного сканирования (см. Рисунок ниже). В получаемое изображение записываются данные, полученные либо на прямом, либо на обратном проходе, по направлению быстрого сканирования.

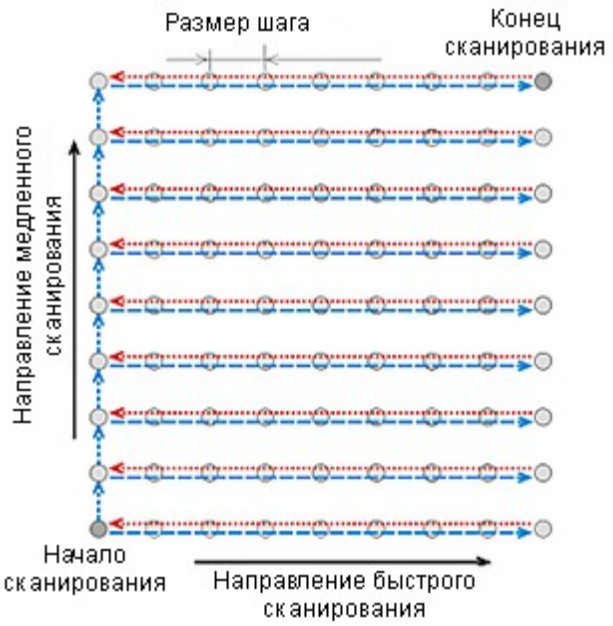


Рис. 69. Движение зонда в процессе получения данных

Табл. 36. Элементы Панели управления

Элемент панели	Описание
	Запускает/останавливает сканирование.
	Возобновляет сканирование с первой строки.
	Циклическое сканирование. Если данная кнопка нажата, то сканирование выбранного участка будет производиться многократно до остановки процесса пользователем. При повторном нажатии кнопки **Cyclic** сканирование завершается после окончания текущего цикла сканирования.
	Пауза в сканировании. Если кнопка нажата, то развертка по оси медленного сканирования останавливается, зонд продолжает сканировать текущую строку. Чтобы продолжить сканирование, следует еще раз нажать кнопку**Pause**.
Mode	Позволяет выбрать метод измерений.
Rate	Позволяет задать скорость сканирования (скорость перемещения зонда вдоль оси быстрого сканирования). Единица измерения скорости сканирования выбирается из списка справа от поля.

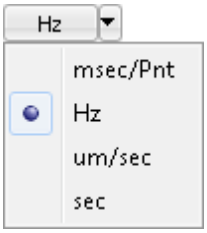
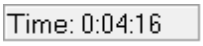
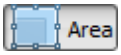
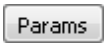
Элемент панели	Описание
	Позволяет выбрать единицы измерения скорости сканирования.
	Показывает сколько времени будет затрачено на получение СЗМ изображения при заданных параметрах.
	Открывает окно **ScanSettings** (см. стр. 94), позволяющее задавать дополнительные параметры сканирования.
	Открывает Панель задания параметров области сканирования.
	Открывает Панель дополнительных параметров сканирования. Данная панель предназначена для опытных пользователей.
	Открывает Дополнительную панель окна **ScanForm**.

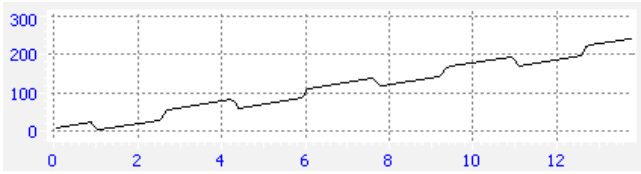
Табл. 37. Элементы Дополнительной панели окна **ScanForm**

Элемент панели	Описание
	Позволяет задать начальную точку и направление сканирования.
Driver	Позволяет выбрать сканер, которым будет осуществляться сканирование. *ПРИМЕЧАНИЕ. Возможность выбора сканера, которым будет осуществляться сканирование, доступна только для приборов, содержащих несколько сканеров.*
	Открывает Панель быстрого доступа к функциям других окон (см. стр. 96) , позволяющую из окна сканирования проводить следующие операции: • настройку системы регистрации; • настройку параметров пьезодрайвера; • подвод зонда к образцу.

Элемент панели	Описание
	Операции, выполняемые с помощью кнопок Панели быстрого доступа, осуществляются с настройками, заданными в соответствующих окнах программы.
Sections	Открывает Панель одномерных данных (см. стр. 101).

Если в процессе сканирования регистрируется несколько сигналов, каждый регистрируемый сигнал отображается в отдельной области отображения двумерных данных сканирования. Внизу каждой области отображения расположена Панель дополнительных настроек.

Табл. 38. Элементы Панели дополнительных настроек

Элемент панели	Описание
S	Отображает/скрывает **область построчного отображения измеряемого сигнала** (см. Рисунок ниже). В процессе сканирования в области построчного отображения измеряемого сигнала отображается профиль последней полностью отсканированной строки.  Рис. 70. Область построчного отображения измеряемого сигнала
SignalName	Отображает название измеряемого сигнала. Если данная кнопка нажата, то область отображения двумерных данных сканирования является активной.
None None 1 Order 2 Order 3 Order 4 Order Plane Surf 2	Позволяет выбрать тип вычитания наклона поверхности при сканировании: **None** – вычитание наклона отключено; **1 Order** – построчное вычитание аппроксимирующей кривой первого порядка; **2 Order** – построчное вычитание аппроксимирующей кривой второго порядка; **3 Order** – построчное вычитание аппроксимирующей кривой третьего порядка;

Элемент панели	Описание
	4 Order – построчное вычитание аппроксимирующей кривой четвертого порядка; **Plane** – вычитание плоскости из отсканированного изображения; **Surf 2** – вычитание поверхности второго порядка из отсканированного изображения.
1	Отображает номер текущего сканированного изображения в файле данных.

4.5.1. Параметры сканирования

Параметры сканирования задаются в окне **Scan Settings** (см. Рисунок ниже). По умолчанию в данном окне отображаются сигналы, стандартные для выбранного метода измерений.

Окно **Scan Settings** открывается кнопкой , расположенной на Панели управления окна **ScanForm** (см. стр. 89).

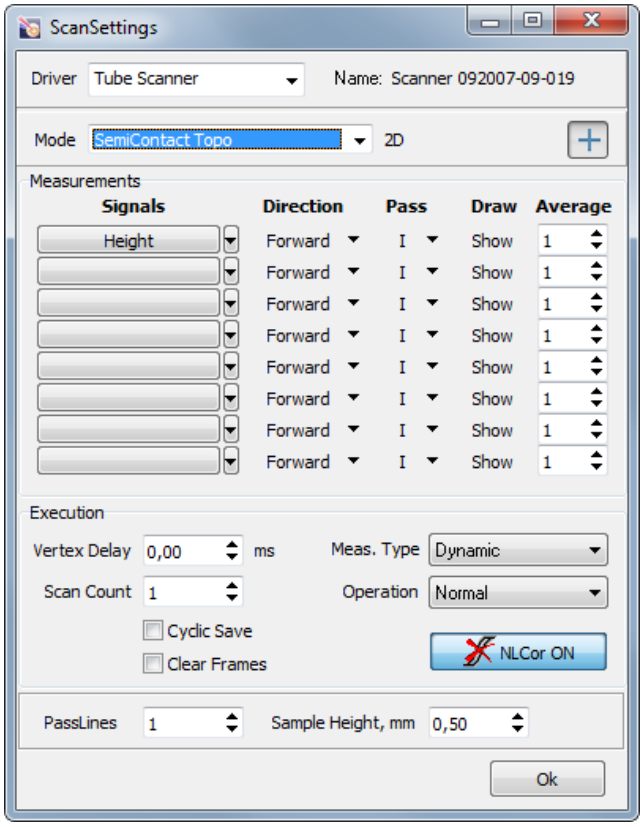


Рис. 71. Окно **Scan Settings**

Табл. 39. Элементы окна **ScanSettings**

Элемент панели	Описание
	Открывает Панель **Execution** и дополнительные параметры окна **Scan Settings**.
Mode	Позволяет выбрать метод измерений. Данный параметр дублируется на Панели управления окна **ScanForm**.
Driver	Позволяет выбрать сканер, которым будет осуществляться сканирование. Данный параметр дублируется на Дополнительной панели окна **ScanForm**.
Панель **Measurements** Позволяет выбрать сигналы, регистрируемые в процессе сканирования (столбец **Signals**). Для каждого регистрируемого сигнала задаются следующие параметры:	
Directions	Выбор направления быстрого сканирования, на котором будет регистрироваться сигнал (**Forward** – сигнал регистрируется на прямом ходе, **Backward** – сигнал регистрируется на обратном ходе);
Pass	Номер прохода, на котором будет регистрироваться сигнал; *ПРИМЕЧАНИЕ. Выбор номера прохода используется только при работе по многопроходным методикам.*
Draw	Отобразить/скрыть вывод изображения сигнала в отдельной области отображения двумерных данных окна **ScanForm** (см. стр. 89);
Average	Количество измерений в каждой точке. По результатам измерений будет вычислено среднее значение.
Панель **Execution**	
Vertex Delay	Время задержки перед началом сканирования новой строки.
Scan Count	Количество сканированных изображений выбранного участка. Процесс сканирования будет завершен после получения заданного количества изображений.
Cyclic Save	Если флажок установлен, то при циклическом сканировании каждое полученное изображение будет сохранено в виде отдельного фрейма.

Элемент панели	Описание
	Если флажок не установлен, то при циклическом сканировании будет сохранено только последнее полученное изображение.
Clear Frames	Если флажок установлен, то при циклическом сканировании, после получения изображения, область отображения двумерных данных очищается, далее начинается построчное получение нового изображения. Если флажок не установлен, то при циклическом сканировании, после получения изображения, начинается построчное получение нового изображения, при этом старые данные исчезают по мере получения новых.
	Включение/выключение программной коррекции нелинейности перемещений сканера. Если используется сканер без датчиков перемещения, корректируется нелинейность пьезокерамики сканера. Если используется сканер с датчиками перемещения, корректируется нелинейность датчиков.
Дополнительные параметры окна **Scan Settings**	
PassLines	Задержка отображения данных. Позволяет задать число строк сканирования, по окончании сканирования которых в области отображения двумерных данных начнет появляется изображение сканируемой поверхности.
Sample Height, mm	При сканировании образцом, для получения более точных результатов сканирования по осям X и Y следует учитывать высоту образца. Поле **Sample Height** позволяет задать высоту образца в мм.
Ok	Применяет сделанные изменения и закрывает окно **Scan Settings**.

4.5.2. Панель быстрого доступа

Панель быстрого доступа (см. Рисунок ниже) позволяет проводить из окна **ScanForm** (см. стр. 89) следующие операции:

- настройку системы регистрации;
- настройку параметров пьезодрайвера;
- подвод образца к зонду.

Операции, выполняемые с помощью кнопок Панели быстрого доступа, осуществляются с настройками, сделанными в соответствующих окнах.

Проводить операции с помощью элементов Панели быстрого доступа рекомендуется опытным пользователям.

Панель быстрого доступа открывается кнопкой Quick, расположенной на Дополнительной панели окна **ScanForm** (см. стр. 89).

Панель быстрого доступа содержит следующие свитки:

- **Aiming** (см. стр. 97);
- **Resonance** (см. стр. 99);
- **Approach** (см. стр. 100);
- **FB Adjust** (см. стр. 101).

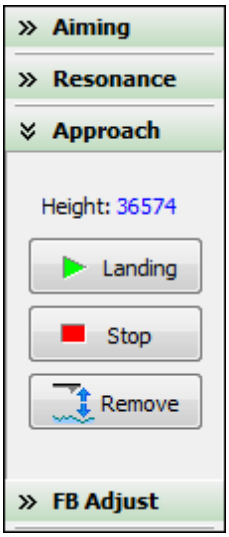


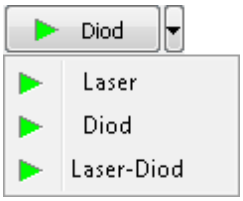
Рис. 72. Панель быстрого доступа

Свиток Aiming

Свиток **Aiming** предназначен для проведения настройки системы регистрации из окна **ScanForm**. Настройка системы регистрации, выполняемая с помощью кнопок свитка **Aiming**, производится с параметрами, заданными в окне **Laser-Diode Scanning** (см. стр. 69).

Рис. 73. Свиток **Aiming**

Табл. 40. Элементы свитка **Aiming**

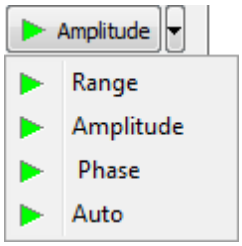
Элемент свитка	Описание
Laser	Отображает значение суммарного сигнала, поступающего со всех четырех секций фотодиода. Сигнал **Laser** пропорционален интенсивности попадающего на фотодиод лазерного излучения, отраженного от кантилевера.
DFL	Отображает значение разностного сигнала между верхней и нижней половинами фотодиода. Сигнал **DFL** пропорционален изгибу кантилевера по нормали.
LF	Отображает значение разностного сигнала между левой и правой половинами фотодиода. Сигнал **LF** пропорционален торсионному изгибу кантилевера.
	Позволяет проводить настройку системы регистрации: • **Laser** – запускает процедуру автоматического наведения лазерного луча на кантилевер. Аналогичную функцию выполняют кнопки , расположенные на Панели управления окна **Laser-Diode Scanning** (см. стр. 69), а также на Панели управления окна **Aiming Movers** (см. стр. 67); • **Diod** – запускает автоматическую подстройку положения фотодиода. Аналогичную функцию выполняют кнопки , расположенные на Панели управления окна **Laser-Diode Scanning** (см. стр. 69), а также на Панели управления окна **Aiming Movers** (см. стр. 67); • **Laser-Diode** – запускает автоматическую настройку системы регистрации. В процессе настройки происходит наведение лазерного луча на кантилевер, а также подстройка положения фотодиода.

Свиток Resonance

Свиток **Resonance** предназначен для проведения поиска резонансной частоты кантилевера (см. стр. 76) из окна **ScanForm**. Поиск резонансной частоты кантилевера, выполняемый с помощью кнопок свитка **Resonance**, производится с параметрами, заданными в окне **Resonance** (см. стр. 76).

Рис. 74. Свиток **Resonance**

Табл. 41. Элементы свитка **Resonance**

Элемент свитка	Описание
Mag	Отображает текущее значение амплитуды колебаний кантилевера.
Phase	Отображает текущее значение сдвига фаз между выходным сигналом генератора и опорным сигналом.
Quality	Добротность кантилевера. Добротность рассчитывается по окончании поиска резонансной частоты по форме резонансного пика.
	Позволяет проводить поиск резонансной частоты кантилевера: • **Range** – запускает измерение частотных зависимостей амплитуды (сигнал **Mag**) и сдвига фазы (сигнал **Phase**) колебаний кантилевера. По окончании измерений полученные частотные зависимости отобразятся на вкладке **Resonace** Панели одномерных данных окна **ScanForm** (см. стр. 89); • **Amplitude** – запускает подстройку значения амплитуды колебаний кантилевера (сигнал **Mag**) к значению, задаваемому на Панели параметров частотных зависимостей окна **Resonace** (см. стр. 79). Аналогичную функцию выполняет кнопка Панели дополнительных настроек окна **Resonace**;

Элемент свитка	Описание
	• **Phase** – запускает подстройки значения сдвига фаз к значению, задаваемому на Панели параметров частотных зависимостей окна **Resonace** (см. стр. 79). Аналогичную функцию выполняет кнопка Панели дополнительных настроек окна **Resonace**; • **Auto** – запускает настройку параметров пьезодрайвера. После нажатия на данную кнопку будут измерены частотные зависимости амплитуды колебаний кантилевера (сигнал **Mag**) и сдвига фазы (сигнал **Phase**), а также произойдет подстройка значения амплитуды выходного сигнала и значения сдвига фаз к значениям, заданным на Панели параметров частотных зависимостей окна **Resonace** (см. стр. 79). Аналогичную функцию выполняет кнопка Панели дополнительных настроек окна **Resonace**,

Свиток Approach

Свиток **Approach** предназначен для проведения подвода образца к зонду (см. стр. 83) из окна **ScanForm**. Подвод образца к зонду, выполняемый с помощью кнопок свитка **Approach**, производится с параметрами, заданными в окне **Approach** (стр. 83).

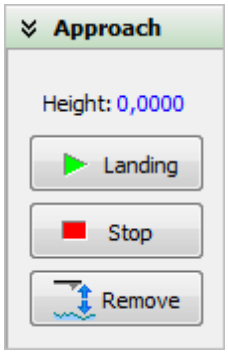


Рис. 75. Свиток **Approach**

Табл. 42. Элементы свитка **Approach**

Элемент свитка	Описание
Height	Отображает значение расстояния, на которое переместился шаговый двигатель по вертикали, относительно исходного положения.
	Запускает подвод образца к зонду.

Элемент свитка	Описание
Stop	Останавливает подвод образца к зонду.
Remove	Отводит образец от зонда на расстояние, заданное в поле **BackDelta** окна **Approach Settings** (открывается кнопкой Панели управления окна **Approach**).

Свиток FB Adjust

Свиток **FB Adjust** предназначен для настройки коэффициента усиления цепи обратной связи после подвода зонда к образцу.

При нажатии кнопки **Run** значение коэффициента усиления подбирается таким образом, чтобы генерация сигнала отсутствовала.

Кнопка открывает окно параметров настройки коэффициента усиления.

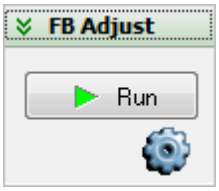


Рис. 76. Свиток **FB Adjust**

4.5.3. Отображение одномерных данных в окне сканирования

Панель одномерных данных (см. Рисунок ниже), расположенная в окне **ScanForm** (см. стр. 89), предназначена для отображения сигналов, являющихся функцией одной переменной. Данная панель открывается кнопкой Sections, расположенной на Дополнительной панели окна **ScanForm** (см. стр. 89).

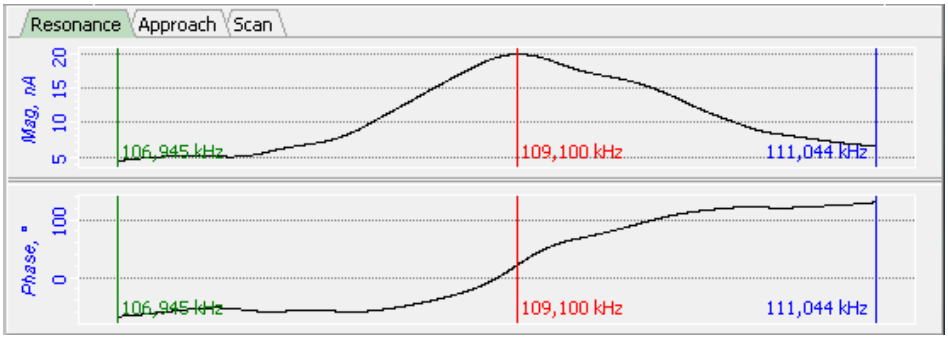


Рис. 77. Панель одномерных данных

Панель одномерных данных (см. Рисунок выше) содержит три вкладки:

- Вкладка **Resonance** – предназначена для отображения графиков частотных зависимостей сигналов в процессе проведения настройки параметров пьезодрайвера. На вкладке**Resonance** может одновременно отображаться один или два графика, в зависимости от количества исследуемых сигналов. Данная вкладка является аналогом **области построения графиков**, расположенной в окне **Resonance** (см. стр. 76);

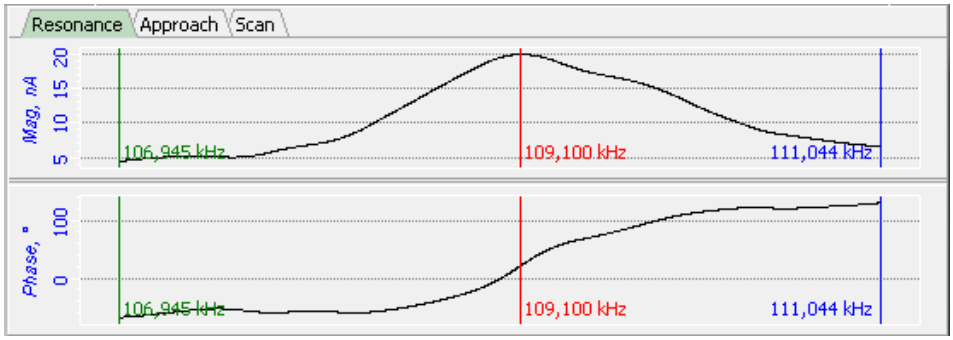


Рис. 78. Вкладка **Resonance**

- Вкладка **Approach** – предназначена для отображения временных зависимостей сигналов. При проведении процедуры подвода с помощью элементов Панели быстрого доступа (см. стр. 96), на вкладке **Approach** отображается временная зависимость сигнала **Height** (степени выдвижения пьезотрубки сканера). Данная вкладка является аналогом Программного осциллографа (см. стр. 61);

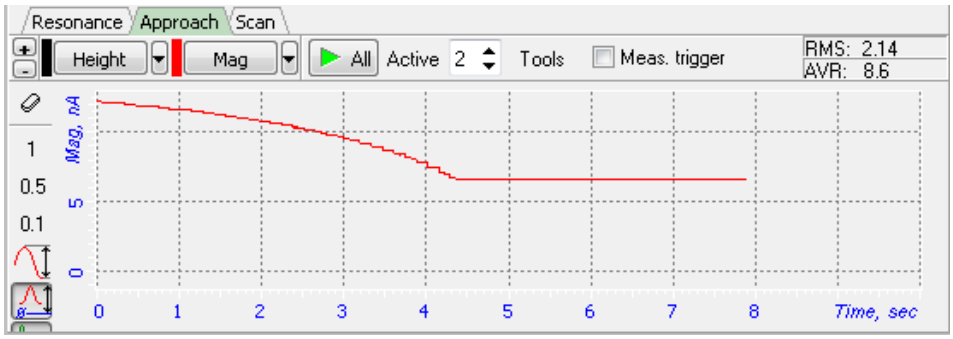


Рис. 79. Вкладка **Approach**

- Вкладка **Scan** – предназначена для отображения временных зависимостей сигналов, регистрируемых в процессе сканирования.

  В правой части вкладки **Scan** расположен экран осциллографа, содержащий стандартную Панель инструментов одномерных данных (см. стр. 39).

  Список **Signals**, расположенный в левой части вкладки **Scan**, содержит кнопки с названиями регистрируемых сигналов. Для отображения на программном осциллографе исследуемого сигнала, нажмите кнопку с его названием, расположенную в списке **Signals**. Слева от названия сигнала расположена цветная полоса, данным цветом выбранный сигнал будет отображаться на экране осциллографа.

  Список **Sub**, расположенный справа от списка **Signals** позволяет выбрать тип вычитания наклона поверхности для каждого исследуемого сигнала.

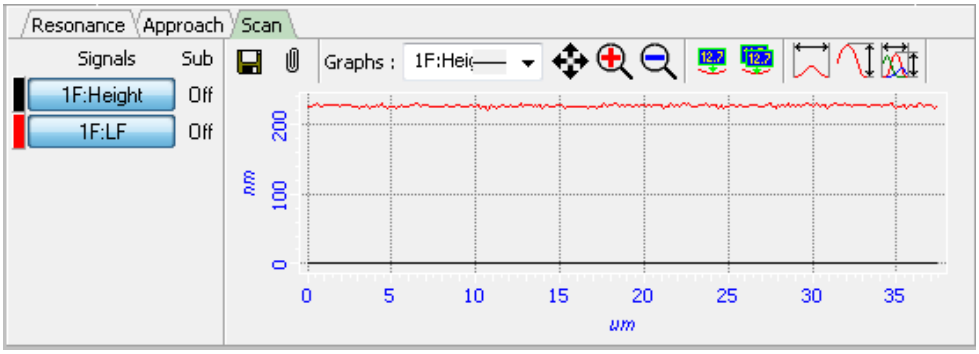


Рис. 80. Вкладка **Scan**

4.5.4. Выбор области сканирования

Область сканирования выбирается в пределах максимального поля сканирования. В программе существует возможность задать область сканирования под произвольным углом. Следует иметь ввиду, что при сканировании без датчиков положения, не рекомендуется сканировать под углом к осям координат сканера, поскольку из-за нелинейности пьезокерамики результаты сканирования могут быть некорректными.

Задать размер и положение области сканирования можно при помощи мыши, при нажатой кнопке . Кроме того, для более точного задания параметров области сканирования предназначена панель, открывающаяся при нажатии кнопки

. В нижней части панели параметров расположены дополнительные элементы настройки, которые появляются при нажатии кнопки .

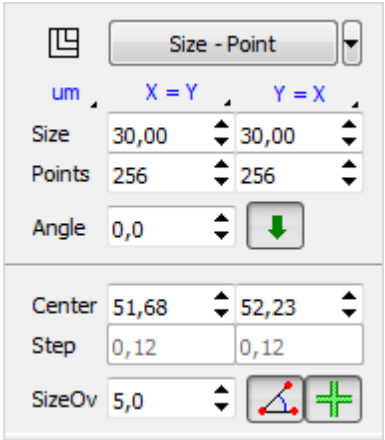
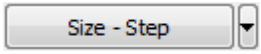


Рис. 81. Панель задания параметров области сканирования

Табл. 43. Элементы Панели задания параметров области сканирования

Элемент	Описание
	Открывает окно выбора области сканирования.

	Переключатель, позволяющий из трех взаимосвязанных параметров **Size**, **Step**, **Points** выбрать два, значения которых требуется изменить.
Center	Координаты центра области сканирования (в мкм). За начало отсчета принимаются координаты левого нижнего угла максимальной области сканирования.
Size	Размер области сканирования по данной оси (в мкм).
Step	Шаг между точками сканирования по данной оси (в мкм).
Points	Количество точек сканирования по данной оси.
Angle	Угол поворота области сканирования относительно осей XY. Данное поле появляется только при нажатой кнопке .
SizeOv	Увеличивает реальную область сканирования по отношению к отображаемой. Значение задается в процентах к размеру области сканирования. Применение данной функции позволяет избежать крипа по оси Z, возникающего при изменении направления движения сканера.
	Открывает дополнительную панель.
	При нажатой кнопке появляется поле **Angle** для задания угла поворота области сканирования относительно осей XY.
	При нажатой кнопке положение зонда "привязывается" к положению области сканирования.

Правила изменения размеров области сканирования определяются значениями в названиях столбцов (для изменения значения щелкните мышью на названии столбца):

X, Y – размер области сканирования по каждой из осей меняется независимо;

X~Y, Y~X – при изменении размера области сканирования по одной из осей, пропорционально будет меняться размер по другой оси;

X=Y, Y=X – квадратная область сканирования.

Параметры **Size**, **Step**, **Points** связаны следующим соотношением:

Size = Step × Points.

4.6. Спектроскопия

Для проведения спектроскопических измерений предназначено окно **Spectroscopy.** Данное окно открывается кнопкой

, расположенной на Панели основных операций (см. стр. 18). В процессе измерений производится регистрация одномерных данных, результаты измерений отображаются на графике. Наиболее часто используемыми являются зависимости различных сигналов от степени выдвижения пьезосканера (Z) и величины приложенного напряжения (BV).

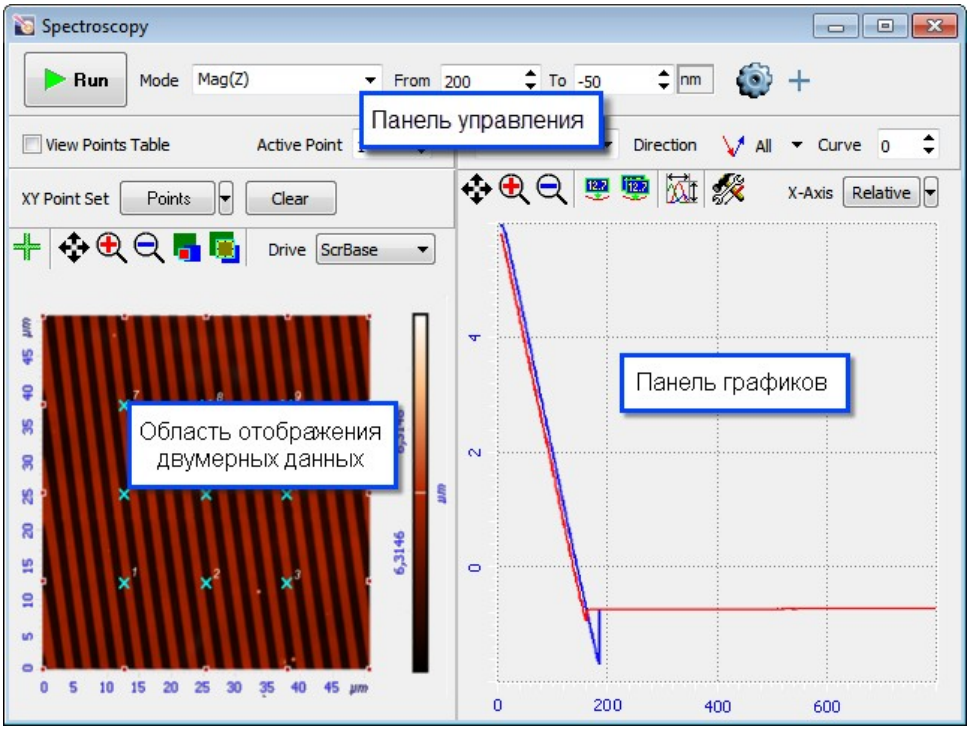


Рис. 82. Окно **Spectroscopy**

Окно **Spectroscopy** (см. Рисунок выше) содержит следующие панели:

- Панель управления (см. стр. 105);
- Область отображения двумерных данных (см. стр. 106);
- Панель графиков (см. стр. 108).

Панель управления

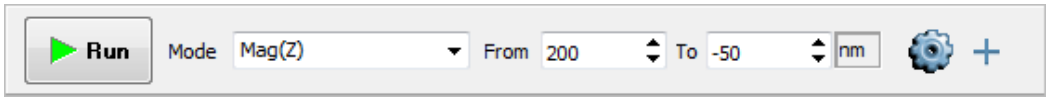


Рис. 83. Панель управления

Табл. 44. Элементы Панели управления

Элемент панели	Описание
	Запускает/останавливает процесс измерений.
Mode	Позволяет выбрать метод измерений.
From, To	Позволяют задать пределы изменения аргумента функциональной зависимости.
	При выборе метода измерений, устанавливаются параметры спектроскопии, заданные в программе управления по умолчанию. При необходимости, можно изменить параметры спектроскопии на Панели параметров спектроскопии (см. стр. 110). Данная панель открывается в окне **Spectroscopy** после нажатия кнопки .
	Открывает диалоговое окно Spectro Settings (см. стр. 112), предназначенное для задания дополнительных параметров спектроскопии.

Область отображения двумерных данных

Панель выбора способа проведения измерений (см. Рисунок ниже) предназначена для выбора способа установки точек, в которых будут произведены измерения.

Существует возможность выбрать одну или несколько точек в произвольных точках полного поля сканирования, а также задать набор точек, расположенных на одной линии или в узлах прямоугольной сетки.

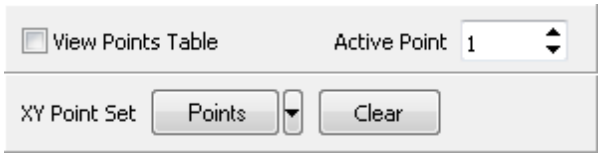


Рис. 84. Панель выбора способа проведения измерений

Табл. 45. Элементы Панели выбора способа проведения измерений

Элемент панели	Описание
View Points Table	Если флажок установлен, в нижней части окна **Spectroscopy** отображается Таблица параметров проведения измерений (см. стр. 109), в которой можно задать параметры измерений независимо для каждой точки.

Элемент панели	Описание
Active Point	Номер точки, для которой справедливы параметры измерений, отображаемые на Панели параметров спектроскопии (см. стр. 110). После проведения измерений на графике (см. стр. 108) будут отображаться результаты измерений, полученные в данной точке.
XY Point Set	Способ задания точек проведения измерений. **Points** – измерения будут проводиться в произвольно выбранных точках. Точки проведения измерений устанавливаются щелчком мыши при нажатой клавише <Ctrl>. **Line** – измерения будут проводиться в точках поверхности, лежащих на заданном отрезке. Задайте отрезок, нажав и удерживая левую клавишу мыши. Далее задайте необходимое количество точек в поле, расположенном справа от данной кнопки (см. Рисунок ниже). В результате заданное количество точек будет равномерно распределено на выбранном отрезке. Для отображения точек на заданном отрезке следует перейти в режим **Points**. **Grid** – измерения будут проводиться в узлах сетки. Задайте область проведения измерений, нажав и удерживая левую клавишу мыши. Задайте сетку, по которой будут проводиться измерения, указав количество точек в строках и столбцах, в полях, расположенных справа от данной кнопки (см. Рисунок ниже). В результате точки проведения измерений будут распределены по узлам сетки. Для отображения точек на заданной сетке перейдите в режим **Points**.
Clear	Удаляет все заданные точки проведения измерений, кроме активной.
Driver	Позволяет выбрать сканер, с помощью которого будут осуществляться измерения. *ПРИМЕЧАНИЕ. Возможность выбора сканера, доступна только для приборов, содержащих несколько сканеров.*

Панель графиков

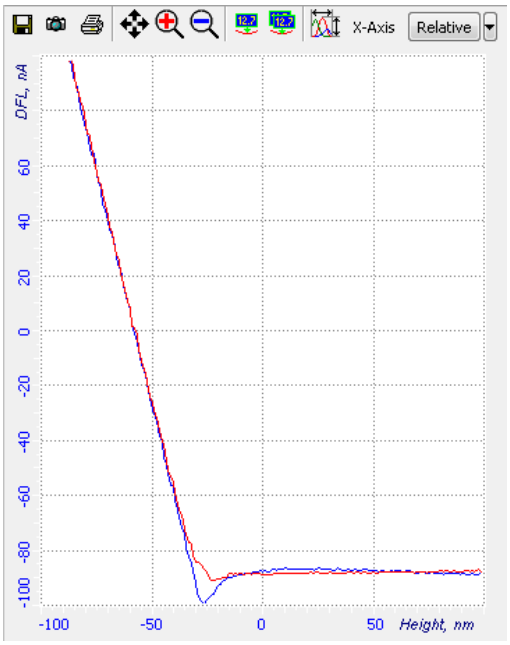


Рис. 85. Панель графиков

Панель графиков предназначена для отображения одномерных данных, полученных в результате проведения измерений. Панель графиков содержит стандартную Панель инструментов одномерных данных (см. стр. 39).

Табл. 46. Элементы Панели графиков

Элементы панели	Описание
SensHeight	Позволяет выбрать название сигнала, график которого будет отображаться на Панели графиков.
Direction	Позволяет выбрать вариант отображения результатов измерений: **All** – на прямом и обратном ходе; **Forw** – на прямом ходе; **Back** – на обратном ходе.
Curve	В процессе измерений в каждой точке может быть получено несколько графиков. Поле **Curve** позволяет выбрать номер графика, который будет отображаться на Панели графиков для выбранной точки. Номер точки задается в поле **Active Point** области отображения двумерных данных. При значении **Curve = 0** будут отображаться все графики, полученные в выбранной точке.

Элементы панели	Описание
X-Axis	Способ отображения значений по оси X: **Absolute** – в абсолютных единицах. За начало координат принимается значение аргумента, равное нулю; **Relative** – в относительных единицах. За начало координат принимается исходное значение аргумента. Заданный диапазон значений аргумента сдвигается в соответствии с новым положением начала координат.

Таблица параметров измерений

Таблица параметров измерений отображается в нижней части окна **Spectroscopy** если установлен флажок **View Points Table**. Таблица содержит список заданных точек, а также параметры проведения измерения в каждой точке.

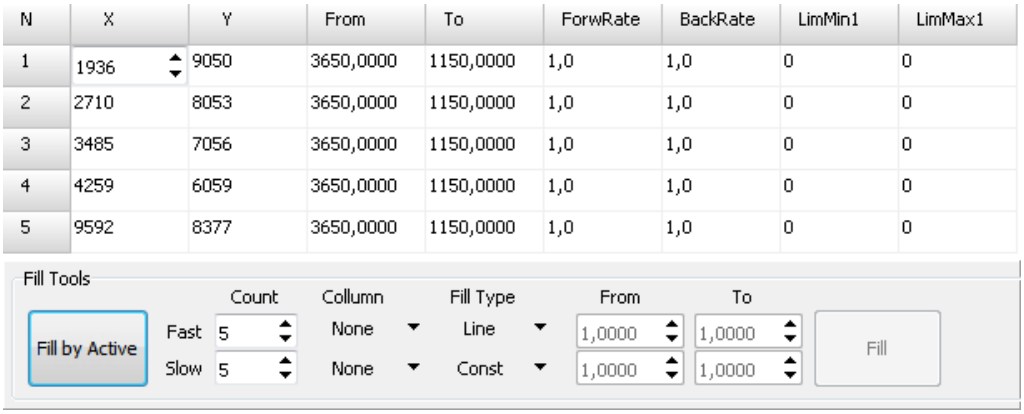


Рис. 86. Таблица параметров проведения измерений

После установки точки, в таблицу добавляется строка, содержащая название заданной точки, а также значения параметров проведения измерений в данной точке (координаты точки, диапазон значений аргумента, диапазон значений измеряемого сигнала, скорость изменения аргумента). По умолчанию для всех точек устанавливаются значения, заданные на Панели управления окна **Spectroscopy** (см. стр. 105).

Существует возможность задания значений параметров проведения измерений независимо для каждой точки, для этого следует ввести новые значения в нужных ячейках таблицы.

Панель **Fill Tools** содержит таблицу, предназначенную для изменения значений одного или двух параметров проведения измерений для заданного количества точек. Таблица состоит из двух строк **Fast** и **Slow**. Для изменения значений одного из параметров, в строке **Fast**:

- из раскрывающегося списка **Column** выберите параметр, значения которого требуется изменить;

- в поле ввода **Count** задайте количество точек, для которых требуется изменить значения выбранного параметра. Новые значения будут применяться для заданного количества точек с первой по **N**;
- из раскрывающегося списка **Fill Type** выберите способ применения новых значений выбранного параметра:
  - **Const** – после выбора данного пункта станет активным поле ввода **From**, в котором требуется задать новое значение выбранного параметра. Далее следует щелкнуть на кнопке **Fill**, в результате новое значение будет установлено для заданных точек;
  - **Line** – после выбора данного пункта станут активными поля ввода **From** и **To**, в которых требуется задать диапазон значений выбранного параметра. Далее следует щелкнуть на кнопке **Fill**, в результате заданный диапазон будет разбит на равные интервалы, новые значения будут установлены для заданных точек.

Строка **Slow** позволяет изменять значение второго параметра одновременно с параметром, заданным в строке **Fast**.

Кнопка **Fill by Active** применяет параметры проведения измерений, заданные для активной точки, ко всем выбранным точкам проведения измерений.

4.6.1. Параметры спектроскопии

При выборе метода измерений, устанавливаются параметры проведения спектроскопии, заданные для данного метода по умолчанию. При необходимости, изменить эти параметры можно на Панели параметров спектроскопии. Данная панель открывается кнопкой Панели управления окна **Spectroscopy**.

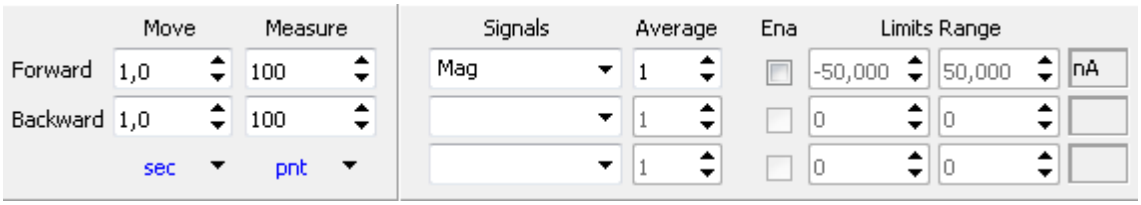


Рис. 87. Панель параметров спектроскопии

Табл. 47. Элементы Панели параметров спектроскопии

Элемент панели	Описание
Move	В зависимости от выбранных единиц измерения, позволяет задать скорость изменения аргумента, либо время, в течение которого он меняется (**Forward** – на прямом ходе, **Backward** – на обратном ходе). Единицы измерения выбираются в списке, расположенном под полями ввода.
Measure	Количество точек, в которых будут проводиться измерения (**Forward** – на прямом ходе, **Backward** – на обратном ходе).

Элемент панели	Описание
	Единицы измерения выбираются в списке, расположенном под полями ввода.
Signals	Измеряемый сигнал. Существует возможность регистрации до трех сигналов одновременно. *ПРИМЕЧАНИЕ. При выборе метода измерения, стандартный список сигналов для выбранного метода задается автоматически.*
Average	Количество измерений в каждой точке. По результатам измерений будет вычислено среднее значение.
Ena	Ограничение пределов измерения сигнала. Данная функция используется в тех случаях, когда есть риск слишком близко подвести зонд к поверхности и повредить зонд или образец. Если флажок установлен, то значения измеряемого сигнала ограничены диапазоном, заданным в полях ввода **Limits Range** Если флажок не установлен, изменение сигнала будет происходить по всему диапазону значений аргумента.
Limits Range	Позволяет задать диапазон значений измеряемого сигнала.

4.6.2. Дополнительные параметры спектроскопии

Дополнительные параметры спектроскопии задаются в окне **Spectro Settings** (см. Рисунок ниже). Окно открывается кнопкой , расположенной на Панели управления окна **Spectroscopy** (см. стр. 105).

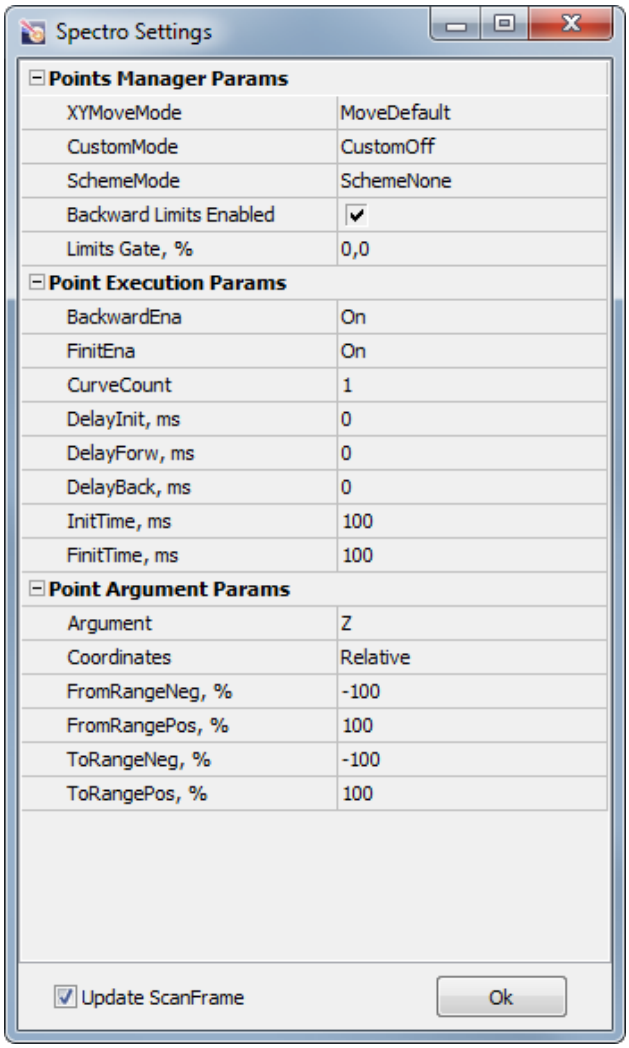


Рис. 88. Окно **Spectro Settings**

Рисунок ниже иллюстрирует изменение аргумента сигнала в процессе измерений. Процесс измерений заключается в регистрации сигналов на прямом (параметр **Forw**) и обратном ходе (параметр **Back**).

Прямой ход – измерение сигналов при изменении аргумента в диапазоне значений от **From** до **To**.

Обратный ход – измерение сигналов при изменении аргумента в диапазоне значений от **To** до **From**.

После запуска процесса измерений, значение аргумента сигнала за время **InitTime** достигает значения, заданного в поле **From**, и остается постоянным в течение времени **DelayInit**. Далее происходит измерение сигнала на прямом ходе со скоростью **Speed Forw**, заданной в поле **Move** Панели параметров спектроскопии (см. стр. 110). Когда

аргумент достигнет значения, заданного в поле **To**, измерения останавливаются. В течение времени **Delay Frow** значение аргумента остается постоянным. Далее происходит измерение сигнала на обратном ходе со скоростью **Speed Back**, заданной в поле **Move** Панели параметров спектроскопии. Когда аргумент достигнет значения, заданного в поле **From**, измерения останавливаются. В течение времени **DelayBack** значение аргумента остается постоянным. За время **FinitTime** значение аргумента достигает своего первоначального значения.

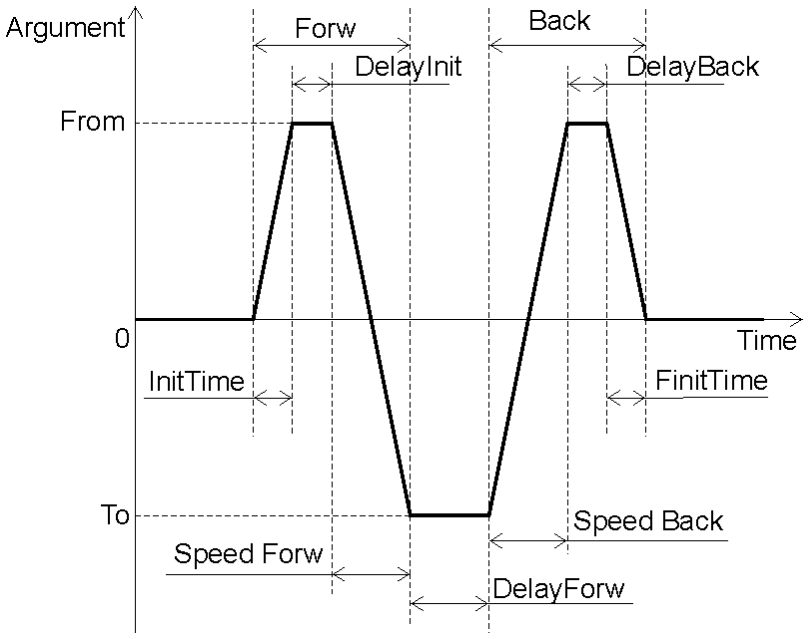


Рис. 89. Процесс спектроскопических измерений

Табл. 48. Группы параметров окна **Spectro Settings**

Параметр	Описание
Группа параметров **Points Manager Params**	
XYMoveMode	Позволяет задать способ перемещения зонда между точками, в которых происходят измерения: • **MoveDefault** – при движении зонда между точками шаблона устанавливается первоначальное значение аргумента; • **Lift Z** – после завершения измерений в точке размыкается цепь обратной связи, зонд отводится от поверхности образца. Далее происходит перемещение зонда к следующей точке, зонд подводится к поверхности образца, включается обратная связь, начинаются измерения.
CustomMode	Позволяет изменять набор столбцов Таблицы параметров проведения измерений (см. стр. 109).
Scheme Mode	Добавляет в Таблицу параметров проведения измерений (см. стр. 109) столбец **hvValueBV**, позволяющий задавать значение

Параметр	Описание
	постоянного напряжения, прикладываемого между зондом и образцом.
Backward Limits Enabled	Включает/отключает функцию ограничения сигнала на обратном ходе (диапазон ограничения задается в полях ввода **Limits Range** панели параметров спектроскопии). Если флажок установлен, то на обратном ходе диапазон измерения сигнала не ограничен.
Limits Gate	Точность, с которой значение сигнала должно попадать в диапазон **Limits Range** для того, чтобы ограничение вступило в силу.
Группа параметров **Point Execution Params**	
BackwardEna	Отображает/скрывает на Панели графиков результат измерений на обратном ходе.
FinitEna	• **On** – после проведения измерений в точке значение аргумента достигает своего первоначального значения за время **FinitTime**. Рекомендуется использовать данную функцию при проведении измерений с выключенной обратной связью; • **Off** – после проведения измерений в точке цепь обратной связи устанавливает значение аргумента равным первоначальному значению.
CurveCount	Количество измерений, проводимых в каждой точке.
DelayInit	Время, в течение которого значение аргумента сигнала остается равным значению, заданному в поле **From**, при проведении измерений на прямом ходе.
DelayForw	Время, в течение которого значение аргумента сигнала остается равным значению, заданному в поле **To**, при проведении измерений на прямом ходе.
DelayBack	Время, в течение которого значение аргумента остается равным значению, заданному в поле **From**, при проведении измерений на обратном ходе.
InitTime	Время, в течение которого значение аргумента достигнет заданного в поле **From**, при проведении измерений на прямом ходе.

Параметр	Описание
FinitTime	Время, в течение которого значение аргумента достигнет заданного в поля **From**, при проведении измерений на обратном ходе.
Группа параметров **Point Argument Params**	
Argument	Отображает на Панели графиков (см. стр. 108) название аргумента.
Coordinates	Позволяет задать способ отображения значений по оси X на Панели графиков (см. стр. 108): **Absolute** – в абсолютных единицах. За начало координат принимается значение аргумента, равное нулю; **Relative** – в относительных единицах. Текущее значение аргумента принимается за начало координат. Заданный диапазон значений аргумента сдвигается в соответствии с новым положением начала координат.
FromRangeNeg, **FromRangePos, %**	Позволяет ограничить диапазон возможных значений положения сканера (в процентах от возможного диапазона значений), задаваемых в поле ввода **From** Панели управления окна **Spectroscopy** (см. стр. 105).
ToRangeNeg, **ToRangePos, %**	Позволяет ограничить диапазон возможных значений положения сканера (в процентах от возможного диапазона значений), задаваемых в поле ввода **To** Панели управления окна **Spectroscopy** (см. стр. 105).

4.7. Литография

Управление процессом проведения литографии осуществляется с помощью элементов окна **Litho** (см. Рисунок ниже). Данное окно открывается кнопкой

, расположенной на Панели основных операций (см. стр. 18).

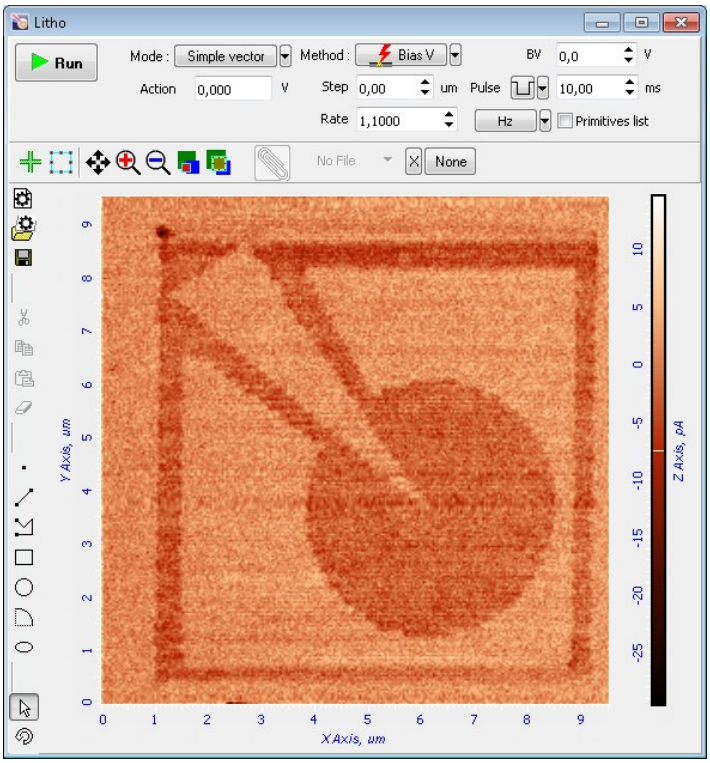


Рис. 90. Окно **Litho**

В программе Nova SPM реализовано два способа проведения литографии:

- векторный (см. стр. 117);
- растровый (см. стр. 124).

Набор элементов окна **Litho** зависит от способа проведения литографии.

4.7.1. Векторная литография

Векторная литография заключается в осуществлении воздействия на поверхность образца в процессе перемещения зонда по заранее выбранному векторному шаблону.

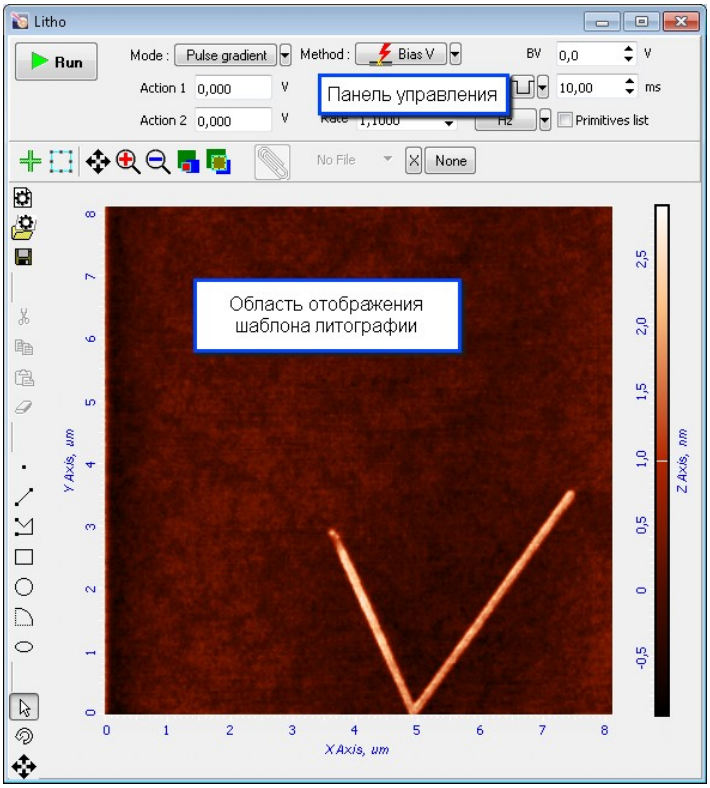


Рис. 91. Окно **Litho**

В Nova SPM реализованы четыре варианта проведения векторной литографии:

- простая векторная литография;
- градиентная литография;
- импульсная литография;
- импульсно-градиентная литография.

В верхней части окна **Litho** расположена **Панель управления** (см. стр. 118), позволяющая задавать параметры проведения литографии, а также запускать процесс выполнения литографии.

ПРИМЕЧАНИЕ. Вид Панели управления окна ***Litho*** *зависит от варианта проведения векторной литографии.*

Под Панелью управления расположена **Область отображения шаблона литографии**, позволяющая задавать границы проведения литографии, положение и размер объектов шаблона литографии, а также наблюдать за процессом проведения литографии. Если перед проведением литографии было проведено сканирование образца, то полученное изображение будет отображаться в Области отображения шаблона литографии. Это позволяет задавать границы проведения литографии, а также выбирать положение объектов литографии непосредственно на исследуемом образце.

Панель управления векторной литографией

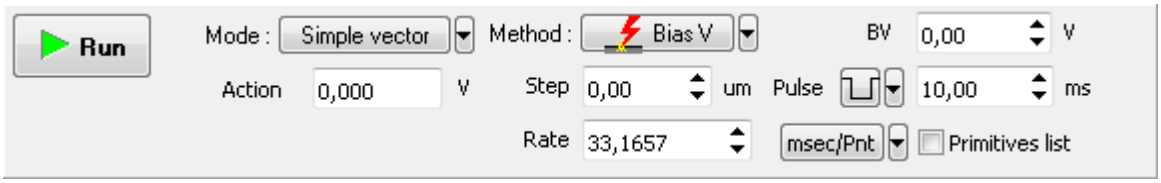
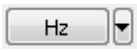


Рис. 92. Панель управления векторной литографией

Табл. 49. Элементы Панели управления векторной литографией

Элемент панели	Описание
Run	Запускает процесс литографии. В процессе литографии кнопка **Run** меняется на кнопку Stop. Под кнопкой **Stop** появляется шкала, на которой голубым цветом отображается процент выполнения литографии.
Mode	Позволяет выбрать вариант проведения литографии: **Simple vector** – простая векторная литография. Величина уровня воздействия остается постоянной в течение всего времени проведения литографии; **Gradient** – градиентная литография. Величина уровня воздействия линейно изменяется в заданном диапазоне; **Pulse** – импульсная литография. Воздействие на образец осуществляется в виде импульсов с постоянным уровнем воздействия; **Pulse gradient** – импульсно-градиентная литография. Содержит в себе два способа выполнения литографии: импульсный и градиентный. Воздействие на образец осуществляется в виде импульсов с величиной воздействия, изменяемой в заданном диапазоне.
Method	Позволяет выбрать метод проведения литографии: **Bias V** – зарядовая литография. В процессе литографии между зондом и образцом прикладывается заданное напряжение; **Set point** – силовая литография. В процессе литографии поддерживается заданная сила воздействия на образец;

Элемент панели	Описание
	Current – токовая литография. В процессе литографии между зондом и образцом прикладывается напряжение. Значение прикладываемого напряжения регулируется таким образом, чтобы поддерживать заданную силу тока.
Action	Позволяет задать величину воздействия на образец при движении зонда по линиям и в точках шаблона.
Action 1, Action 2	Позволяет задать диапазон, в котором будет изменяться величина воздействия на образец. В поле ввода **Action 1** вводят начальное значение величины воздействия на образец, в поле ввода **Action 2** – конечное.
Step	Позволяет задать величину шага между импульсами. Используется только для импульсного или импульсно-градиентного варианта проведения литографии.
Rate	Позволяет задать скорость перемещения зонда относительно поверхности образца при литографии.
	Позволяет выбрать единицу измерения скорости перемещения зонда относительно поверхности образца.
BV	Используется только при проведении зарядовой литографии. Позволяет задать величину воздействия на образец при движении зонда к началу шаблона, между объектами шаблона, а также к центральной точке после завершения литографии.
BV_SP	Используется только при проведении токовой литографии. Позволяет задать величину воздействия на образец при движении зонда к началу шаблона, между объектами шаблона, а также к центральной точке после завершения литографии.
SetPoint	Используется только при проведении силовой литографии. Позволяет задать величину воздействия на образец при движении зонда к началу шаблона, между объектами шаблона, а также к центральной точке после завершения литографии.
Pulse	Позволяет задать время импульса.
	Позволяет задать форму импульса.

Элемент панели	Описание
Primitives list	При установленном флажке в правой части окна **Litho** отображается **Таблица параметров шаблона литографии**, позволяющая задавать параметры проведения литографии для каждого заданного шаблона.

Таблица параметров шаблона литографии

Таблица параметров шаблона литографии (см. Рисунок ниже) отображается в окне литографии при установленном флажке **Primitives list**. Таблица содержит список объектов шаблона литографии, а также параметры проведения литографии.

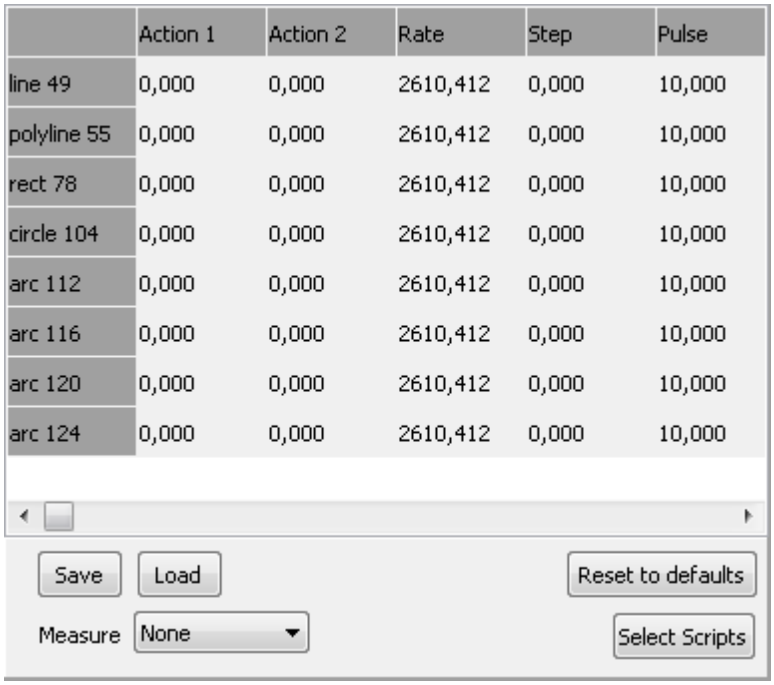


Рис. 93. Таблица параметров шаблона литографии

После добавления нового объекта шаблона литографии в таблицу добавляется строка, содержащая название объекта, а также параметры проведения литографии. По умолчанию для заданного объекта устанавливаются параметры, заданные на Панели управления окна **Litho**.

Существует возможность задания различных параметров проведения литографии для каждого объекта. Для изменения параметров проведения литографии введите новые значения в нужных ячейках таблицы. Для изменения параметров проведения литографии одновременно для нескольких объектов, выделите нужные объекты щелкнув мышью на их названии при нажатой клавише <Ctrl>. После этого при изменении одного из параметров объекта будут изменяться параметры всех выделенных объектов.

ВНИМАНИЕ! Параметры проведения литографии, заданные в таблице параметров, применяются только тогда, когда Таблица параметров шаблона литографии открыта, в противном случае при проведении литографии применяются параметры, заданные на Панели управления литографией.

Под Таблицей параметров шаблона литографии расположены следующие элементы:

Save – открывает диалоговое окно для сохранения параметров шаблона литографии в файл с расширением ***.litx**;

Load – открывает диалоговое окно для загрузки сохраненных ранее параметров шаблона литографии;

Reset to defaults – устанавливает параметры проведения литографии, заданные в Таблице параметров, равными параметрам, заданным на Панели управления окна **Litho**.

Шаблон литографии

В центральной части окна **Litho** расположена область, предназначенная для задания объектов шаблона литографии. В верхней части расположена стандартная Панель инструментов двумерных данных (см. стр. 50). В левой части области расположена **Панель инструментов шаблона литографии**, предназначенная для выбора типа, а также способа построения объектов литографии.

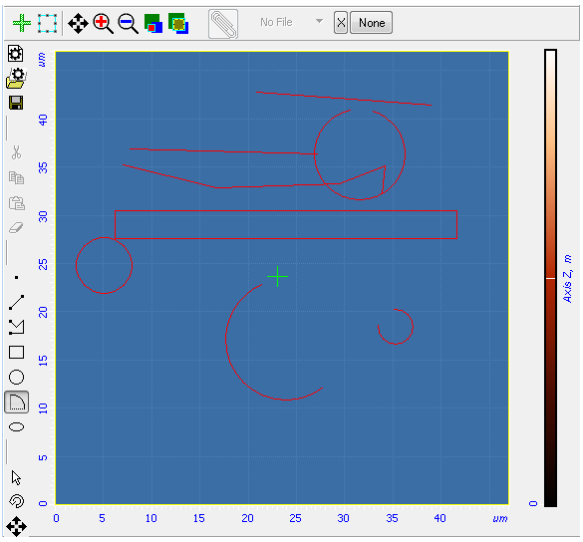


Рис. 94. Область отображения шаблона литографии

Табл. 50. Элементы Панели инструментов шаблона векторной литографии

Элемент панели	Описание
New	Создает новый шаблон литографии.
Open	Загружает готовый шаблон литографии из файла с расширением ***.dxf** (формат данных программы AutoCAD).
Save	Открывает диалоговое окно для сохранения шаблона.
Cut	Удаляет из шаблона выделенные объекты и помещает их в буфер обмена. Инструмент доступен только если выделен хотя бы один объект шаблона.
Copy	Помещает выделенный объект в буфер обмена. Инструмент доступен только если выделен хотя бы один объект шаблона.
Paste	Вставляет содержимое буфера обмена в поле шаблона.
Delete	Безвозвратно удаляет выделенный объект. Инструмент доступен только если выделен хотя бы один объект шаблона.
Point	Объект точка. Положение объекта задается щелчком мыши в области отображения шаблона литографии.
Line	Объект отрезок прямой. Начало и конец отрезка задаются щелчками мыши в области отображения шаблона литографии.
PolyLine	Объект ломаная линия. Отрезки ломаной линии задаются щелчками мыши. По окончании задания ломаной линии, конечная точка фиксируется щелчком правой кнопки мыши в области отображения шаблона литографии.

Элемент панели	Описание
Rect	Объект прямоугольник. В дальнейшем, если редактирование данного объекта разрешено (кнопка не нажата), его размеры и форму можно менять произвольным образом, «потянув» за нужный угол, либо сторону в области отображения шаблона литографии.
Circle	Объект окружность. В дальнейшем, если редактирование данного объекта разрешено (кнопка не нажата), его размеры и форму можно менять произвольным образом, «потянув» за нужную сторону в области отображения шаблона литографии.
Arc	Объект дуга. Чтобы нарисовать дугу, проведите отрезок прямой, а затем вытяните дугу за любую точку между концами отрезка. В дальнейшем, если редактирование данного объекта разрешено (кнопка не нажата), его размеры и форму можно менять произвольным образом, «потянув» за нужную сторону в области отображения шаблона литографии.
Ellipse	Объект эллипс. В дальнейшем, если редактирование данного объекта разрешено (кнопка не нажата), его размеры и форму можно менять произвольным образом, «потянув» за нужную сторону в области отображения шаблона литографии.
Select	Выделение объекта. После щечка на данной кнопке появляется курсор. При наведении курсора на объект, объект становиться желтого цвета. Для выделения объекта щелкните на нем курсором мыши. Выделенный объект отображается белым цветом. Для выделения нескольких объектов одновременно удерживайте клавишу <Ctrl>. Выбранные объекты можно перемещать, нажав и удерживая левую клавишу мыши.
Rotate	Вращает выделенные объекты. Выбранные объекты можно вращать, нажав и удерживая левую клавишу мыши.
Move All	Перемещение всего шаблона как единого целого. Для перемещения шаблона нажмите и удерживайте левую клавишу мыши.
Lock Transform	Запрет редактирования выделенного объекта. Если кнопка нажата функция редактирования заданных объектов не доступно.

Элемент панели	Описание
Show Grid	Отображает/скрывает сетку. Если кнопка нажата в области отображения шаблона литографии отображается сетка.
Snap to Grid	Если кнопка нажата объекты шаблона литографии перемещаются в области отображения шаблона литографии по узлам сетки.

4.7.2. Растровая литография

Растровая литография заключается в осуществлении воздействия зондом на поверхность образца в каждой из точек шаблона при движении вдоль строк шаблона. В качестве шаблона растровой литографии используют графический файл практически в любом растровом формате. Степень воздействия зонда на поверхность образца зависит от того, какое место данная точка занимает в спектре от белого до черного.

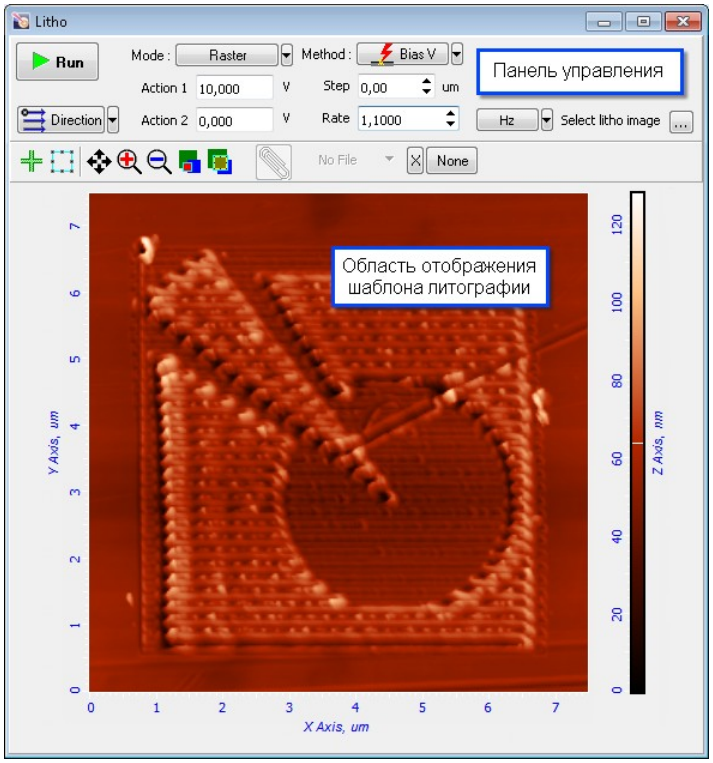


Рис. 95. Окно **Litho**

В верхней части окна **Litho** расположена **Панель управления** (см. Рисунок выше), позволяющая задавать параметры проведения литографии, а также запускать процесс литографии.

Под Панелью управления расположена **Область отображения шаблона литографии**, позволяющая задавать границы проведения литографии, выбирать размер

и расположение шаблона литографии, а также наблюдать за процессом проведения литографии.

Табл. 51. Элементы Панели управления растровой литографией

Элемент панели	Описание
	Запускает процесс литографии. В процессе литографии кнопка **Run** меняется на кнопку . Под кнопкой **Stop** появляется шкала, на которой голубым цветом отображается процент выполнения литографии.
Mode	Позволяет выбрать вариант проведения литографии. Для проведения растровой литографии должен быть выбран пункт **Raster** или **PulseRaster**.
Method	Позволяет выбрать метод проведения литографии: **Bias V** – зарядовая литография. В процессе литографии между зондом и образцом прикладывается заданное напряжение; **Set point** – силовая литография. В процессе литографии поддерживается заданная сила воздействия на образец; **Current** – токовая литография. В процессе литографии между зондом и образцом прикладывается напряжение. Значение прикладываемого напряжения регулируется таким образом, чтобы поддерживать заданную силу тока. При импульсной литографии в поле, расположенном справа от выбора метода, задается величина воздействия зонда на образец при движении зонда к началу шаблона и между импульсами.
	Позволяет выбрать направление проведения литографии, а также положение начальной точки из которой начнется процесс литографии.
Action 1	Позволяет задать величину воздействия на образец, в точках шаблона с цветом, соответствующим нижнему пределу цветовой шкалы (черный цвет).
Action 2	Позволяет задать величину воздействия на образец, в точках шаблона с цветом, соответствующим верхнему пределу цветовой шкалы (белый цвет).

Элемент панели	Описание
Step	Позволяет задать величину шага между строками, в которых будут произведены воздействия на образец.
Rate	Позволяет задать скорость перемещения зонда относительно поверхности образца при литографии. Единицы измерения скорости выбираются из списка справа от кнопки.
Pulse	Позволяет задать форму и время импульса.
Select litho image	Открывает диалоговое окно для выбора шаблона литографии. *ПРИМЕЧАНИЕ. Шаблоном для растровой литографии может служить изображение практически в любом современном растровом формате.*

4.8. Программно-электронное конфигурирование

Программно-электронное конфигурирование осуществляется в окне **Schemes** (см. Рисунок ниже). Окно **Schemes** открывается кнопкой

, расположенной на Панели дополнительных операций (см. стр. 18).

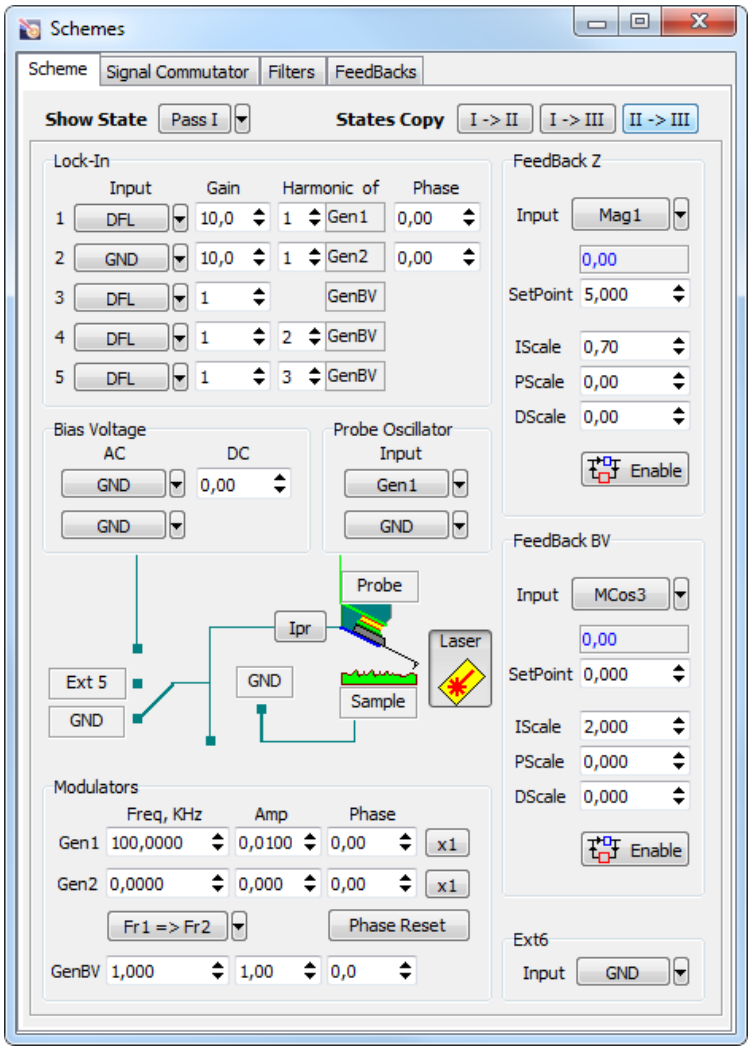


Рис. 96. Окно **Schemes**

Окно **Schemes** содержит 4 вкладки:

- вкладка **Scheme**;
- вкладка **Signal Commutator**;
- вкладка **Filters**;
- вкладка **FeedBacks**.

Вкладка Scheme

На вкладке **Scheme** расположена блок-схема прибора, на которой осуществляется программно-электронное конфигурирование.

ПРИМЕЧАНИЕ. Если измерения проводятся по одному из стандартных методов, реализованных в программе Nova SPM, то при выборе метода измерений все переключения в контроллере выполняются автоматически.

Ключи блок-схемы прибора

Ключи блок-схемы прибора представлены на Рисунках ниже.

ПРИМЕЧАНИЕ. Внешний вид блок-схемы прибора зависит от типа используемого оборудования.

- **Ключ 1** – позволяет выбрать источник подачи напряжения.
- **Ключ 2** – управляет подачей напряжения на образец.
- **Ключ 3** – управляет подачей напряжения на зондовый датчик (появляется на блок-схеме прибора если включена возможность измерения тока между зондом и образцом (кнопка Ipr нажата)).

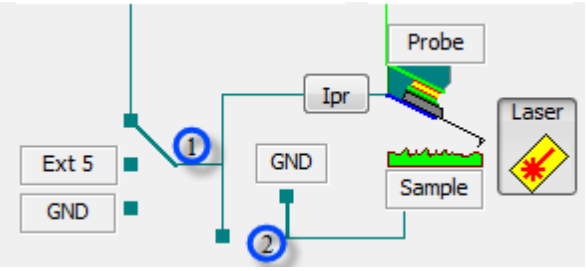


Рис. 97. Ключи блок-схемы прибора

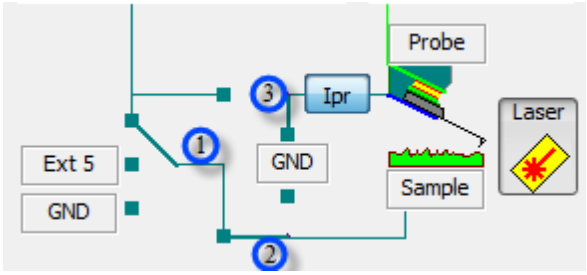


Рис. 98. Ключи блок-схемы прибора. Включена возможность измерения тока между зондом и образцом

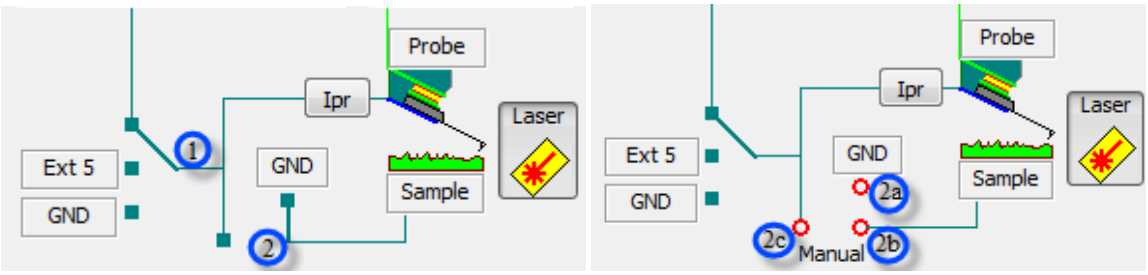
Ключ 1, позволяющий выбрать источник подачи напряжения

В зависимости от положения ключей 2 и 3, напряжение может быть подано на зонд, образец или одновременно на зонд и образец.

- В верхнем положении ключа напряжение подается с внутреннего источника напряжения, выбранного на Панели **Bias Voltage**. Есть возможность подавать только постоянное DC, только переменное AC или постоянное и переменное DC+AC напряжения вместе.
- В среднем положении ключа подается напряжение с внешнего входа (**Ext5**).
- В нижнем положении ключа зондовый датчик и/или образец заземлен.

Ключ 2, управляющий подачей напряжения на образец

Внешний вид ключа 2 зависит от конфигурации оборудования. На Рисунке a) показан внешний вид ключа 2, когда управление положением ключа автоматизировано и осуществляется из блок-схемы прибора. Если для подачи напряжения, либо заземления образца требуется с помощью проводов соединить соответствующие гнезда на базовом блоке, то блок-схема будет выглядеть, как показано на Рисунке b).



a) Управление положением ключа автоматизировано

b) Подача напряжения на образец осуществляется соединением соответствующих гнезд на базовом блоке

Рис. 99. Внешний вид ключа, управляющего подачей напряжения на образец
а – управление положением ключа автоматизировано;
б – подача напряжения на образец осуществляется соединением соответствующих гнезд на базовом блоке

Управление положением ключа автоматизировано

- В верхнем положении ключа 2 образец заземлен.
- В нижнем положении ключа 2 на образец либо подается напряжение, либо образец заземлен, в зависимости от положения ключа 1.

Подача напряжения на образец осуществляется соединением соответствующих гнезд на базовом блоке

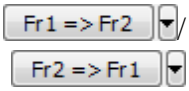
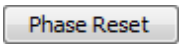
- 2a – разъем «**Земля**» на базовом блоке.
- 2b – вывод провода от образца.
- 2c – разъем **BV** на базовом блоке.

Ключ 3, управляющий подачей напряжения на зондовый датчик

- В верхнем положении ключа на зондовый датчик подается напряжение с источника, выбранного на Панели **Bias Voltage**.
- В нижнем положении ключа зондовый датчик заземлен.

Табл. 52. Элементы Панели управления

Элемент блок-схемы	Описание
Show State	Номер прохода, для которого отображаются настройки.
States Copy	Копирует все настройки прохода в настройки для другого прохода.
Панель **Lock-In** – панель синхронного детектора	
Input	Сигнал, подаваемый на вход синхронного детектора.
Gain	Коэффициент усиления сигнала синхронного детектора.
Harmonic	Номер гармоники, на которой происходит детектирование сигнала. В большинстве методик используется детектирование сигнала на первой гармонике. Исключение составляют емкостные методики, в которых используются либо вторая, либо третья гармоника.
Phase	Текущее значение сдвига фаз измеряемого сигнала.
Панель **Bias Voltage**	
AC	Позволяет выбрать генератор, с которого подается выходное переменное напряжение на зондовый датчик или образец, в зависимости от конфигурации схемы.
DC	Позволяет задать значение постоянного напряжения между зондовым датчиком и образцом. Диапазон изменения напряжения от –10 до +10 В.
Панель **Probe Oscillator**	
Input	Позволяет выбрать источник, выходное напряжение с которого подается на пьезодрайвер держателя зондового датчика. Напряжение, подаваемое на пьезодрайвер, необходимо для раскачки кантилевера при работе по модуляционным методам. Частота раскачки кантилевера задается на Панели **Modulators** в поле ввода **Freq** для выбранного генератора.
Блок-схема прибора	
	Включает/выключает лазер. Данная кнопка продублирована на Панели основных параметров (см. стр. 35).

Элемент блок-схемы	Описание
	Включает/выключает возможность измерения тока между зондом и образцом.
Панель **Modulators** В таблице на Панели **Modulators** задаются параметры встроенных генераторов (**Gen 1**, **Gen 2**).	
Freq	Частота выходного сигнала генератора.
Amp	Амплитуда выходного сигнала генератора. Диапазон изменения амплитуды от 0 до 1 В.
Phase	Сдвиг фаз между выходным сигналом генератора и опорным сигналом.
	Множитель, позволяющий увеличить в 10 раз выходное напряжение генератора.
	Задает значение частоты одного встроенного генератора равным значению частоты другого генератора.
	Синхронизирует фазу первого и второго генераторов.
Панель **Ext6**	
Input	Позволяет выбрать генератор, выходной сигнал которого подается на разъем **EXTENSION**. Разъем **EXTENSION** предназначен для подключения внешних устройств.
Панели **FeedBack Z, FeedBack U** Панель **FeedBack Z** предназначена для задания параметров цепи обратной связи по Z, регулирующей расстояние между зондом и образцом. Панель **FeedBack BV** предназначена для задания параметров цепи обратной связи, регулирующей напряжение, подаваемое на зондовый датчик или образец.	
Input	Входной сигнал цепи обратной связи. Значение выходного сигнала цепи обратной связи отображается под списком **Input.**
SetPoint	Рабочая точка. В процессе работы обратная связь поддерживает значение сигнала **Input** равным параметру **SetPoint** путем изменения расстояния между зондовым датчиком и образцом.
IScale	Интегральный коэффициент усиления цепи обратной связи.

Элемент блок-схемы	Описание
PScale	Пропорциональный коэффициент усиления цепи обратной связи.
DScale	Дифференциальный коэффициент усиления цепи обратной связи.
Enable	Замыкает/размыкает цепь обратной связи по оси Z.

Вкладка Signal Commutator

На вкладке **Signal Commutator** (см. Рисунок ниже) осуществляется управление сигналами.

Для вывода внутренних сигналов контроллера на внешний осциллограф или другие устройства на AFM плате предусмотрены специальные выходы:

- на плате AFM9.0 – **OUT_DC** и **OUT_AC** (2 **BNC** разъема).
- на плате AFM9.5 – **OUT_AC**, **OA1** и **OA2** (один **BNC** разъем и два разъема типа **MMCX**).

Выход **OUT_AC** предназначен для вывода переменной составляющей сигналов (выходы генераторов, DFL).

Выходы **OUT_DC**, **OA1**, **OA2** предназначены для вывода постоянной составляющей сигналов (DFL, HV-X, sensY и т.п.).

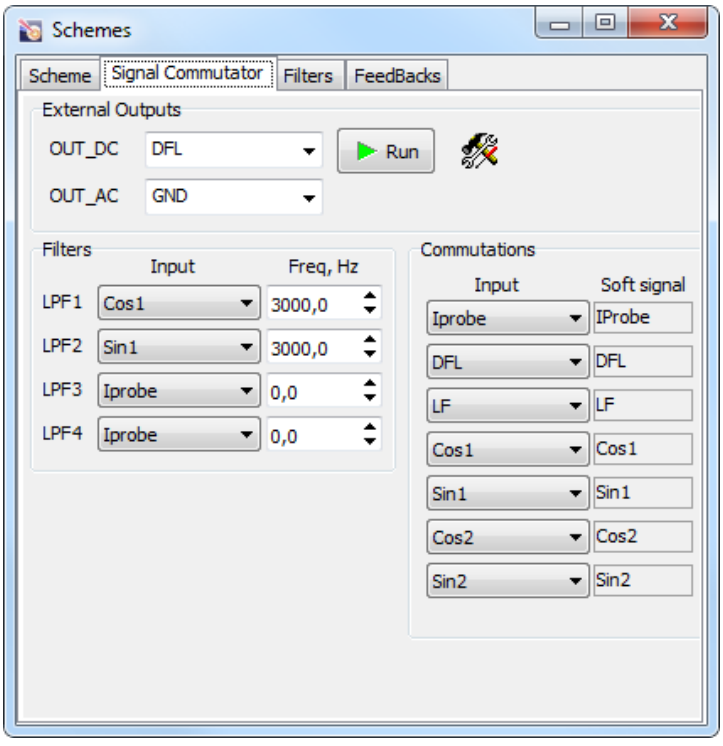
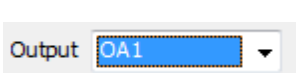
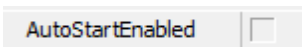


Рис. 100. Вкладка **Signal Commutator**

Табл. 53. Элементы вкладки **Signal Commutator**

Элемент блок-схемы	Описание
Панель **External Outputs** Предназначена для вывода внутренних сигналов через разъемы АФМ платы.	
OUT_DC	Вывод медленно меняющихся сигналов (DFL, HV_X, SensY и т.п.). При наличии в папке прибора **Storage** файла **BNCOutputs.ini** список сигналов выхода **OUT_DC** и их калибровки берутся из этого файла. Если этого файла нет, то программа сгенерирует данный файл автоматически, в соответствии с сигналами, прописанными в файле **Brdsignals.ini** (...\Nova SPM\Devices\(имя прибора)\Config). При необходимости файл **Brdsignals.ini** можно отредактировать. При работе с мультилокинной платой DC-сигнал можно вывести на выход **OA1** или **OA2**.
OUT_AC	Вывод переменных сигналов. Вывод сигнала на выход **OUT_AC** осуществляется простым выбором сигнала из списка. **Внимание! На выход OUT_AC осуществляется вывод только переменной составляющей сигнала!**
	Генерирует сигнал на выходе **OUT_DC**.
	Открывает окно **External Outputs Settings**, в котором изменяются настройки выводов сигналов.
Окно **External Outputs Settings**	
	Частота обработки сигнала.
	При работе с мультилокинной платой выводит DC-сигнал на выход **OA1** или **OA2**.
	Если установлен флажок **AutoStartEnabled**, то при запуске программы автоматически генерируется сигнал на выходе **OUT_DC** (кнопка нажата по умолчанию).
Scale **Bias**	Калибровки выводимых сигналов. Задаются автоматически.
Панель **Filters** Предназначена для цифровой фильтрации сигналов.	
Input	Позволяет выбрать сигнал, который необходимо отфильтровать.

Элемент блок-схемы	Описание
Freq, Hz	Граничная частота фильтра.
Панель **Commutations** Предназначена для преобразования одного сигнала в другой.	
Input	Позволяет выбрать сигнал, который необходимо преобразовать.
Soft Signal	Позволяет выбрать сигнал, который нужно получить после преобразования.

Вкладка Filters

Вкладка **Filters** (см. Рисунок ниже) предназначена для цифровой фильтрации всех сигналов, подаваемых на ЦАП. Для этого задается граничное значение частоты (полосы) фильтра. Чем меньше значение полосы фильтра, тем меньше влияние шумов. С другой стороны, при уменьшении граничной частоты начиная с некоторого значения, может появиться генерация.

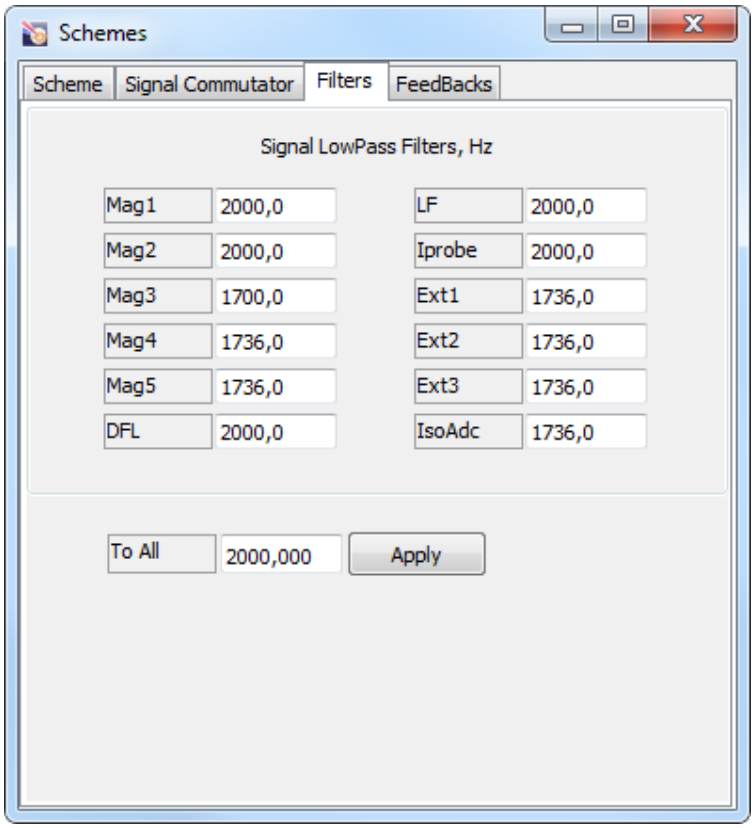


Рис. 101. Вкладка **Filters**

Для того чтобы задать граничную частоту фильтра введите в поле ввода рядом с названием сигнала необходимое значение. Если для всех сигналов используется

одинаковая граничная частота, то введите значение этой частоты в поле ввода **To All** и нажмите кнопку Apply.

Вкладка FeedBacks

На вкладке **FeedBacks** осуществляется управление параметрами, которые используются для организации систем обратной связи. На этой вкладке расположены следующие панели:

- Панель **FeedBack_X1** – предназначена для задания параметров цепи обратной связи по X-секции сканера. Используется для аппаратной линеаризации сканера по оси X.
- Панель **FeedBack_Y1** – предназначена для задания параметров цепи обратной связи по Y- секции сканера. Используется для аппаратной линеаризации сканера по оси Y.
- Панель **FeedBack_Z1** – предназначена для задания параметров цепи обратной связи по Z-секции сканера, регулирующей расстояние между зондом и образцом.
- Панель **FeedBack_U** – предназначена для задания параметров цепи обратной связи, регулирующей напряжение, подаваемое на зондовый датчик или образец.
- Панель **FeedBack_Freq** – предназначена для задания параметров цепи обратной связи, регулирующей частоту выходного сигнала генератора. Используется при сканировании методом Атомно-Силовой Акустической Микроскопии.
- Панель **FeedBack_Amp** – предназначена для задания параметров цепи обратной связи, регулирующей амплитуду выходного сигнала генератора.

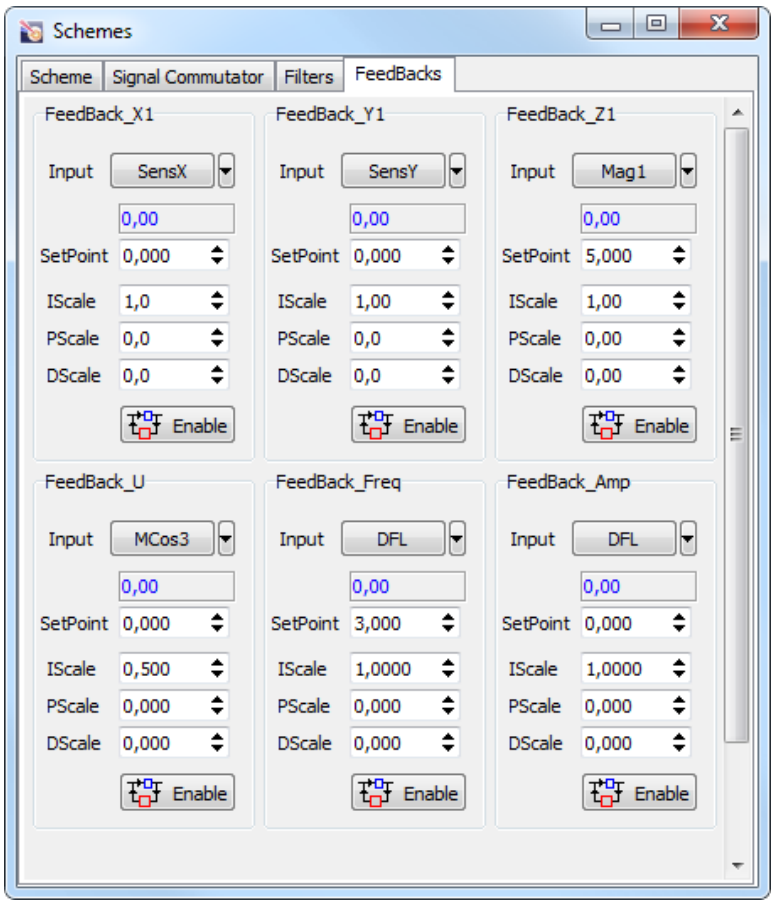
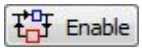


Рис. 102. Вкладка **FeedBacks**

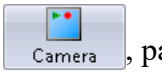
В зависимости от конфигурации прибора внешний вид вкладки **FeedBacks** может изменяться.

Табл. 54. Элементы вкладки **FeedBacks**

Элемент блок-схемы	**Описание**
Панели **FeedBack_X1**, **FeedBack_Y1**, **FeedBack_Z1**, **FeedBack_U**, **FeedBack_Freq**, **FeedBack_Amp**	
Input	Входной сигнал цепи обратной связи. Значение выходного сигнала цепи обратной связи отображается под списком **Input**.
SetPoint	Рабочая точка. В процессе работы обратная связь поддерживает значение сигнала **Input** равным параметру **SetPoint** путем изменения расстояния между зондовым датчиком и образцом.
IScale	Интегральный коэффициент усиления цепи обратной связи.
PScale	Пропорциональный коэффициент усиления цепи обратной связи.

Элемент блок-схемы	Описание
DScale	Дифференциальный коэффициент усиления цепи обратной связи.
	Замыкает/размыкает цепь обратной связи.

4.9. Вывод видеоизображения

Видеоизображение выводится в окне **Camera** (см. Рисунок ниже), данное окно открывается кнопкой  , расположенной на Панели дополнительных операций (см. стр. 18). Видеоизоражение позволяет наблюдать за положением образца и зондового датчика, наглядно выбирать участок исследования образца, а также проводить настройку системы регистрации.

ПРИМЕЧАНИЕ. Набор элементов окна ***Camera*** *зависит от конфигурации используемого прибора.*

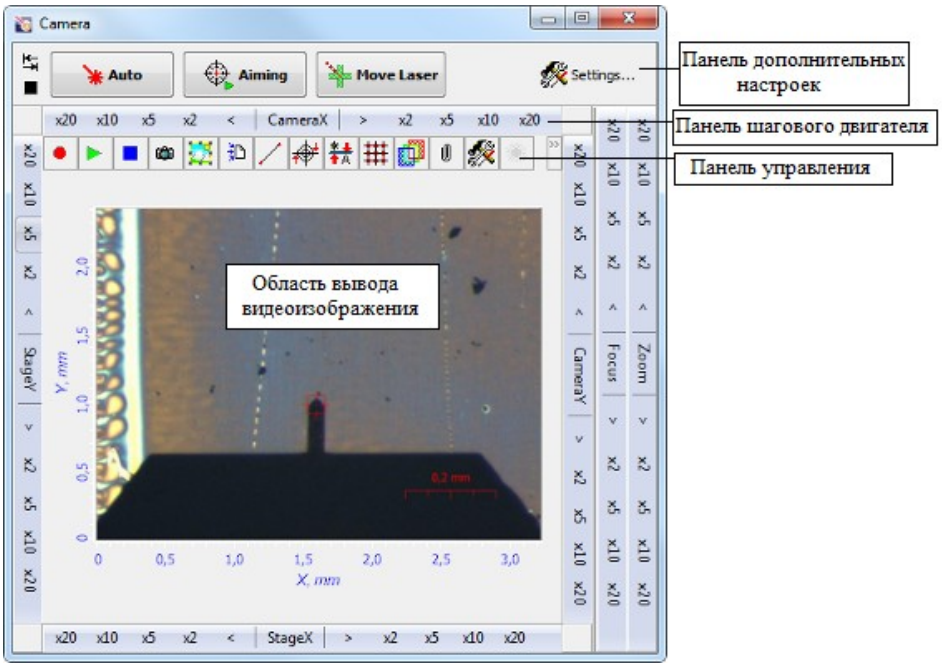


Рис. 103. Окно **Camera**

Над **Областью вывода видеоизображения** расположена **Панель управления**, позволяющая задавать параметры вывода изображения с видеомикроскопа.

По периметру Области вывода изображения расположены Панели шаговых двигателей (см. стр. 140), предназначенные для управления положениями узлов прибора, оснащенных шаговыми двигателями:

- **Stage X** – Панель управления положением образца по оси X;
- **Stage Y** – Панель управления положением образца по оси Y;

- **Camera X** – Панель управления положением видеомикроскопа по оси X;
- **Camera Y** – Панель управления положением видеомикроскопа по оси Y;
- **Focus** – Панель фокусировки видеомикроскопа;
- **Zoom** – Панель изменения масштаба видеоизображения.

Количество Панелей шаговых двигателей, расположенных в окне **Camera**, зависит от конфигурации оборудования.

Если конфигурация оборудования такова, что настройка системы регистрации автоматизирована, то в верхней части окна **Camera** будет отображаться **Панель дополнительных настроек**, позволяющая проводить настройку системы регистрации по видеоизображению, а также задавать параметры шаговых двигателей прибора.

Табл. 55. Элементы Панели дополнительных настроек

Элемент	Описание
	После нажатия данной кнопки, образец начинает перемещается в небольшом диапазоне по оси X. Данная опция значительно упрощает процедуру фокусировки видеомикроскопа на образец.
	Останавливает перемещение образца, запущенное кнопкой .
	Позволяет проводить настройку системы регистрации по видеоизображению.
	Запускает/останавливает автоматическую подстройку положения фотодиода.
	Позволяет перемещать лазер системы регистрации. **Перемещение лазера системы регистрации** 1. По изображению, выводимому с видеомикроскопа (см. Рисунок выше) выберите точку, в которую требуется переместить лазерный луч. 2. Нажмите клавишу <Shift> и, удерживая ее нажатой, укажите на изображении выбранную точку, щелкнув на ней левой кнопкой мыши. В результате в выбранной точке появится перекрестие (см. Рисунок ниже)

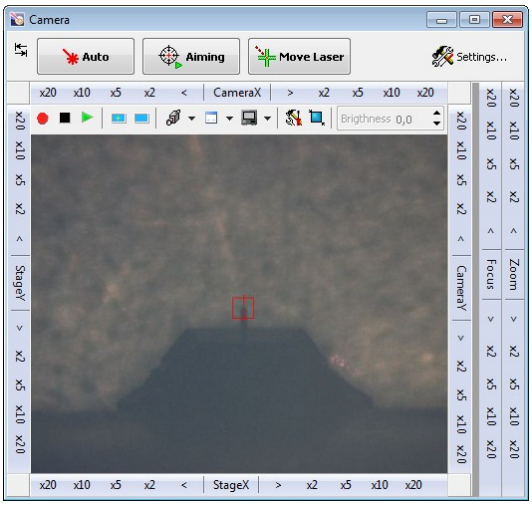
Элемент	Описание
	 3. Нажмите кнопку Move Laser. В результате лазерный луч переместится в выбранную точку.
Settings...	Открывает окно **MoverAxisSettingsForm** (см. стр. 142), предназначенное для задания параметров работы шаговых двигателей.

Табл. 56. Элементы Панели управления

Элемент	Описание
	Запускает запись изображения в файл с расширением ***.avi**. По умолчанию файл сохраняется в папку **Data**, расположенную в установочном каталоге программы.
	Останавливает запись изображения.
	Запускает вывод изображения с видеокамеры.
	Захват кадра и его автоматическое сохранение. По умолчанию изображение сохраняется в папку **Data**, расположенную в установочном каталоге программы.
	Производит наложение ранее полученного АСМ изображения на текущее видеоизображение.
	Инструмент Линейка. Позволяет измерять расстояния между объектами на изображении.

Элемент	Описание
	Отображает/скрывает маркер на изображении.
	Производит автофокусировку на кантилевере при условии, что фокус моторизирован.
	Включает отображение сетки.
	Открывает окно **Filters**, предназначенное для настройки фильтров инвертируемых изображений.
	Сохраняет текущее видеоизображение в окне **Image Analysis**.
	Открывает окно **Settings**, предназначенное для настройки параметров сохранения данных.
	Включает/выключает светодиод, предназначенный для освещения поверхности образца. Кнопка может быть не активна (зависит от конфигурации прибора).

4.10. Управление положением узлов прибора

Для управления положениями узлов прибора предназначены Панели шаговых двигателей (см. Рисунок ниже).

Панели шаговых двигателей (см. Рисунок ниже) располагаются в окнах **Aiming Movers** (см. стр. 67) и **Camera** (см. стр. 137).

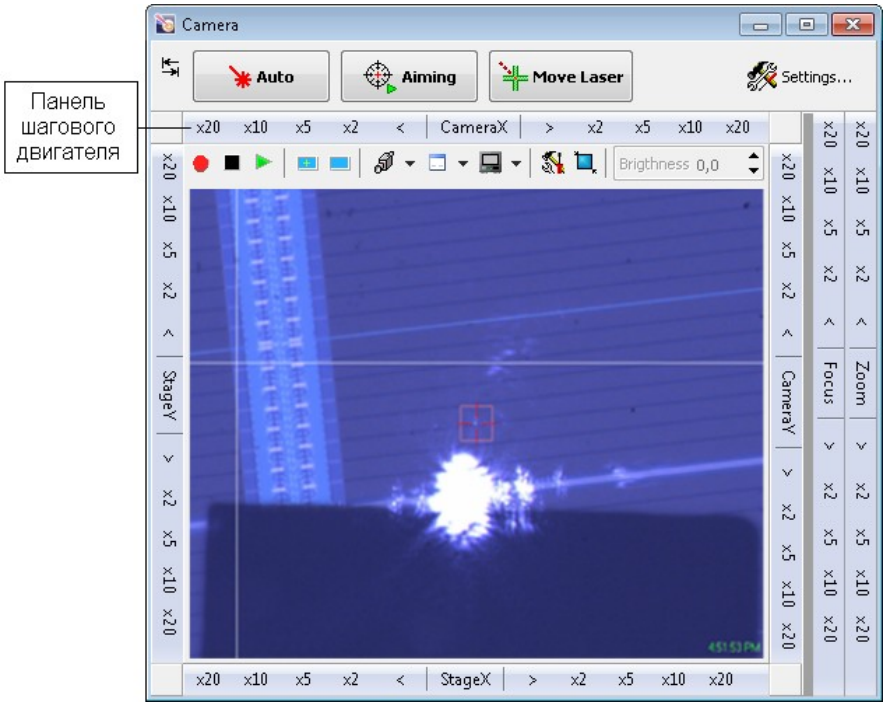


Fig. 104. Окно **Camera** с панелями шаговых двигателей

ПРИМЕЧАНИЕ. Количество Панелей шаговых двигателей зависит от конфигурации оборудования.

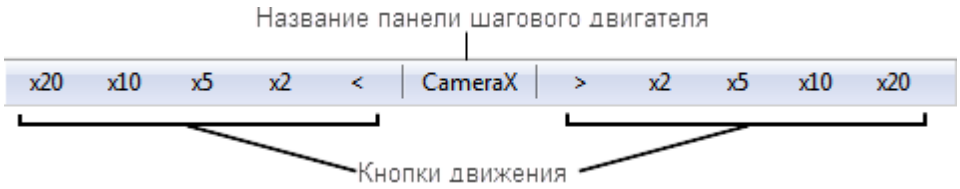


Fig. 105. Панель шагового двигателя

Название панели шаговых двигателей соответствует названию узла прибора, движением которого она управляет.

После нажатия кнопки > происходит перемещение узла прибора либо на заданное расстояние (параметр **Move Size**), либо с заданной скоростью (параметр **Rate**). При нажатии кнопки с множителем *xN* расстояние (скорость) увеличивается в *N* раз. Параметры работы шаговых двигателей задаются в окне **Mover Axis Settings Form** (см. Рисунок ниже).

Окно **Mover Axis Settings Form** открывается кнопкой Settings... из окна **Camera**.

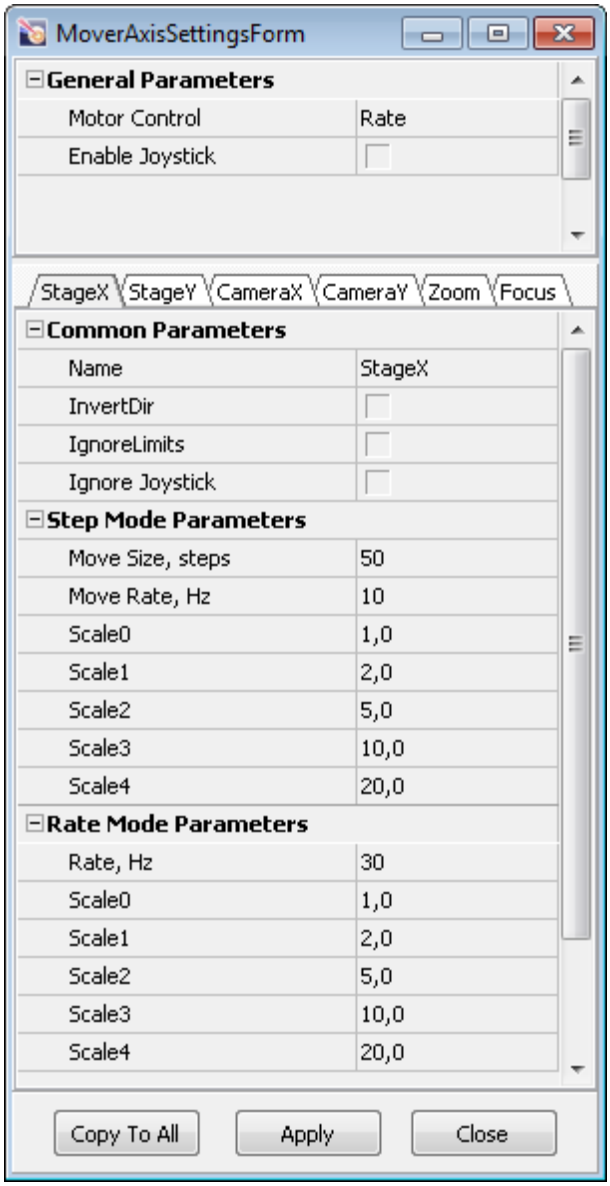


Рис. 106. Окно **Mover Axis Settings Form**

В верхней части окна **Mover Axis Settings Form** расположена группа основных параметров **General Parameters Motor Control**:

- **Motor Control** – позволяет выбрать способ перемещения узлов прибора:
  - **Steps** – после нажатия на кнопку > Панели шаговых двигателей, узел прибора переместится на расстояние, заданное в строке **Move Size** группы параметров **Step Mode Parameters**;
  - **Rate** – после нажатия на кнопку > Панели шаговых двигателей, узел прибора начнет перемещаться со скоростью, заданной в строке **Rate** группы параметров **Rate Mode Parameters**. Перемещение узла прибора останавливается после повторного нажатия на кнопку >.
  - **While Pressed** – нажмите и удерживайте нажатой кнопку >. Пока кнопка > будет нажата, узел прибора будет перемещаться со скоростью, заданной в строке **Rate** группы параметров **Rate Mode Parameters**.

- **Enable Joystick** – установленный флажок включает возможность управления положением узлов прибора с помощью джойстика.

Ниже группы параметров **General Parameters Motor Control** расположены вкладки, позволяющие задавать параметры работы шаговых двигателей. Название вкладки соответствует названию узла прибора, который будет перемещаться шаговым двигателем. Каждому шаговому двигателю соответствует отдельная вкладка.

Табл. 57. Параметры шаговых двигателей

Параметр	Описание
Группа параметров **Common Parameters**	
Name	Название шагового двигателя.
InvertDir	При установленном флажке направление движения узла прибора изменяется на противоположное.
IgnoreLimits	При установленном флажке узел прибора не останавливается по достижении концевого выключателя.
Disable Joystik	При установленном флажке возможность управления положением узла прибора с помощью джойстика отключается.
Группа параметров **Step Mode Parameters**	
Move Size, steps	Расстояние (в шагах шагового двигателя), на которое будет перемещаться узел прибора после нажатия на кнопку [>]. Один шаг шагового двигателя равен 0.3 мкм.
Move Rate, Hz	Скорость перемещения узла прибора (в шагах шагового двигателя в секунду) на расстояние, заданное в строке **Move Size**.
Scale 0, **Scale 1,** **Scale 2,** **Scale 3,** **Scale 4**	Множитель, показывающий во сколько раз увеличится расстояние, на которое должен переместиться узел прибора после нажатия на кнопку Панели шаговых двигателей (см. стр. 140). Значение множителя отображается отображается на кнопке ([>], [x2], [x5], [x10], [x20]).
Группа параметров **Rate Mode Parameters**	
Rate, Hz	Скорость (в шагах шагового двигателя в секунду), с которой будет перемещаться узел прибора после нажатия на кнопку [>] Панели шаговых двигателей (см. стр. 140).

Параметр	Описание
Scale 0, **Scale 1,** **Scale 2,** **Scale 3,** **Scale 4**	Множитель, показывающий во сколько раз увеличится скорость, с которой должен переместиться узел прибора после нажатия на кнопку Панели шаговых двигателей (см. стр. 140). Значение множителя отображается отображается на кнопке (> , x2 , x5 , x10 , x20).

В нижней части окна **Mover Axis Settings Form** расположена строка командных кнопок:

Copy to All – копирует все значения параметров работы шагового двигателя с открытой вкладки на все остальные вкладки;

Apply – применяет все внесенные изменения;

Close – закрывает окно **Mover Axis Settings Form** без сохранения внесенных изменений.

4.11. Управление измерительными головками

ПРИМЕЧАНИЕ. Панель управления измерительными головками доступна в Nova SPM только при работе с СЗМ СОЛВЕР НЕКСТ.

Управление измерительными головками СЗМ СОЛВЕР НЕКСТ осуществляется с помощью кнопок Панели управления измерительными головками, расположенной в Главном окне (см. стр. 18) Nova SPM. Панель содержит кнопки, при помощи которых осуществляется перевод измерительных головок в рабочее положение и обратно, а также поднятие и опускание защитного экрана (см. Рисунок ниже).

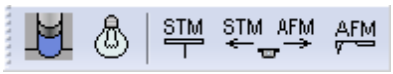
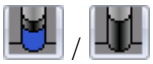


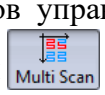
Рис. 107. Панель управления измерительными головками

Табл. 58. Кнопки панели управления измерительными головками

Кнопка	Описание
	Опускает/поднимает защитный экран.
	Включает/выключает подсветку измерительных головок. *ПРИМЕЧАНИЕ. Данная кнопка доступна только когда защитный экран опущен.*
	Устанавливает встроенную СТМ измерительную головку в рабочее положение.
	Переводит встроенные измерительные головки в положение ожидания.
	Устанавливает встроенную АСМ измерительную головку в рабочее положение.

4.12. Мультисканирование

Функция мультисканирования (Multiscan) позволяет получать изображение участка поверхности образца, большего, чем максимальная область сканирования пьезосканера. Выбранная область разбивается на несколько участков, размер которых меньше или равен максимальной области сканирования пьезосканера. Затем выполняется последовательное сканирование отдельных участков.

Задание параметров сканирования больших областей, а также управление процессом сканирования осуществляется с помощью элементов управления окна **Multi Scan** (см. Рисунок ниже). Данное окно открывается кнопкой 

Главного окна программы управления.

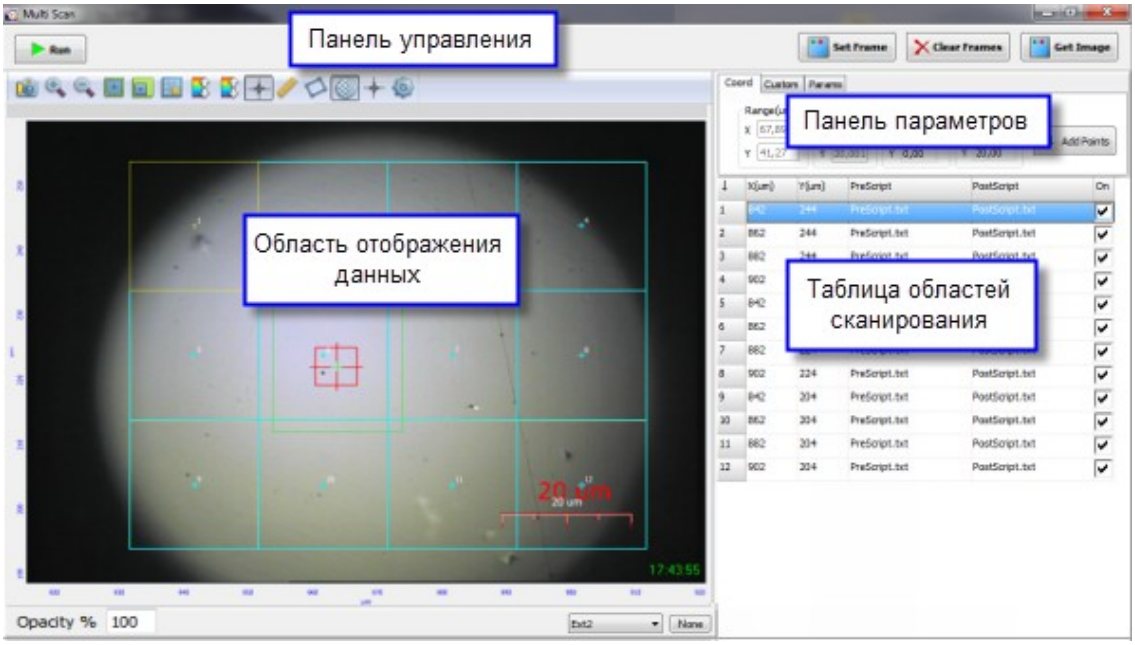


Рис. 59. Окно Multi Scan

Окно **Multi Scan** содержит:

- Панель управления;
- Область отображения данных;
- Панель параметров области сканирования;
- Таблицу областей сканирования.

Выбрать участки сканирования можно одним из двух способов:

- С помощью инструмента . Выделите нужную область при помощи мыши. Нажмите кнопку **Add Points**. В результате выделенная область будет разбита на участки, размер которых задан в окне сканирования. Если в выбранную область не укладывается целое число участков сканирования, область будет увеличена до требуемых размеров.
- С помощью инструмента . Щелкните мышью в центре выбранного участка

сканирования. Инструмент позволяет задать несколько участков сканирования в пределах максимальной области. Размер участка сканирования задается в окне сканирования.

После разбиения выбранной области на отдельные участки сканирования, в правой части окна отобразится таблица участков сканирования (см. рисунок выше).

Таблица содержит параметры участков сканирования. Каждая строка таблицы содержит данные отдельного участка сканирования.

Чтобы переместить один из участков сканирования следует сначала щелчком мыши выделить в таблице данных строку, соответствующую данному участку. В результате в области отображения данных выбранный участок сканирования выделится желтым контуром. Затем следует навести курсор на центр участка (перекрестие) и, удерживая нажатой левую кнопку мыши, переместить выбранный участок в нужное положение.

Чтобы переместить всю область сканирования следует выделить все входящие в него участки щелчком мыши в ячейке ↓ таблицы данных. Затем следует навести курсор на центр любого активного участка (перекрестие) и, нажав и удерживая нажатой левую кнопку мыши, переместить область сканирования в нужное положение.

4.12.1. Панель управления

Панель управления расположена в верхней части окна. Описание элементов панели управления приведено в Таблице ниже.

Табл. 60. Элементы Панели управления

Элемент	Описание
	Запускает/останавливает процесс измерений.
	Копирует полученные данные сканирования в программу Image Analysis, для дальнейшей обработки и анализа.
	Удаляет все фреймы из области отображения данных.
	Копирует текущее изображение поверхности образца из окна **Camera** в окно **Multi Scan**. **Fit** – если флажок установлен, копируемое изображение растягивается на всю область отображения. **Add** – если флажок установлен, все изображения сохраняются; если флажок не установлен, при следующем копировании предыдущее изображение стирается.

4.12.2. Область отображения данных

Во время работы в область отображения данных копируется снимок поверхности образца, полученный с помощью системы видеонаблюдения. При сканировании на изображении поверхности поочередно появляются сканированные изображения отдельных участков . Параметры отображения полученных фреймов можно изменять в процессе сканирования с помощью элементов панели дополнительных настроек, расположенной в нижней части окна.

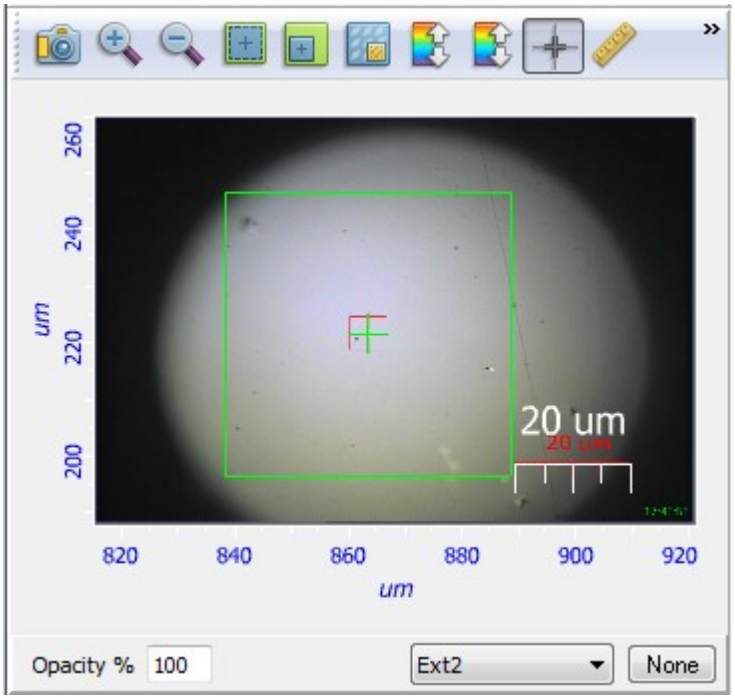


Рис. 108. Область отображения данных

В верхней части области отображения данных расположена Панель инструментов.

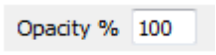
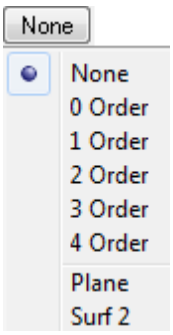
В нижней части области отображения данных расположена Панель дополнительных настроек.

Табл. 61. Элементы панели инструментов

Кнопка	Название	Описание
	Screen Shot	Открывает диалоговое окно для сохранения текущего изображения в виде отдельного графического файла.
	Zoom In	Инструмент увеличения. После нажатия кнопки следует либо щелкнуть мышью в области отображения данных, либо выделить нужную область с помощью мыши.
	Zoom Out	Инструмент уменьшения. После щелчка на кнопке происходит уменьшение ранее увеличенной области.

Кнопка	Название	Описание
	Set max visible area	Отображает участок поверхности образца равный максимальной области сканирования с использованием функции **Multi Scan**.
	Set visible area = scan area	Отображает в качестве видимой области текущую область, выбранную для сканирования.
	Mini Map	Включает обзорную карту. Обзорная карта представляет собой уменьшенную копию максимального поля сканирования, на которой дублируются все отмеченные на максимальном поле элементы.
	Point tool	Выбор одиночного участка сканирования. После нажатия данной кнопки следует при нажатой клавише <Ctrl> щелчком мыши указать в области отображения данных положение одиночного участка сканирования. Одиночных участков сканирования можно указать сколь угодно много.
	Line tool	Выбор линии сканирования. После нажатия данной кнопки следует с помощью мыши задать в области отображения данных прямую линию, вдоль которой будут расположены отдельные участки сканирования.
	SelectRect tool	Выбор области сканирования. После нажатия данной кнопки следует с помощью мыши в области отображения данных задать размер и расположение области сканирования.
	Set anti aliasing	Включает/выключает сглаживание изображения.
	Point motor tool	Перемещает образец. После нажатия данной кнопки следует щелчком мыши указать точку на поверхности образца, в которую необходимо направить лазерный луч.
	Settings	Открывает диалоговое окно настроек **Settings**, предназначенное для настройки интерфейса области отображения данных.

Табл. 109. Элементы панели дополнительных настроек

Элемент	Описание
	Позволяет изменять прозрачность полученных фреймов. Для изменения прозрачности следует ввести значение параметра в текстовом поле **Opacity %**, либо дважды щелкнуть мышью на поле и выбрать значение с помощью появившегося ползунка.
	Позволяет выбрать сигнал из списка сигналов, выбранных в окне **ScanSettings**.
	Позволяет выбрать тип вычитания наклона поверхности при сканировании: **None** – вычитание наклона отключено; **1 Order** – построчное вычитание аппроксимирующей кривой первого порядка; **2 Order** – построчное вычитание аппроксимирующей кривой второго порядка; **3 Order** – построчное вычитание аппроксимирующей кривой третьего порядка; **4 Order** – построчное вычитание аппроксимирующей кривой четвертого порядка; **Plane** – вычитание плоскости из отсканированного изображения; **Surf 2** – вычитание поверхности второго порядка из отсканированного изображения.

4.12.3. Таблица данных

Таблица содержит параметры участков сканирования. Каждая строка таблицы содержит данные отдельного участка сканирования.

Табл. 62. Элементы таблицы данных

Название столбца	Описание
↓	Порядковый номер участка сканирования. Тем же номером обозначены центральные точки участков сканирования.
X(um)	Координата центральной точки области сканирования по оси X. Значение параметра отображается в мкм.
Y(um)	Координата центральной точки области сканирования по оси Y. Значение параметра отображается в мкм.
PreScript	Имя скрипта, выполняемого перед началом движения XY-позиционера к активной области сканирования.
PostScript	Имя скрипта, выполняемого после окончания движения XY-позиционера к активной области сканирования.
On	Выбор областей сканирования. Области, строки которых отмечены флажком, будут поочередно отсканированы после запуска сканирования кнопкой **Run**. В области отображения данных выбранные области сканирования выделяются голубым контуром. Области, в строках которых флажок не установлен, будут пропущены в процессе сканирования. В области отображения данных такие области выделяются серым контуром. По умолчанию для сканирования выбраны все области (после разбивки указанного участка на области сканирования нажатием кнопки **Add Points**). Чтобы исключить область из процесса сканирования, следует снять флажок в соответствующей строке.

4.12.4. Панель параметров областей сканирования

В правой части окна расположена Панель параметров областей сканирования, содержащая пять вкладок –**Coord**, **Custom**, **Params**, **Settings**, **Data**.

Вкладка Coord

Вкладка **Coord** предназначена для настройки параметров областей сканирования.

Табл. 63. Элементы вкладки Coord

Элемент	Описание
Range	Размер выбранной области сканирования по осям X и Y в мкм.
Scan	Размер одного участка сканирования по осям X и Y в мкм. Размер участка равен размеру области сканирования, задаваемому в окне **ScanForm**.
Overlay	Позволяет задать величину перекрытия отдельных участков сканирования по осям X и Y. Значения указываются в мкм.
Distance	Позволяет задать расстояние между центральными точками отдельных участков сканирования по осям X и Y. Значения указываются в мкм.
Panorama	Если флажок установлен, сканирование будет производиться видеокамерой. Выбранная область разбивается за участки, соответствующие текущему полю зрения видеокамеры.
	Разбивает выбранную область сканирования на отдельные участки с заданными параметрами. После нажатия данной кнопки: • в области отображения данных выбранная для сканирования область отобразится в виде сетки из отдельных участков сканирования; • в правой части окна отобразится таблица данных, содержащая параметры для каждого участка сканирования.

Вкладка Custom

Вкладка **Custom** предназначена для настройки измерений в отдельных точках поверхности образца.

Табл. 110. Элементы вкладки Custom

Элемент	Описание
Points	Позволяет задать количество единичных участков сканирования, равномерно распределенных по оси X. Данный параметр активен при работе с инструментами выбора линии сканирования , а также выбора участка сканирования . Что бы задать количество участков следует сначала выбрать нужный инструмент, указать линию или задать область сканирования, затем задать нужное количество участков сканирования.
Lines	Позволяет задать количество единичных участков сканирования, равномерно распределенных по оси Y. Данный параметр активен при работе с инструментом выбора участка сканирования . Что бы задать количество участков следует сначала выбрать инструмент , указать область сканирования, затем задать нужное количество участков.
	Добавляет единичные участки сканирования в список в соответствии с заданными значениями параметров **Points** и **Lines**. После нажатия данной кнопки: • выбранная для сканирования область будет разбита на единичные участки; • в правой части окна отобразится таблица данных, содержащая параметры для каждого участка.

Вкладка Params

Владка **Params** предназначена для управления скриптами, используемыми при работе с функцией **Multi Scan**.

Табл. 111. Элементы вкладки Params

Элемент	Описание
Script	Панель выбора скриптов. **Pre** – строка скрипта, выполняемого перед началом движения XY-позиционера к активному участку сканирования. **Post** – строка скрипта, выполняемого после окончания движения XY-позиционера к активному участку сканирования. – открывает диалоговое окно для выбора скрипта из списка доступных. – удаляет выбранный ранее скрипт.
Aiming	Если флажок установлен, то перед сканированием каждого следующего участка будет произведена настройка системы регистрации. Данная функция доступна только для СОЛВЕРа НЕКСТ.
Resonance	Если флажок установлен, то перед сканированием каждого следующего участка будет произведена настройка резонансной частоты. Данная функция доступна только для СОЛВЕРа НЕКСТ.
Apply	Применяет выбранные скрипты. В дальнейшим после запуска программы управления указанные скрипты будут использоваться автоматически.

Вкладка Settings

На вкладке задаются параметры компенсации люфта шаговых двигателей при перемещении в заданную точку, что необходимо для более точного позиционирования зонда относительно поверхности образца. При этом подход к нужной точке осуществляется всегда с одной и той же стороны, с расстояния (в шагах шагового двигателя), заданного в полях **X**, **Y**.

Если флажок **Remove Backlash** установлен, перемещение происходит с компенсацией люфта.

Вкладка Data

На вкладке расположена таблица, содержащая список сканированных изображений всех участков, а также всех полученных оптических изображений. Каждое изображение сохраняется в виде отдельного фрейма на вкладке **Data**.

Табл. 112. Элементы таблицы фреймов

Название столбца	Описание
↓	Номер по порядку.
Name	Название.
Type	Тип фрейма.
Priority	Порядок, в котором расположены слои изображений (фреймов). Номер слоя изображения можно изменить.
ON	Включение/выключение отображения фреймов. При снятом флажке данный фрейм не отображается.

4.13. Измерения в магнитном поле

Для работы с генератором магнитного поля предназначено окно **MagnetForm**.

Окно **MagnetForm** открывается кнопкой

.

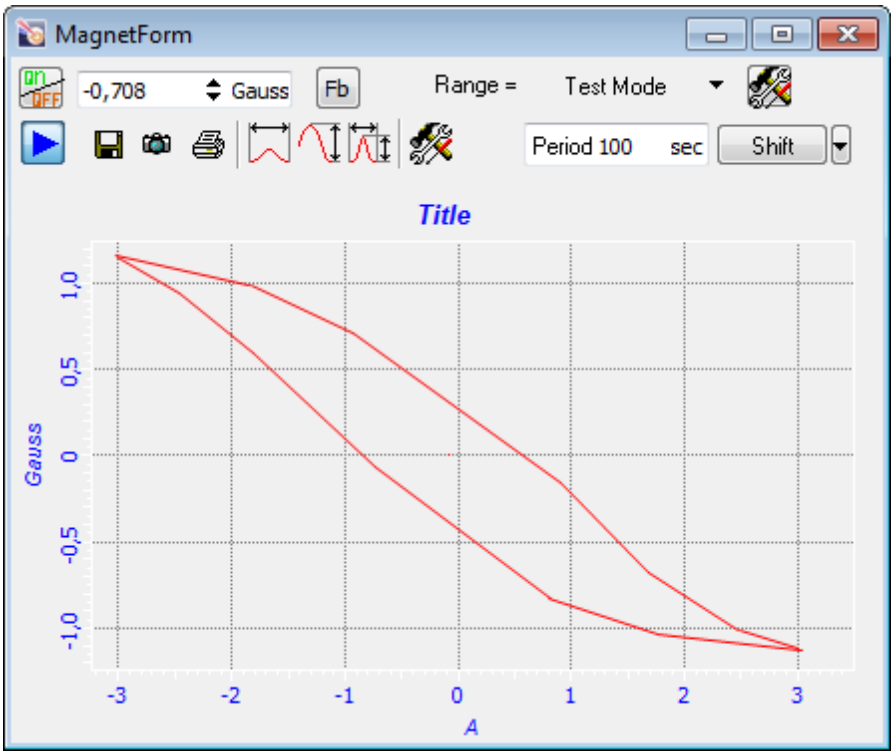
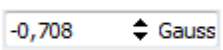


Рис. 113. Окно **MagnetForm**

Панель инструментов осциллографа содержит стандартный набор кнопок, подробное описание которых приведено в разделе Панель отображения одномерных данных на стр. 39.

Табл. 64. Элементы панели управления окна MagnetForm

Кнопка	Описание
	Активирует элементы управления генератором магнитного поля. *ПРИМЕЧАНИЕ. Кнопка* *неактивна, если блок питания генератора магнитного поля выключен.*
	В поле ввода задается требуемая величина магнитного поля, либо ток в катушках электромагнита. Двойным щелчком мыши на поле ввода, вызывается ползунок, с помощью которого удобно регулировать значение поля

Кнопка	Описание
Fb	Замыкает цепь обратной связи, поддерживающую заданную величину магнитного поля.
Range	Список выбора режима работы с электромагнитом. **Cl-loop** – для получения заданной величины магнитного поля применяется обратная связь, которая поддерживает заданную программно величину тока электромагнита, используя показания встроенного датчика Холла. **Op-loop** – работа без использования обратной связи. В этом случае задается ток электромагнита, а величина магнитного поля контролируется по осциллографу. **Test mode** – используется для калибровки. На осциллографе отображается зависимость величины магнитного поля от тока электромагнита.
	Открывает диалоговое окно **Magnet Settings**, в котором задаются настройки магнита.

Диалоговое окно Magnet Settings

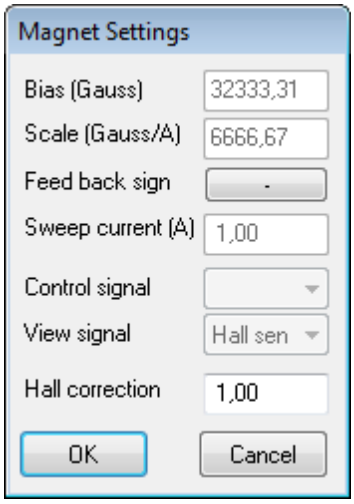


Рис. 114. Диалоговое окно Magnet Settings

Набор активных элементов и значения полей диалогового окна **Magnet Settings** зависят от выбранного в списке **Range** режима работы.

Bias(Gauss) – Калибровочный коэффициент, определяющий смещение калибровочной кривой относительно нуля.

Scale (Gauss/A) – Калибровочный коэффициент, определяющий наклон калибровочной кривой.

Feed back sign – Знак обратной связи.

Sweep current (A) – Диапазон развертки по току.

Control signal – Список выбора управляемого сигнала. При работе с разомкнутой обратной связью (в списке Range выбрано значение op-loop), в поле Control signal появляется возможность выбрать сигнал, величина которого будет изменяться для получения нужного значения магнитного поля. В качестве управляемого сигнала можно выбрать величину магнитного поля (Field) или ток в катушках электромагнита (Current).

View signal – Сигнал, отображаемый на осциллографе.

Hall correction – Коэффициент корректировки показаний датчика Холла.

OK – Сохраняет изменения и закрывает диалоговое окно.

Cancel – Закрывает диалоговое окно без сохранения произведенных изменений.

4.14. Нагрев образца

Окно работы с термоустройствами предназначено для управления нагревом образца при работе с температурным столиком (см. Рисунок ниже). Окно открывается кнопкой

.

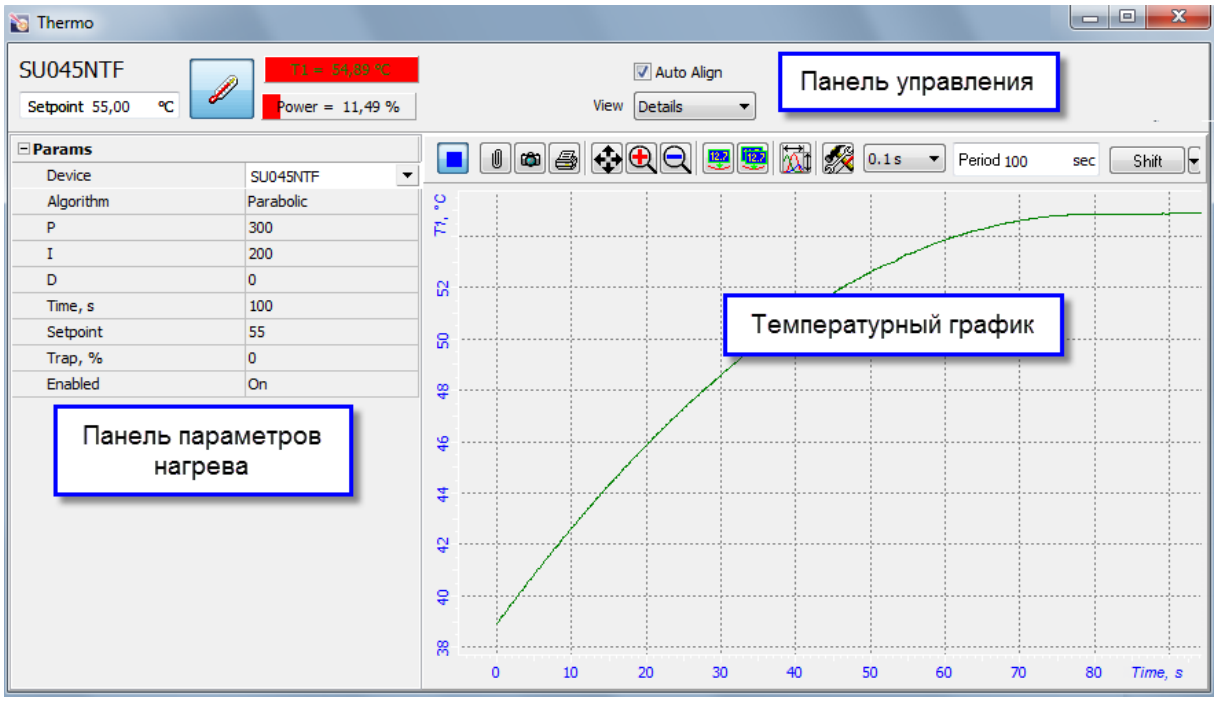


Рис. 115. Окно работы с термоустройствами

Окно работы с термоустройствами содержит следующие панели:

- панель управления нагревом (см. стр. 160);
- панель параметров нагрева (см. стр. 160);
- панель температурного графика (см. стр. 159).

Панель температурного графика предназначена для отображения зависимости температуры образца от времени нагрева. Панель содержит стандартную панель инструментов области отображения 1D-данных (см. стр. 38).

Вид панели управления зависит от выбранного термоустройства. Название термоустройства отображается в левом верхнем углу панели.

Табл. 65. Элементы панели управления нагревом

Элемент	Описание
Setpoint	Позволяет задать рабочую температуру. В процессе работы температура образца будет поддерживаться равной значению рабочей температуры.
	Запускает нагрев образца.
T1	Текущее значение температуры образца.
Power	Текущее значение мощности термоустройства.
Auto Align	Если флажок установлен, масштаб по оси Y автоматически изменяется таким образом, чтобы график температуры полностью умещался в окне осциллографа по оси Y.
View	Позволяет выбрать вид отображения окна работы с термоустройствами: **Compact** – отображается только панель управления процессом нагрева образца; **Standard** – отображается панель управления процессом нагрева образца, а также программный осциллограф; **Details** – отображается панель управления процессом нагрева образца, программный осциллограф, а также панель задаваемых параметров.

Панель параметров нагрева

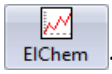
Табл. 66. Элементы панели параметров нагрева

Элемент	Описание
Device	Позволяет выбрать тип используемого термоустройства.
Algorithm	Позволяет выбрать способ достижения заданной температуры образца:

Элемент	Описание
	Linear – по линейной зависимости; Parabolic – по параболической зависимости; PID only – в соответствии с коэффициентами обратной связи.
P	Пропорциональный коэффициент цепи обратной связи.
I	Интегральный коэффициент цепи обратной связи.
D	Дифференциальный коэффициент цепи обратной связи.
Time	Время нагрева образца до заданной температуры при достаточной мощности нагревательного элемента. Единица измерения – секунды.
Setpoint	Рабочая температура.
Trap	Мощность, подаваемая на ловушки водяных паров. Данная функция доступна только при работе с жидкостной ячейкой модели MP6LCNTF.
Enabled	Запускает/останавливает нагрев образца (аналог кнопки).

ВНИМАНИЕ! Не рекомендуется изменять значения коэффициентов P, I, D без абсолютной уверенности в своих действиях.

4.15. Электрохимические измерения

При работе с электрохимическими ячейками используется окно **ElectroChemistry**. Окно открывается кнопкой 

.

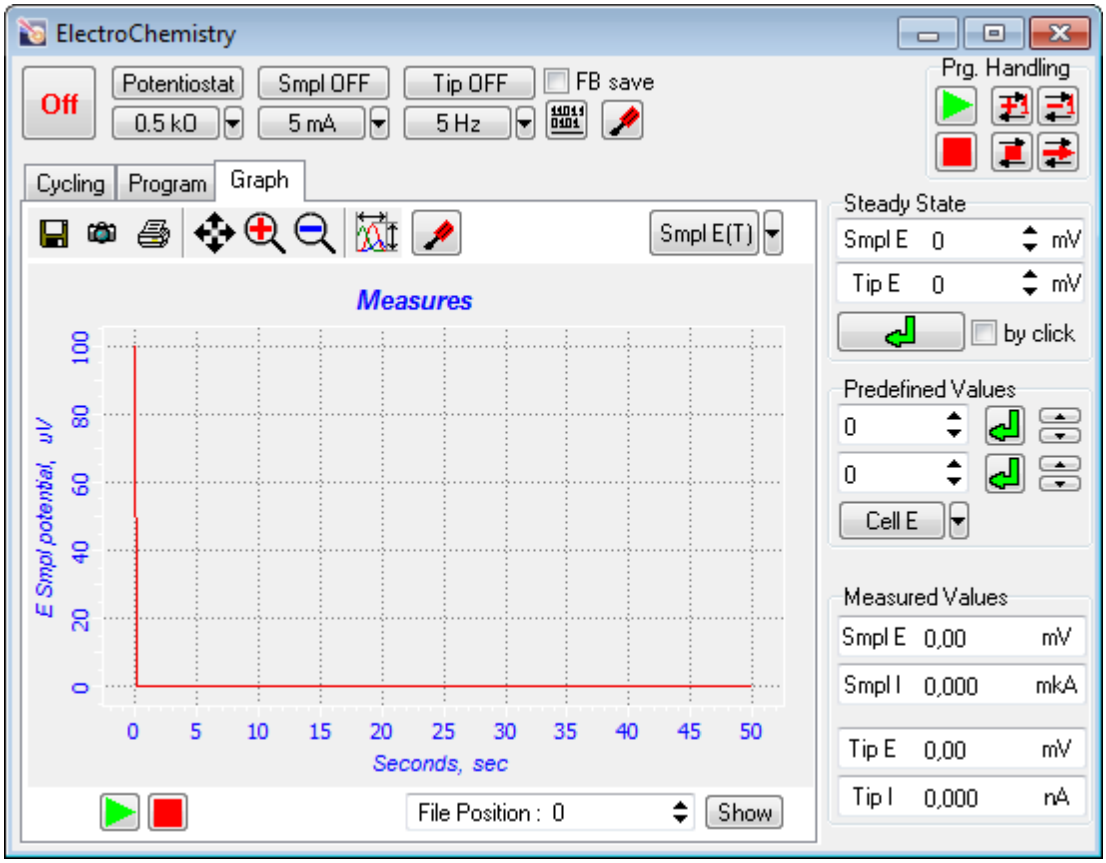
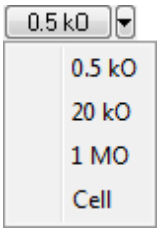
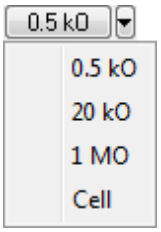
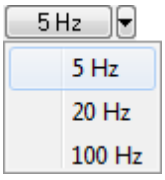


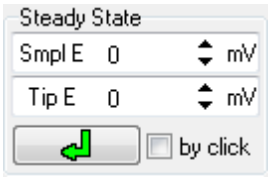
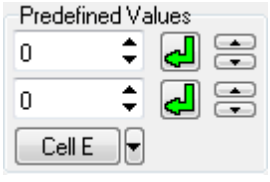
Рис. 116. Окно **ElectroChemistry**

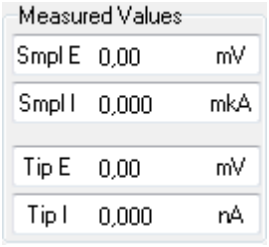
4.15.1. Панель управления

Табл. 67. Элементы панели управления бипотенциостатом

Элемент	Описание
	Включение/выключение бипотенциостата. **Off** – бипотенциостат выключен; **On** – бипоетнциостат включен. При включении бипотенциостата производится загрузка калибровочных параметров бипотенциостата.

Элемент	Описание
Potentiostat / **Galvanostat**	Переключает режимы работы биопотенциостата. Имеет два состояния: **Potentiostat** / **Galvanostat**.
	Варианты работы биопотенциостата: Cell – с реальной ячейкой 0.5 кОм, 20 кОм, 1 МОм – с одним из трех эквивалентных сопротивлений. Эквивалентные сопротивления используются при калибровке биопотенциостата, либо при работе с эквивалентом раствора.
Smpl OFF / **Smpl ON**	Подача потенциала на образец: **Smpl ON** – на образец может быть подан потенциал; **Smpl OFF** – возможность подачи потенциала на образец отключена.
	Диапазон измерений рабочего тока.
Tip ON / **Tip OFF**	Подача потенциала на зонд: **Tip ON** – на зонд может быть подан потенциал; **Tip OFF** – возможность подачи потенциала на зонд отключена.
	Частота оцифровки потенциалов.
FB save	При установке флажка, обратная связь отключается, но положение сканера по оси Z не изменяется – сканер находится в положении, в котором находился до перехода в режим **FB save**.
	Загрузка калибровочных параметров биопотенциостата. При щелчке на кнопке открывается диалоговое окно для выбора и загрузки требуемого файла.

Элемент	Описание
	Открывает диалоговое окно **Bi Potentiostat Calibration**, с помощью которого осуществляется калибровка бипотенциостата.
	Prg. Handing – Панель управления программируемыми операциями
Run Loaded Program	Запустить загруженную в бипотенциостат программу.
Stop Program	Остановить выполнение программы.
Increase Cycling Step	Увеличить на единицу число выполняемых шагов цикла.
Decrease Cycling Step	Уменьшить на единицу число выполняемых шагов цикла.
Stop Cycling	Остановить цикл.
Next Program Step	Перейти к следующему шагу программы.
	**Steady State** – Панель задания потенциалов
Smpl E	Потенциал, подаваемый на образец.
Tip E	Потенциал, подаваемый на зонд.
	Устанавливает заданные в полях **Smpl E** и **Tip E** значения потенциалов в качестве рабочих.
by click	Если флажок установлен, то новые значения вводимых потенциалов **Smpl E** и **Tip E** применяются только по нажатии кнопки .
	**Predefined values** – Панель задания шага изменения потенциалов

Элемент	Описание
	В полях ввода устанавливается шаг изменения значений потенциалов, задаваемых на панели **Steady state**.
Apply value	Нажатием кнопки, значение, установленное в поле слева от кнопки, присваивается соответствующему потенциалу на панели **Steady State**.
Increase value **Decrease value**	Нажатием кнопок, значение **Smpl E** (либо **Tip E**) на панели **Steady State** изменяется (– увеличивается, – уменьшается), на величину, заданную в соответствующем поле ввода.
Cell E / **Tip E**	Выбор элемента, потенциал на котором будет изменяться по нажатии кнопок , . Cell E – изменение потенциала образца. Tip E – изменение потенциала зонда.
	**Measured values** – Панель отображения измеряемых значений
Smpl E	Потенциал образца.
Smpl I	Ток, протекающий через образец.
Tip E	Потенциал зонда.
Tip I	Ток, протекающий через зонд.

4.15.2. Диалоговое окно Bi Potentiostat Calibration

Диалоговое окно **Bi Potentiostat Calibration** открывается нажатием кнопки .

С помощью диалогового окна **Bi Potentiostat Calibration** осуществляется калибровка бипотенциостата.

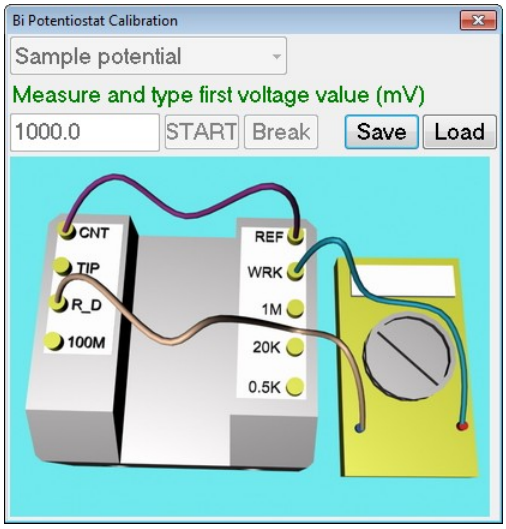


Рис. 117. Диалоговое окно **Bi Potentiostat Calibration**

В процессе калибровки, из раскрывающегося списка в верхней части диалогового окна выбираются калибруемые параметры. Для каждого параметра отображается коммутация предусилителя и вольтметра необходимая для калибровки. Реальные значения калибруемых параметров заносятся в поле ввода.

Табл. 68. Элементы диалогового окна **Bi Potentiostat Calibration**

Элемент	Описание
Sample potential	Список выбора калибруемого параметра.
1000.0	Значение потенциала, который должен подаваться с бипотенциостата на выбранный элемент, например, на образец. При калибровке, вместо него следует ввести реальное значение потенциала, измеренное с помощью вольтметра. *ПРИМЕЧАНИЕ: Вводить показания вольтметра можно без учета знака потенциала.*
START	Перейти к следующему шагу калибровки.
Break	Прервать выполнение команды текущего шага калибровки.
Save	Сохранение калибровочных параметров бипотенциостата в виде отдельного файла с расширением ***.cfc**. После щелчка на кнопке появляется диалоговое окно, в котором можно выбрать путь и задать имя файла.
Load	Загрузка калибровочных параметров бипотенциостата из файла с расширением ***.cfc**. После щелчка на кнопке

Элемент	Описание
	появляется диалоговое окно, в котором можно выбрать нужный файл. *ПРИМЕЧАНИЕ. При работе с бипотенциостатом, по умолчанию загружается файл* ***Bipot.cfc****.*

4.15.3. Вкладка Cycling

На вкладке **Cycling** задаются параметры циклирования потенциала, подаваемого на зонд либо на образец.

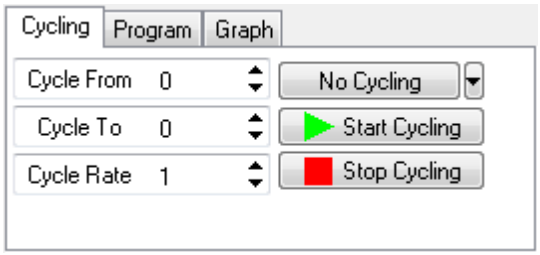
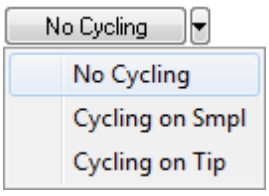
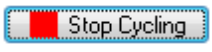


Рис. 118. Вкладка **Cycling**

При циклировании на образец/зонд подается напряжение, циклически изменяющееся в диапазоне сначала от **Cycle From** до **Cycle To**, затем от **Cycle To** до **Cycle From**.

Табл. 69. Элементы вкладки Cycling

Элемент	Описание
Cycle From	Начальное значение циклируемого потенциала (мВ).
Cycle To	Предельное значение циклируемого потенциала (мВ).
Cycle Rate	Скорость изменения потенциала (мВ/сек).
	Список выбора объекта циклирования потенциала: **No Cycling** – нет циклирования. **Cycling on Smpl** – циклирование потенциала образца. **Cycle on Tip** – циклирование потенциала зонда.
	Запускает циклирование.
	Останавливает циклирование.

4.15.4. Вкладка Program

Вкладка **Program** предназначена для программирования серии изменений тока или потенциала.

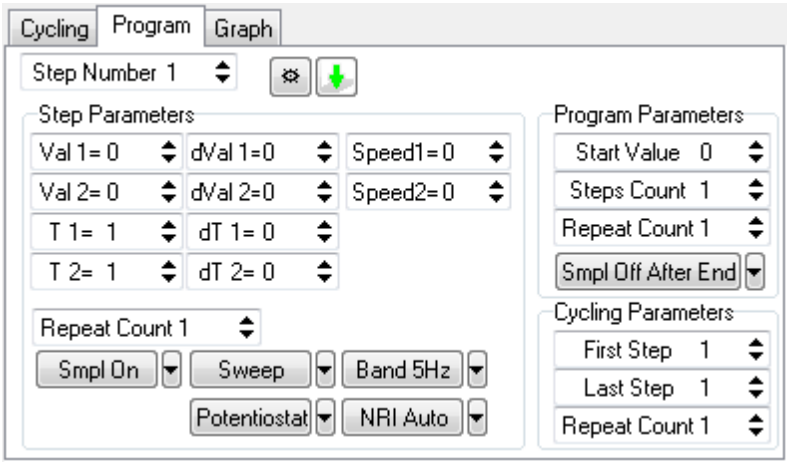


Рис. 119. Вкладка **Program**

Программа разбита на ступени, каждая ступень состоит из двух шагов. При программировании операций, задаются параметры шагов каждой ступени. Существует возможность повтора отдельных ступеней, а также циклирование нескольких последовательно идущих ступеней.

Табл. 70. Элементы складки Program

Элемент	Описание
Step Number	Номер ступени программы. Максимальное число ступеней – 10. Каждая ступень состоит из двух шагов, параметры которых задаются на панели **Step Parameters**.
Preview Program On Graph	Предварительный просмотр программируемых операций. После щелчка на кнопке, на вкладке **Graph** отобразится график изменения тока/потенциала.
Load Program To Bipotentiostat	Загрузить программу в бипотенциостат.
Step Parameters – Панель параметров ступеней программы. Для каждой ступени задается свой набор параметров	
Val 1	Значение потенциала/тока по окончании первого шага данной ступени.
dVal 1	Приращение значения **Val 1** за один период, при количестве периодов **Repeat Count** большем единицы.

Элемент	Описание
Speed1	Начальная скорость.
Val 2	Значение потенциала/тока по окончании второго шага данной ступени.
dVal 2	Приращение значения **Val 2** за один период при количестве периодов **Repeat Count** больше единицы.
Speed2	Конечная скорость.
T 1	Время выполнения первого шага данной ступени
dT 1	Приращение времени **T 1** за один период при количестве периодов **Repeat Count** больше единицы.
T 2	Время выполнения второго шага данной ступени.
dT 2	Приращение времени **T 2** за один период при количестве периодов **Repeat Count** больше единицы.
Repeat Count	Количество последовательных повторов (периодов) данной ступени программы.
Smpl On/Off	Включение/отключение возможности подачи потенциала на образец: **Smpl ON** – на образец может быть подан потенциал **Smpl OFF** – возможность подачи потенциала на образец отключена.
Sweep / **Steady**	Список выбора, в котором задается режим изменения величины потенциала/тока: Steady – ток/потенциал поддерживается постоянным и равным начальному значению в течение времени выполнения данного шага программы, по окончании выполнения данного шага, значение тока/потенциала скачком устанавливается равным значению, установленному для следующего шага программы Sweep – величина потенциала/тока линейно меняется от начального до конечного значения в течение времени выполнения данного шага программы
Potentiostat /	Режим работы бипотенциостата:

Элемент	Описание
Galvanostat	Potentiostat – измерение потенциала; Galvanostat – измерение тока.
Band	Частота оцифровки потенциалов.
NRI	Максимальное значение тока через образец/зонд (по модулю)
Program Parameters – Панель параметров выполнения программы	
Start Value	Начальное значение потенциала/тока
Steps Count	Количество выполняемых ступеней программы
Repeat Count	Количество повторов данного цикла
Smpl On/Off After End	Включение/отключение возможности подачи потенциала на образец по завершении программы: **Smpl Off After End** – возможность подачи потенциала на образец отключается по окончании программы; **Smpl On After End** – по окончании программы на образец может быть подан потенциал.
Cycling Params – Панель параметров циклирования ступеней программы	
First Step	Номер первого шага цикла
Last Step	Номер последнего шага цикла
Repeat Count	Количество повторов

Пример

Рассмотрим пример программирования циклического изменения потенциала образца по следующей схеме: потенциал образца изменяется от -110 мВ до +110 мВ за 7 с, затем уменьшается до –110 мВ за 3 с. Цикл повторяется три раза.

Данную последовательность можно задать за одну ступень:

1. Сначала зададим значения изменения потенциала за один цикл. Устанавливаем следующие значения:

   Step Number = 1

Start Value = –110

Val 1 = 110

Val 2 = –110

T 1 = 7

T 2 = 3

режим изменения величины потенциала – Sweep.

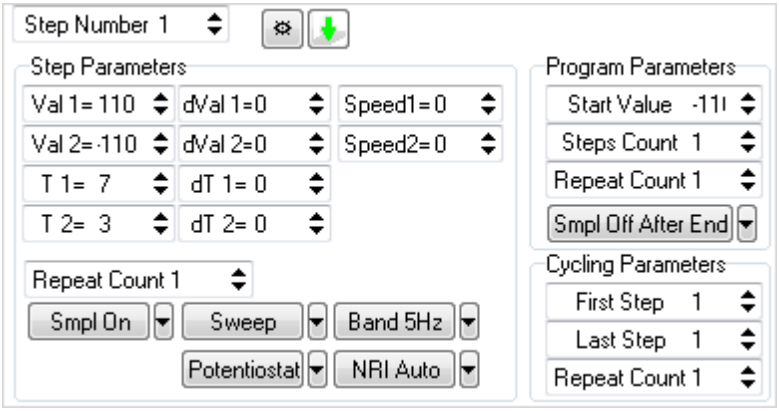


Рис. 120.

После щелчка на кнопке , на вкладке **Graph** отобразится график изменения потенциала(см. рисунок ниже).

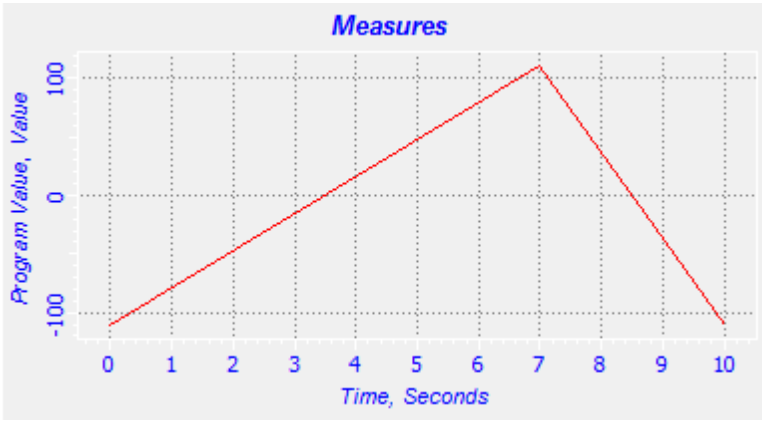


Рис. 121.

2. Зададим число повторов цикла:

   Repeat Count = 3.

В результате график принимает вид как на рисунке ниже:

Рис. 122.

Рассмотрим предыдущий пример в предположении, что в каждом следующем цикле максимальные значения потенциалов должны уменьшаться на 30 мВ.

dVal 1 = -30.

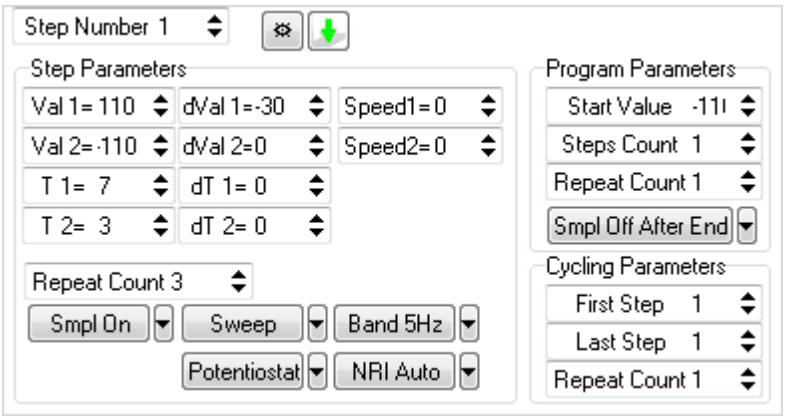


Рис. 123. Задаваемые параметры

Рис. 124. Полученный для dVal 1 = -30 график

4.15.5. Вкладка Graph

На вкладке **Graph** расположен программный осциллограф.

Панель инструментов осциллографа содержит стандартные кнопки, описание которых приведено в разделе "Одномерные данные" на стр. 39.

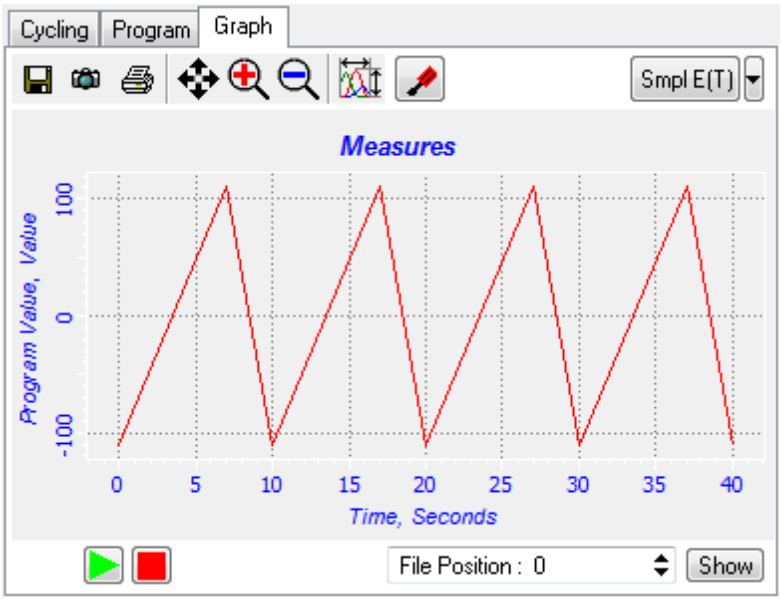
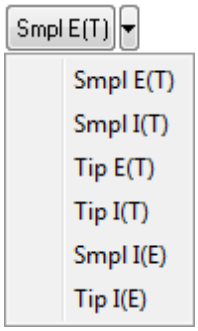


Рис. 125. Вкладка **Graph**

Табл. 71. Элементы управления осциллографа

Элемент	Описание
	Список выбора отображаемой зависимости: Smpl E(T) – зависимость потенциала образца от времени; Smpl I(T) – зависимость тока через образец от времени; Tip E(T) – зависимость потенциала зонда от времени; Tip I(T) – зависимость тока через зонд от времени; Smpl I(E) – зависимость тока через образец от потенциала образца; Tip I(E) – зависимость тока через зонд от потенциала зонда.
	Открывает диалоговое окно **Graph Settings**. В окне **Graph Settings** выбирается файл данных для записи истории измерений, либо выбирается файл данных для загрузки, а также задаются параметры просмотра истории измерений из загруженного файла данных.
Start Periodical Measures	Запускает осциллограф.

Элемент	Описание
Stop Periodical Measures	Останавливает осциллограф.
File Position	Начальная точка просмотра истории измерений
Show	Показать историю измерений начиная с точки, заданной в поле **File Position**.

Диалоговое окно Graph Settings

В диалоговом окне **Graph Settings** задаются настройки для записи и просмотра полученных результатов.

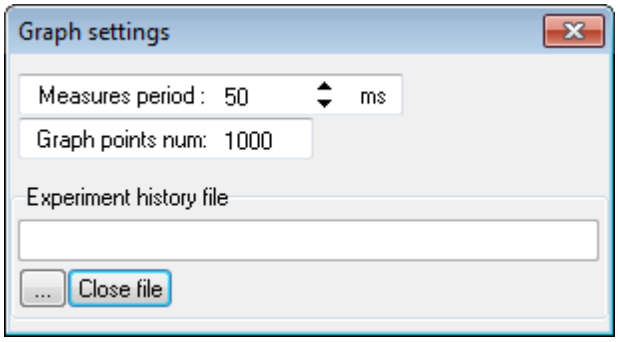


Рис. 126. Диалоговое окно **Graph Settings**

Табл. 72. Элементы окна настроек

Элемент	Описание
Measures period	Период измерения (в мс).
Graph points num	Число отображаемых точек графика.
Experiment history file	Панель выбора файла для записи истории измерений.
...	Открывает диалоговое окно, в котором можно выбрать нужный файл или создать новый файл, в который будут записываться результаты измерений. Путь к выбранному файлу отображается в поле ввода. Следует отметить, что в один файл можно записывать данные нескольких экспериментов, при этом данные будут накапливаться, увеличивая количество точек. Размер файла ограничен только размерами жесткого диска.

Элемент	Описание
	ВНИМАНИЕ! После выбора файла записи данных, диалоговое окно следует закрывать кнопкой , расположенной в правом верхнем углу.
Close file	Закрывает файл записи данных. При этом файл с данными сохраняется на жестком диске, дальнейшая запись данных в этот файл прекращается.

Предметный указатель

- D -

DFL 67

- E -

ElectroChemistry 162

- G -

Gain 35

- L -

Laser 67
LF 67

- N -

Nova PowerScript 24

- P -

PID 159

- S -

SetPoint 35
SPM Init 66

- А -

Алгоритм настройки системы регистрации 69

- Б -

Блок-схема прибора 127

- В -

Видеоизображение 137
Время нагрева образца 159
Выбор генератора 127
Выбор области сканирования 89, 103
Вычитание наклона поверхности 89

- Г -

Главное меню 18, 21
Главное окно 18

- Д -

Данные
  двумерные 50
  одномерные 38
Датчики перемещения
  контроль состояния 27
  подстройка 27

- Ж -

Журнал 83

- З -

Завершение работы Nova SPM 17
Запуск 5
Защитный экран 145

- И -

Измерения
  в жидкости 69
  в магнитном поле 156
  на воздухе 69
Индикатор
  положения лазерного луча 67
  состояния прибора 66
  удлинения сканера 35

- К -

Калибровка бипотенциостата 165
Калибровка сканера 30
Калибровочные коэффициенты сканера 30
Коэффициент усиления сигнала 35

- Л -

Лазер
  включение 35, 67, 127
  выключение 35, 67, 127
Литография 116
Литография векторная
  градиентная 117
  импульсная 117
  импульсно-градиентная 117
  простая векторная 117
  силовая 117
  шаблон литографии 117
  электрическая 117
Литография растровая
  зарядовая 124
  силовая 124
  шаблон 124
  электрическая 124

- М -

Маркер
двойной 39
одиночный 39
Меню
View 21

Модуляционные методики 76
Мультисканирование 146

- Н -

Нагрев образца 159
Назначение Nova P9 4
Настройка
коэффициента усиления цепи обратной связи 96
Настройка интерфейса
двумерных данных 55
одномерных данных 43
Настройка контрастности изображения 50
Настройка параметров пьезодрайвера 76
Настройка системы регистрации 69
по видеоизображению 137
Нелинейная коррекция 94
Номер прохода 35

- О -

Области Главного окна 21
Область отображения
двумерных данных 89, 105
одномерных данных 38
Область сканирования
положение 103
размеры 103
Обновление программы 34
Обратная связь
включение 35
выключение 35
Окно
Aiming Movers 67, 140
Approach 83
Camera 137
Litho 116
Motor Params 33
Multy Scan 146
Resonance 76
ScanForm 89
Schemes 127
Sensors Adjuster 27
Spectroscopy 105
Thermo 159
Основные элементы интерфейса 18
Осциллограф 61, 83
Отображение одномерных данных в окне сканирования 101

- П -

Панель
CloseLoop Params 27
Scanner 27
Sensor Auto Adjustment 27
Sensor Parameters 27
быстрого доступа 96
графиков 105
дополнительных операций 18
инициализации 18
основных операций 18
основных параметров 18
шаговых двигателей 140
Панель инструментов
двумерных данных 50
одномерных данных 39
Панель шаговых двигателей 67, 137
Параметры
отображения сигналов 63
Перемещение лазера 137
Подвод образца к зонду 83
Подсветка
включение 145
выключение 145
Поле ввода 18
Ползунок 18
Построение резонансной кривой 76

- Р -

Режим работы сканера 30
Резонанс 76

- С -

Сгналы сканирования 94
Сигналы
настройка списка 25
Сканирование

Сканирование
больших областей 146
направление 89
скорость 89
Скрипты 24
Спектроскопия 105
дополнительные параметры 112
параметры 110
сигналы 110
Способ отображения окон Nova SPM 21

- Т -

Таблица
параметров измерений 105
Термостолик 159

- У -

Управление измерительными головками
положение ожидания 145
рабочее положение 145
Установка
Nova SPM 5
драйверов 5

- Ф -

Функции программы 4
Функциональное назначение Nova SPM 4

- Х -

Характеристики шаговых двигателей 33
Ход
обратный 112
прямой 112

- Ц -

Цепь обратной связи 35, 36

- Э -

Электрохимия 162