

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОМЕТРИИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИАиЭ СО РАН)**

**ПРОГРАММА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
КРУГОВОЙ ЛАЗЕРНОЙ ЗАПИСЫВАЮЩЕЙ СИСТЕМОЙ
ИНФОРМАЦИЯ, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. Назначение программы

1.1. Обозначение и наименование программы

Основное назначение программного обеспечения Круговой лазерной записывающей системы «CLWS_CP» предоставление возможности производить тестирование подсистем кругового лазерного записывающего устройства, производить тестирование материала для записи, производить подготовку данных и запись микроструктур, обеспечивать контроль точности записи и коррекцию возникающих погрешностей точности позиционирования в процессе записи. Программное обеспечение также позволяет контролировать и управлять процессом записи посредством графического интерфейса.

1.2. Эксплуатационное назначение программы

Круговая лазерная записывающая система является сложным комплексом из сопряжённых подсистем, каждая из которых выполняет необходимые функции для обеспечения процесса записи микроструктур с необходимой точностью. Программное обеспечение «CLWS_CP» разработано для управления данным комплексом посредством аппаратных модулей, которые являются связующим звеном между записывающей системой и управляющим компьютером. Программа «CLWS_CP» осуществляет управление КЛЗС с помощью аппаратных модулей, среди которых можно выделить три основных: PCI плата векторного функционального генератора (далее ВФГ); PCI плата управления приводами вращения угловой координаты и перемещения (позиционирования) линейной координаты; блок автофокусировки с одноплатным компьютером TS7800, обеспечивающий управление подсистемой автофокусировки и ввод/вывод данных для фотоприемников, аттенуаторов, затворов, моторизованного привода вертикального перемещения фокусирующего объектива.

В состав комплекса программного обеспечения также входят программы сторонних производителей OCC.EXE, MPC6000.EXE. Программа OCC.EXE управляет режимами работы УФ лазерного модуля PhoxX компании Omicron. Программа MPC6000.EXE управляет режимами работы DPSS лазера OPUS компании Laser Quantum.

1.3. Состав функций

Программное обеспечение «CLWS_CP» обеспечивает выполнение следующих функций:

- Тестирование кругового лазерного записывающего устройства при помощи специальных функций для определения штатного функционирования каждой подсистемы устройства;
- Обеспечивает ряд функциональных возможностей для настройки подсистем устройства для текущей записи. Позволяет определить правильность и точность настройки механических и оптических узлов записывающего устройства;
- Обеспечивать прецизионный поиск центра вращения подложки для обеспечения необходимой точности записи;
- Производить тестирование материала при подготовке к записи для определения его характеристик, которые в дальнейшем используются в процессе записи. Тестирование материала позволяет подобрать параметры для управления лазерным излучением;
- Создавать проект микроструктуры для записи и задавать в данном проекте данные для каждой части записываемой структуры. Задавать тип, параметры и начальные условия записи.
- Производить запись с использованием подготовленного проекта микроизображения, результатов тестирования материала, установленных параметров записи;
- Обеспечивать контроль точности записи и коррекцию возникающих ошибок позиционирования в процессе записи. Обеспечивать контроль штатного функционирования всех подсистем устройства в процессе записи и разрешения возникающих ошибок работы подсистем, если это возможно без привлечения оператора;
- Сохраняет информацию о процессе записи в специальных информационных файлах в специальном формате для дальнейшей оценки качества и точности произведенной записи.

2. Условия выполнения программы

2.1. Минимальный состав аппаратных средств

- Процессор не хуже Intel Core i5 650, 3.2 ГГц;
- ОЗУ не менее 4 Гбайт;
- Не менее 2 портов Ethernet 10/100;
- Не менее 2 последовательных портов RS-232;
- Наличие свободного места на жестком диске не менее 5 Гбайт;
- Одноплатный компьютер TS-7800 с предустановленным программным обеспечением;
- PCI плата векторного функционального генератора;
- PCI плата управления приводами вращения угловой координаты и перемещения (позиционирования) линейной координаты;
- USB видео камера с разрешением не менее 640x320 точек;
- Круговая лазерная записывающая система (КЛЗС).

2.2. Минимальный состав программных средств

- Операционная система Windows XP;
- Графическая библиотека Microsoft Foundation Classes не ниже седьмой версии (MFC 7.0);
- Библиотека corsys.dll для обеспечения взаимодействия программного обеспечения «CLWS_CP» с аппаратными средствами КЛЗС;
- Библиотека расчетных элементов для интерактивного расчета данных записи используемых в процессе лазерной записи;
- Драйвер PCI платы векторного функционального генератора;
- Драйвер PCI платы управления приводами угловой координаты и линейной координаты;
- Драйвер и программное обеспечение для цифровой видеокамеры с разрешением не менее 640x320 точек;
- Программа OCC.EXE для управления режимами работы УФ лазерного модуля PhoxX компании Omicron.
- Программа MPC6000.EXE для управления режимами работы DPSS лазера OPUS компании Laser Quantum.

2.3. Требования к персоналу (оператору)

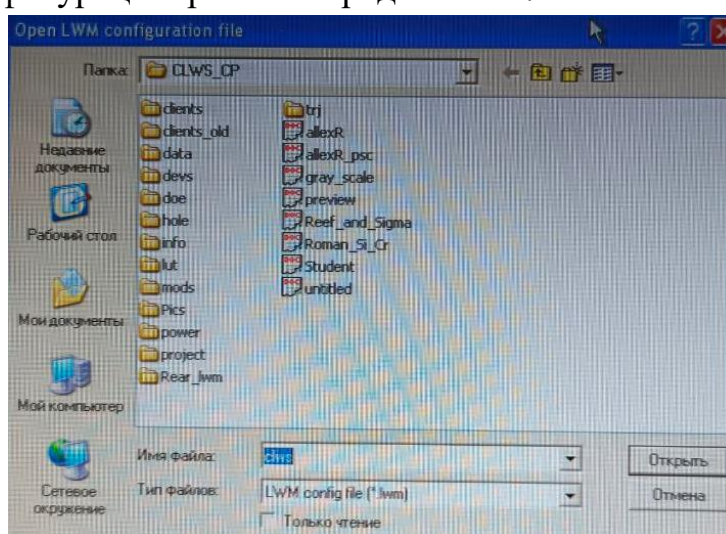
Оператор программного обеспечения «CLWS_CP» должен обладать хорошими знаниями и умениями работы в операционной системе Windows XP,

также оператор должен пройти первичное обучение работы с КЛЗС и иметь базовые знания в оптике и технологии изготовления дифракционных оптических элементов, шкал, лимбов и фотошаблонов.

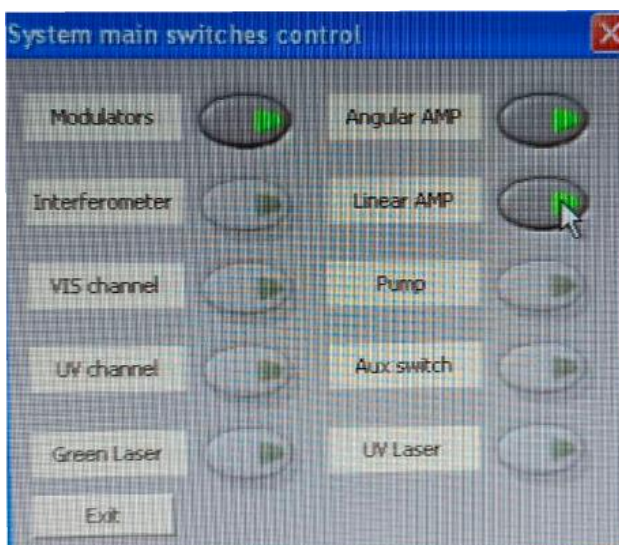
3. Выполнение программы

3.1. Загрузка программного обеспечения

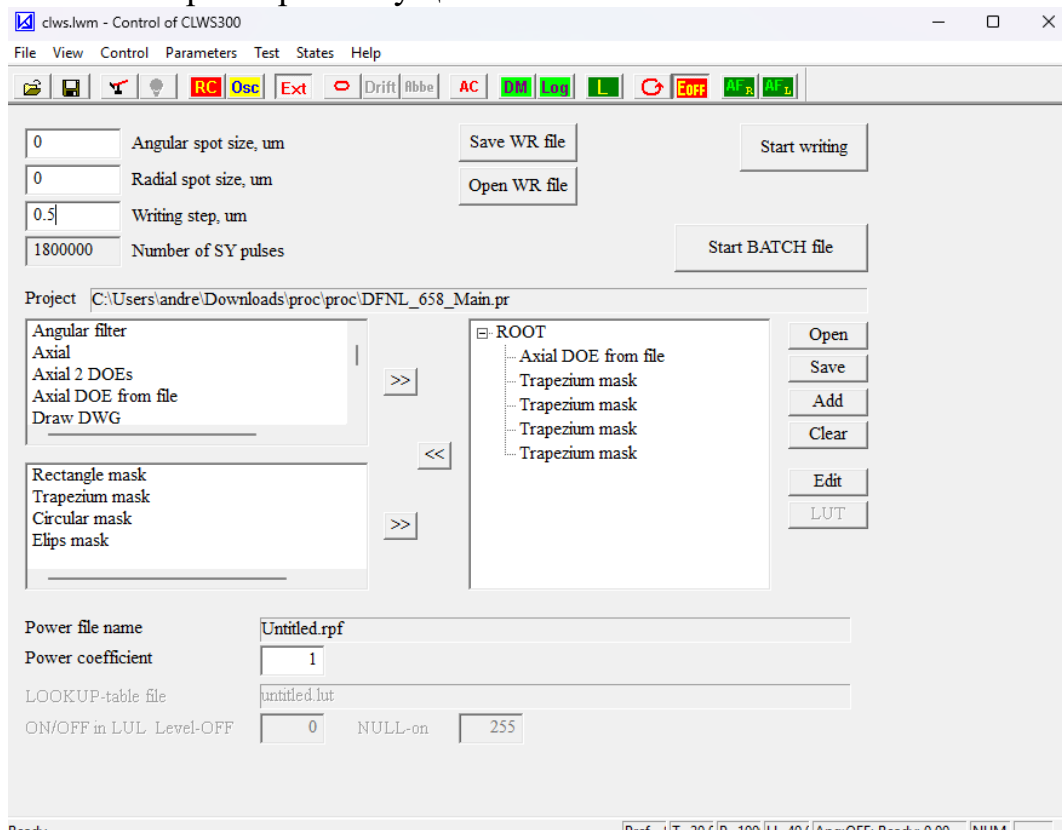
- Включите управляющий компьютер.
Запустите ПО нажатием на иконку «CLWS_CP».
- Выберите конфигурацию рабочей среды КЛЗС.



- Все кнопки в версии эмулирующей работу с установкой недоступны для нажатия.



3.2. Установка параметров текущей записи



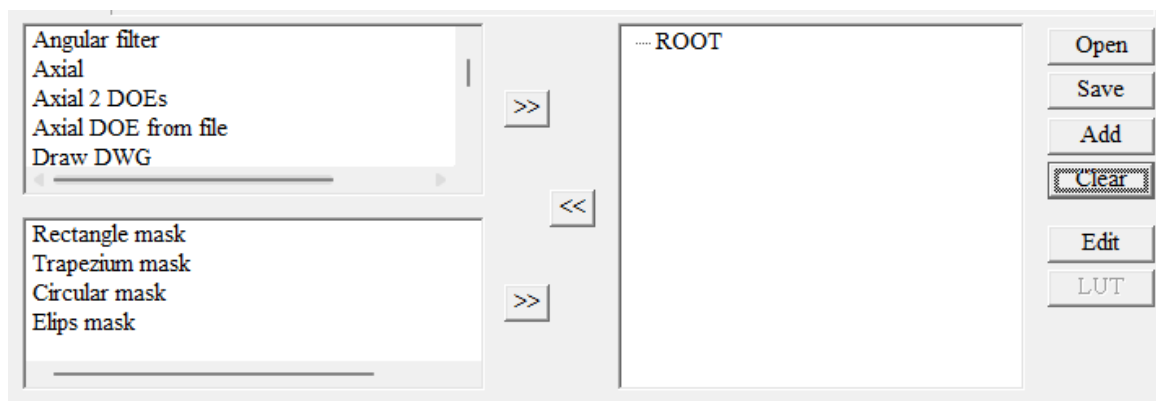
В главном окне программы устанавливаем параметры текущей записи.

- Angular spot size (Размер следа по углу) – как правило, равен 0.
- Radial spot size (Размер следа по радиусу) – устанавливается в соответствии с проведёнными тестами материала записи и используется для отрисовки точных границ аксиально симметричных ДОО.
- Writing step (Шаг записи) – основной шаг перемещения линейной координаты, может быть автоматически изменён программой в меньшую сторону для на узких зонах.
- Number of SY pulses (Количество SY на оборот) – количество отсчётов угловой координаты (см. Ввод параметров установки/подсчёт SY).
- Выбрать файл мощности.
- Установить коэффициент умножения для файла мощности, зависит от материала записи.
- Установите климатические условия для расчёта длины волны лазера интерферометра (см. . Ввод параметров установки/Линейная координата).

3.3. Создание и редактирование проекта записи

Последовательность действий для создания проекта записи:

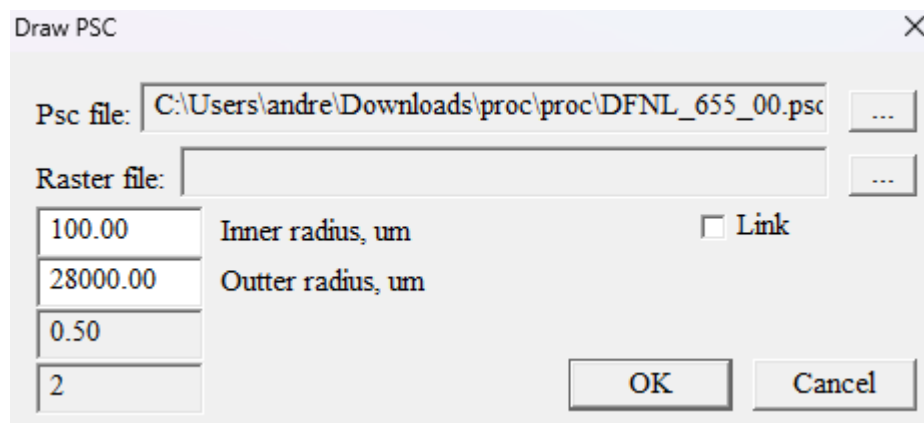
- Выберете из списка элемент для записи и нажмите кнопку «>>», появится диалог параметров элемента, заполните его. В одном проекте можно добавлять множество элементов заполняя дерево проекта «ROOT». Параметры элемента можно отредактировать, нажав кнопку «Edit». Что бы сохранить или восстановить элементы с заданными параметрами нажмите «Save» или «Open» соответственно.



Внимание!!! В одном проекте можно создавать элементы, которые имеют одинаковые параметры записи. (Переменный или постоянный шаг записи или размер пятна).

Запись по данным из файла PSC.

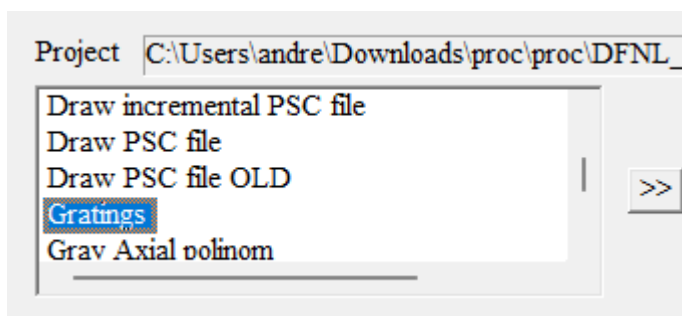
Выбрать файл для записи.



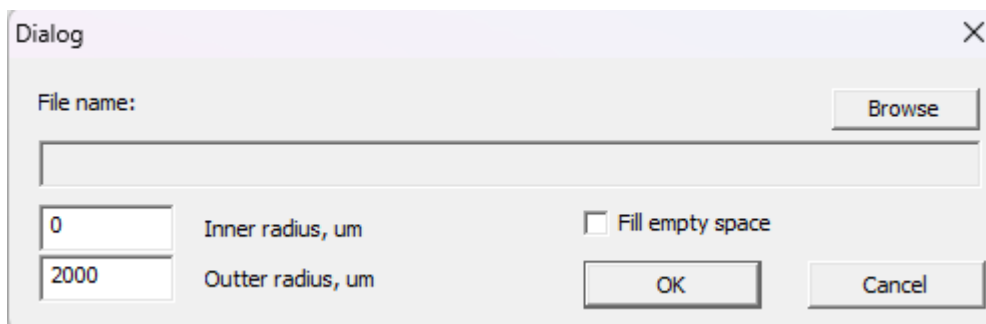
Указать диапазон записи и количество фазовых уровней.

Если файлов больше одного выставить Link.

Запись линейных решеток.



Выбрать файл для записи.



Выбрать файл для записи формата grt.

Указать диапазон записи.

Формат файла grt: текстовый, где каждая строка содержит следующую информацию

<file.dat> <Fi in> <Fi out> <R in> <R out> <rotate>.

file.dat – имя файла с границами зон.

Fi in – начальный угол сектора записи в градусах.

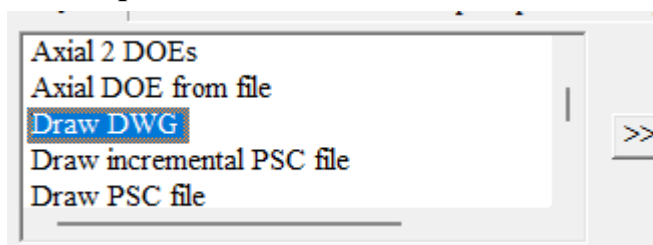
Fi out – конечные угол сектора записи в градусах.

R in – начальный радиус сектора записи в микронах.

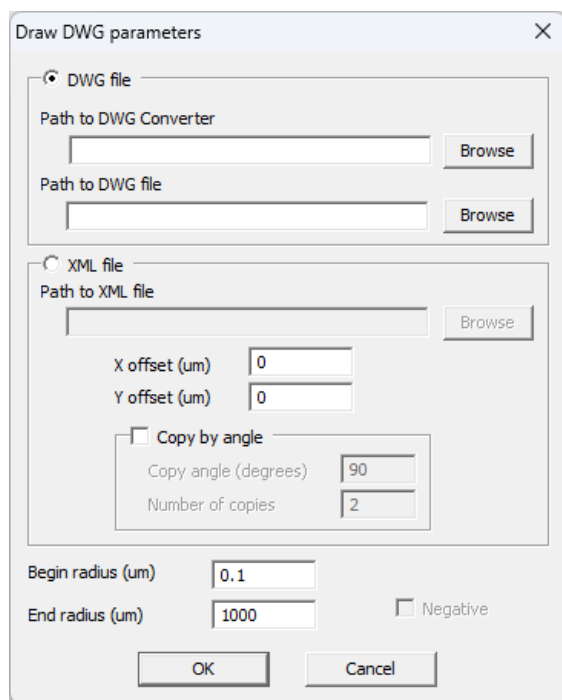
R out – конечные радиус сектора записи в микронах.

Rotate – Поворот решетки в градусах.

DWG файл

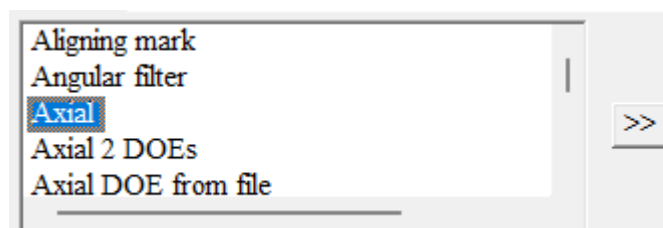


Выбрать файл DWG для записи. Также можно применить XML формат.

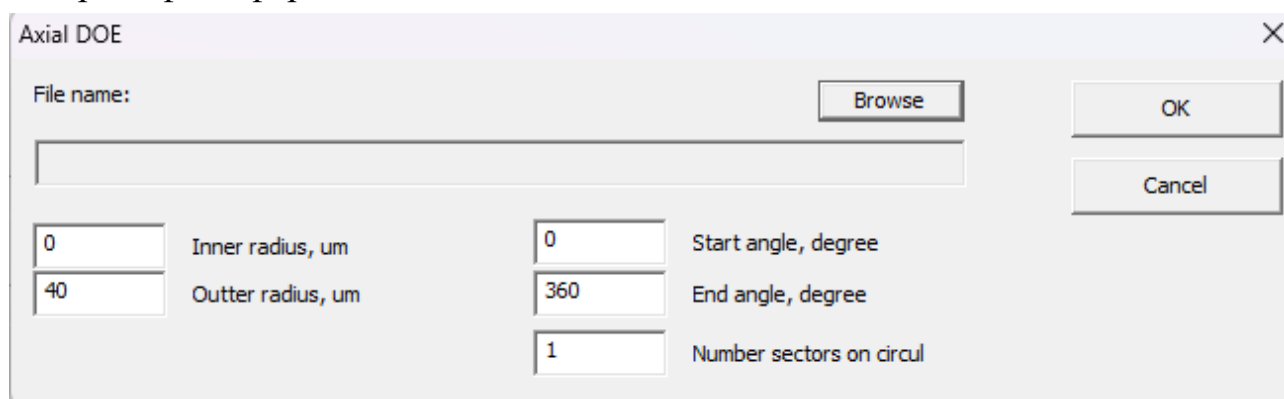


Указать диапазон записи (Begin и end radius).

Axial файл



Выбрать файл формата .dat для записи.



Указать диапазон записи.

Указать диапазон по углу.

Подготовка данных

Подготовить данные для записи линейных и осесимметричных ДОО можно двумя способами.

- 1) рассчитать данные границ зон в любой сторонней программе и сохранить в текстовом файле в две колонки, в первой колонке начало зоны, во второй

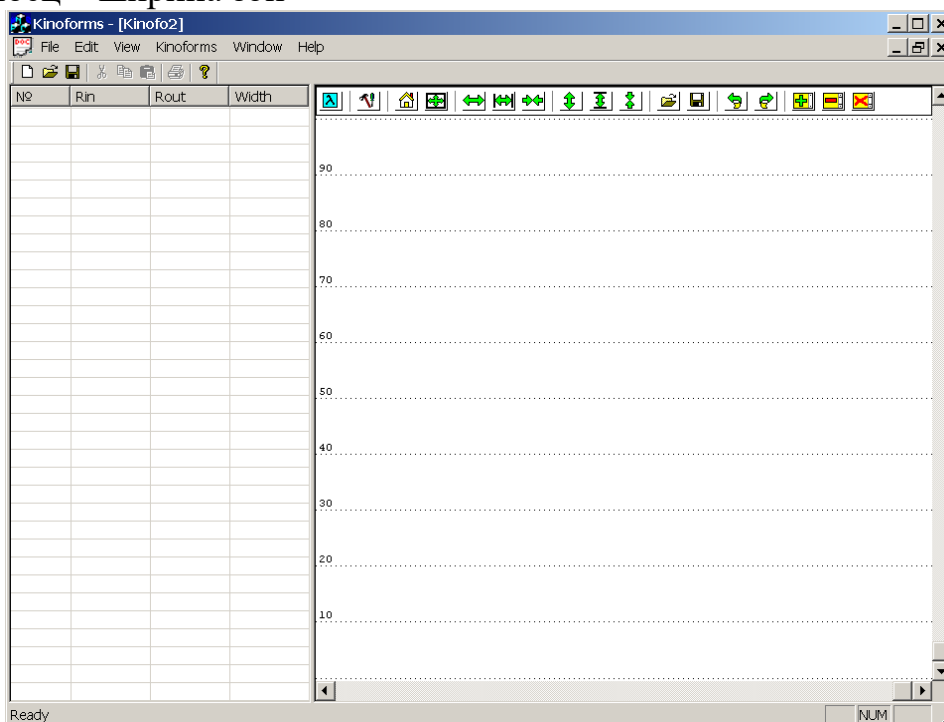
конец зоны. Затем при помощи программы «kinoforms» преобразовать в формат используемый системой записи.

2) Расчет элементов заложенных в программу «kinoforms»

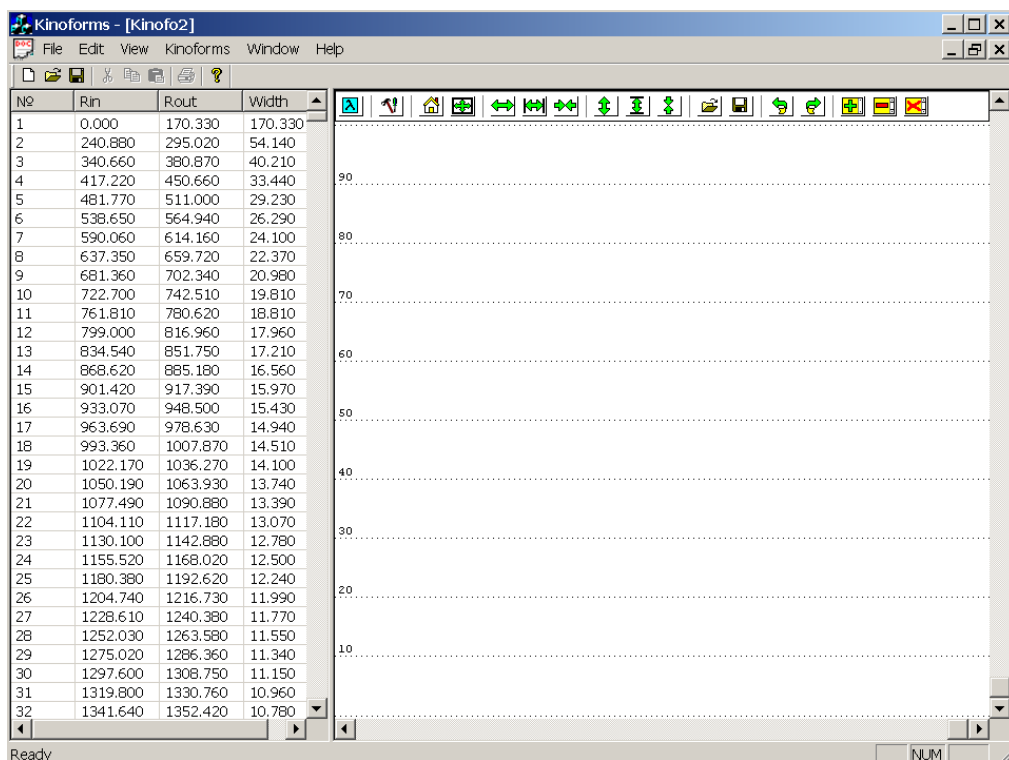
Описание программы «kinoforms»:

преобразование данных из текстового формата

- 1) запустить программу
- 2) menu/file/new – откроется пустое окно данных
- 3) menu/file/open as text – выберете текстовый файл с данными, после чего данные появятся в таблице
 1. столбец – номер зоны
 2. столбец – начало зоны
 3. столбец – конец зоны
 4. столбец – ширина зон



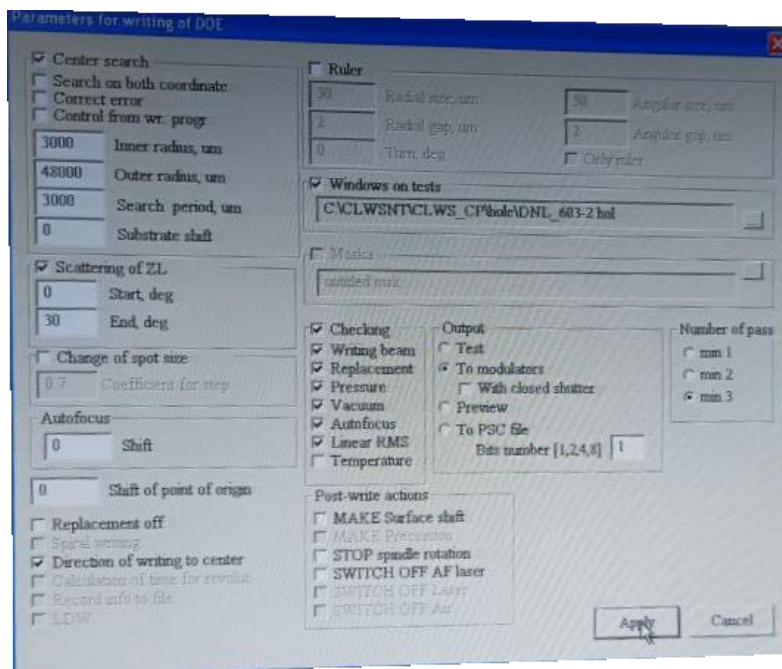
2. столбец – начало зоны
3. столбец – конец зоны
4. столбец – ширина зоны



4) Теперь данные можно сохранить menu/file/save as

3.4. Режимы записи элемента и процедура записи.

Для инициации записи нажмите кнопку «Start writing», появится диалог параметров записи



1) Установить тип вывода:

- Test – Производит все действия по записи, но без модуляции лазерного излучения.
- – Полноценная запись (если установлено «With closed shutter» лазерный пучок будет перекрыт).
- Просмотр – Вывод данных записи на экран (предпросмотр).

2) Указать диапазон разброса начала оборота если необходимо.

3) Отключить перемещение, если выполняется вывод на монитор.

4) Установить направление записи к центру.

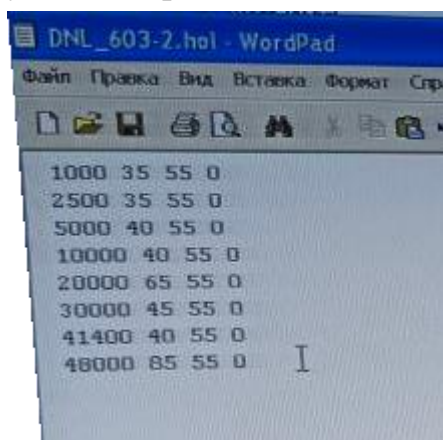
5) установить сдвиг автофокуса если необходимо.

6) Установить «сдвиг начала координат» если он выявлен.

7) Установить за какими параметрами системы следить во время записи.

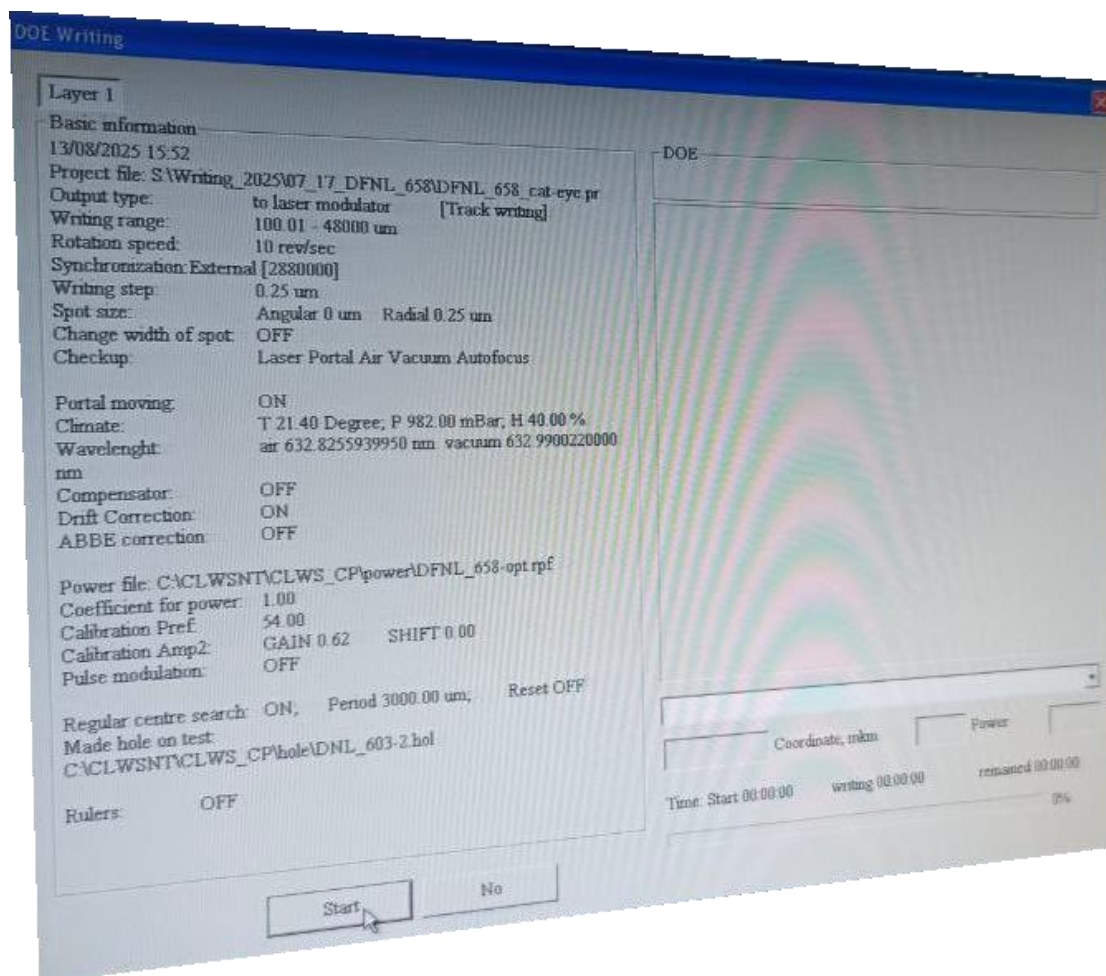
8) Ввести файл с дырками на тестах, если необходимо. Формат файла текстовый, каждая строка которого содержит :

- радиус теста в микронах,
- радиальный размер в микронах,
- угловой размер в микронах,
- угол поворота всего теста в градусах.

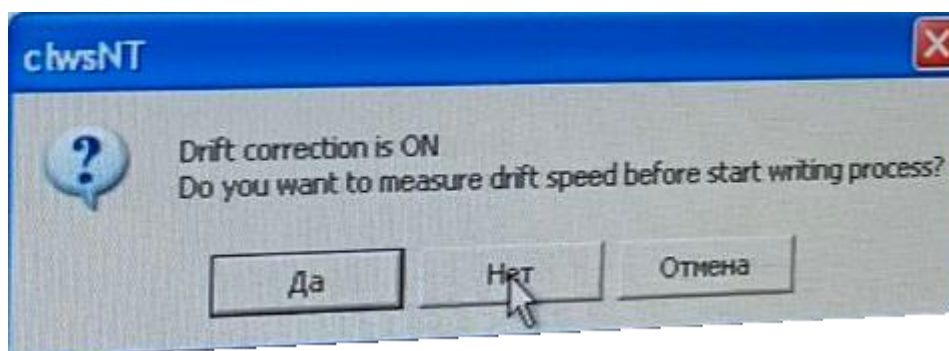


9) Нажать кнопку «Ok».

Система выдаст запрос на перемещение к начальной точке записи, после выхода на нее, появится диалог записи со списком установленных параметров, проверьте правильность их установки.

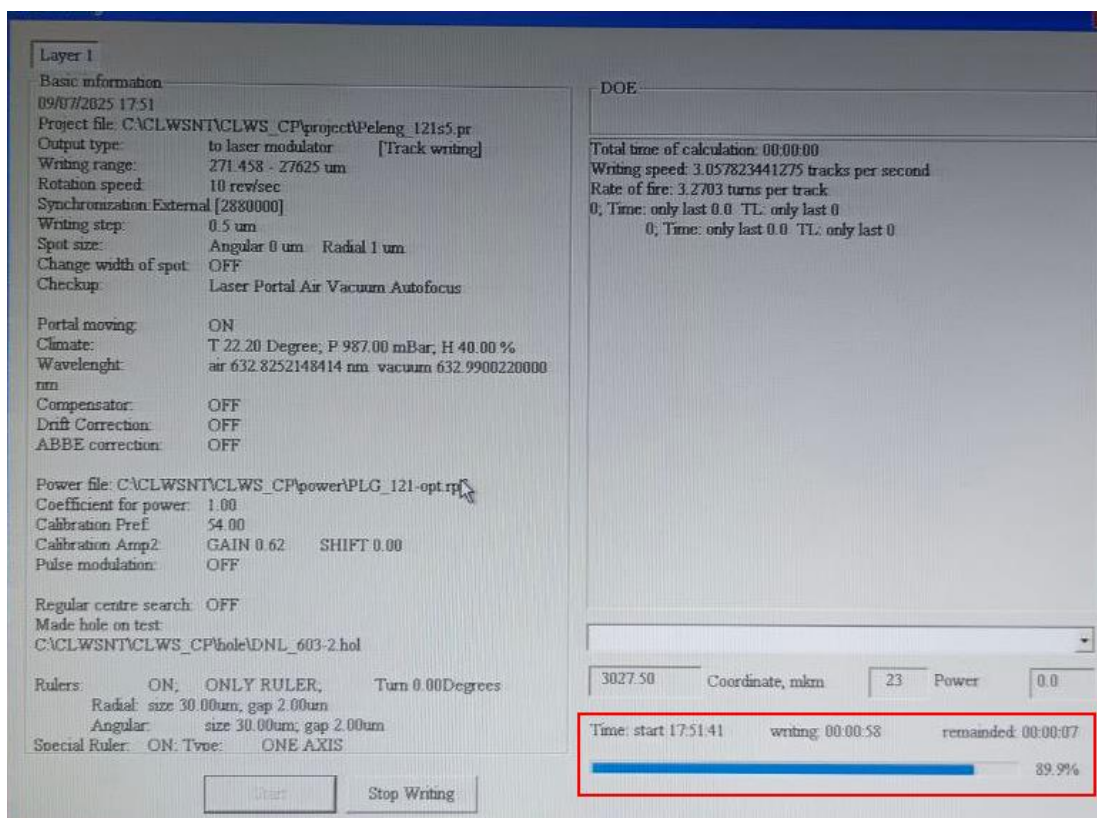


Также при включённом параметре drift. Появится окно для измерения скорости сдвига.



Затем нажмите кнопку «Start» – Процесс записи запущен.

В левом нижнем углу будет индицироваться процент выполнения записи, а также примерное оставшееся время до окончания записи, вычисляемое, исходя из текущей скорости.



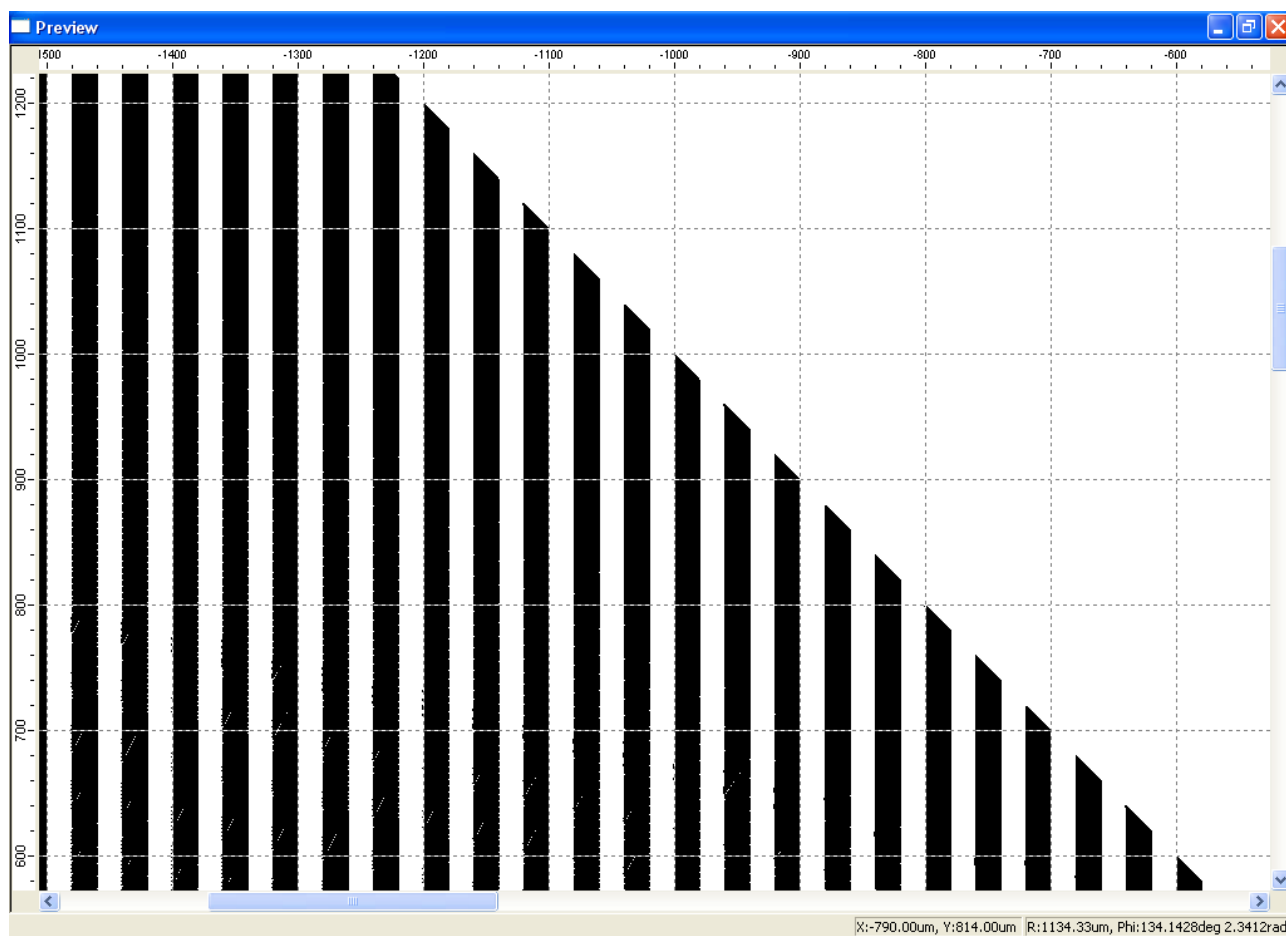
Перед началом основной записи необходимо записать Ruler. Для этого необходимо поставить галочку на против Ruler. Выставить режим Only ruler для записи только руллеров. Выставить параметры. Отключить настройки Drift (Coordinate drift compensator) и Abbe (Compensation of the moving error) (Текстовый файл, описывающий ошибку Abbe, создается оператором в стороннем приложении из измерений с помощью автоколлиматора).

Начать запись.

3.5. Визуализатор

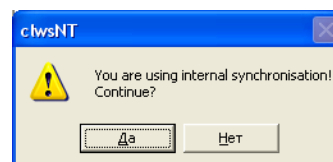
ПО обеспечивает средства для предпросмотра процесса и результатов записи элемента. Предпросмотр позволяет визуально оценить правильность расположения и вида записываемого(ых) элемента(ов) на «виртуальной подложке», измерить линейные и угловые размеры записываемых структур в интерактивном режиме. «Виртуальная подложка» представляет собой окно с масштабной сеткой, на которой графически отображается записываемый элемент с заданным масштабным коэффициентом. Данные отображаются «как есть», то есть отображаются расчетные данные для управления модуляцией лазерного излучения с учетом «перемещения пера» на текущем радиусе по круговой траектории. Тем самым производится полноценная эмуляция записи за исключением учета технологических особенностей материала (таких как: влияние мощности лазерного излучения на ширину линии, изменение мощности

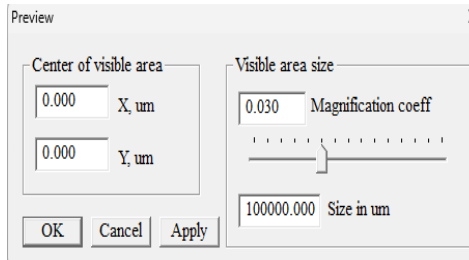
лазерного излучения, воздействующего на единицу линейной длины на разных радиусах записи).



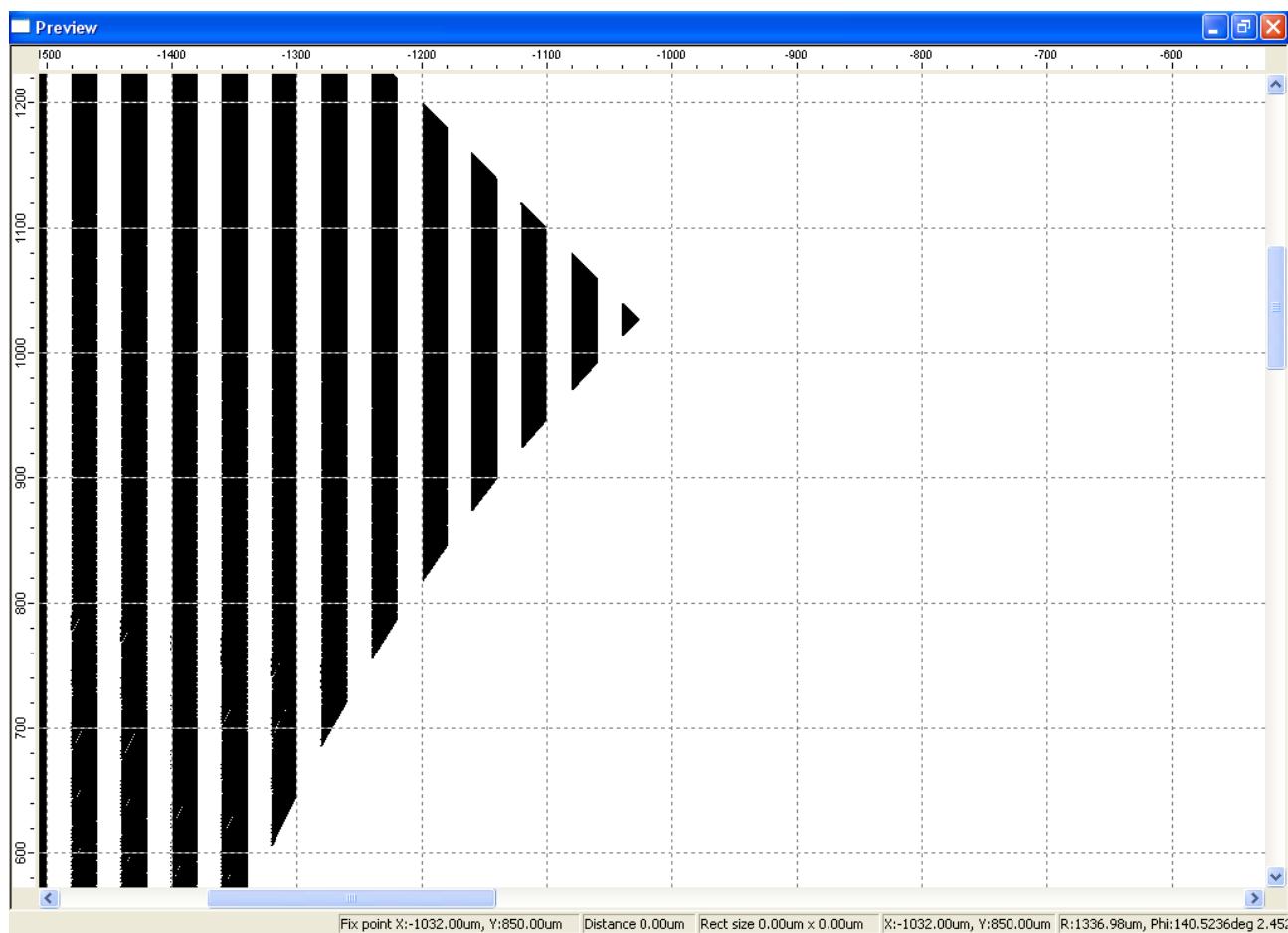
Для включения режима предпросмотра необходимо:

- В диалоге параметров записи установить тип вывода «Предпросмотр», выключить перемещение во время записи и остальные опции, в которых нет необходимости в процесс предпросмотра.
- Нажать кнопку «Да».
- Если включена внутренняя синхронизация ПО выведет предупреждение. Нажмите «Да», если хотите использовать внутреннюю синхронизацию в процессе эмуляции записи. Нажмите «Нет», если хотите отменить запуск предпросмотра.



- В открывшемся диалоге «Просмотр» установить «координаты центра» отображаемой области и «масштаб отображения». «Виртуальная подложка» представляет собой растровое изображение размером 4000х4000 точек. Данное растровое изображение отображается частично или полностью в окне предпросмотра в зависимости от выбранного режима отображения.
- 
- «Координаты центра» задают в мкм точку по ХУ координатам, которая будет соответствовать центру «Виртуальной подложки». «Масштаб отображения» задает коэффициент перерасчета расчетных данных в координаты «Виртуальной подложки». Значение коэффициента 1 соответствует перерасчету «один-к-одному» то есть одна точка «Виртуальной подложки» соответствует точке с размером 1х1 мкм. Соответственно вся область «Виртуальной подложки» будет равна 4000х4000 мкм. Значение 0.5 перерасчитывает расчетные координаты к виртуальным 2:1, то есть точка с размером 2х2 мкм отображается как одна точка на «Виртуальной подложке».
 - Нажмите «Да» для продолжения. Нажмите «Нет», чтобы отказаться от запуска предпросмотра.
 - В открывшемся окне «Запись ДОЭ» в области «Основная информация» параметр «Output type:» должен иметь значение «to screen». Проверьте «Writing range», если диапазон записи не пересекается с «Виртуальной подложкой», то никакой информации не отобразится. Проверьте правильность параметра «Writing step». Значение данного параметра будет влиять на шаг при отображении рассчитанных данных в окне визуализатора. Изменить данный параметр можно только из основного окна «Управление»
 - Нажмите «Старт» для запуска предпросмотра. Нажмите «Нет», чтобы выйти из режима предпросмотра.
 - После запуска процесса записи в режиме предпросмотра открывается окно визуализатора. В данном окне пользователь имеет возможность определять линейные и угловые координаты отображаемых структур.
 - Для завершения работы в режиме предпросмотра нажмите «Cancel» или «Stop Writing» (надпись изменяется в зависимости от того закончился

процесс эмуляции записи или еще идет) в окне «Запись ДОО». При этом окно визуализатора закроется автоматически.



- Работа с окном визуализатора.
Окно визуализатора можно условно поделить на три части: область отображения расчетных данных ДОО, масштабные линейки и область для дополнительной информации.
- Область отображения расчетных данных представляет собой окно в котором в каждый момент времени отображается часть, либо все рассчитанные данные. В процессе эмуляции записи и расчета новых данных информация в данном окне обновляется автоматически. Прокрутка изображения обеспечивается при помощи «линеек прокрутки» расположенных справа и снизу окна. При нажатии и удерживании левой кнопки мыши включается режим ручной прокрутки. В этом режиме пользователь может перемещать изображение без «линеек прокрутки» перемещая положения курсора мыши в необходимом направлении. При нажатии на правую кнопку мыши пользователь может выбрать необходимый режим масштабирования «Виртуальной подложки» в окне визуализатора. 100%, 75%, 50% и 25% позволяют отобразить «Виртуальную подложку» в окне соответственно с

пропорциями 1:1, 3:4, 1:2 и 1:4. Например при масштабе 50% каждые 4е точки «Виртуальной подложки» будут отображаться в одном пикселе окна визуализатора. Команда «Вписать в окно» включает режим отображения который вписывает «Виртуальную подложку» в текущий размер окна визуализатора.

- Масштабные линейки отображают сетку координат для текущего окна отображения «Виртуальной подложки» в мкм или мм.
- Область дополнительной информации находится внизу окна визуализатора и предназначена для отображения информации об текущих линейных и угловых координатах, измеряемых размерах. Существуют два режима отображения: обычный (работает всегда), измерение (переключение в этот режим обеспечивается двойным нажатием и удерживанием на левую кнопку мыши).

Обычный режим отображения информации имеет следующий формат данных: `X:918.00um, Y:-498.00um R:1044.38um, Phi:331.5209deg 5.7861rad`, X,Y – текущая абсолютная координата курсора мыши на «Виртуальной подложке» по X и Y относительно центра записи. Обозначение um соответствует микронам, mm – миллиметрам. R – радиус относительно центра записи, Phi – вектор-угол относительно центра записи в градусах и радианах.

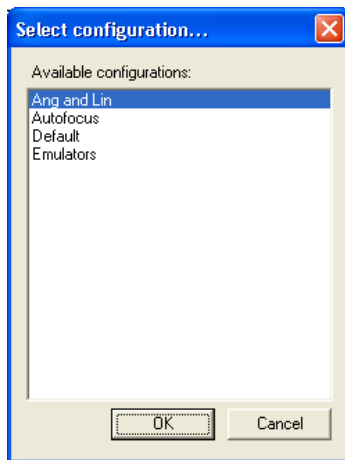
Режим измерения наряду с данными обычного режима имеет следующие дополнительные данные:

`Fix point X:957.00um, Y:-564.00um Distance 0.00um Rect size 0.00um x 0.00um`, «Fix point» – координаты точки, в которой пользователь перевел окно визуализатора в измерительные режим. Переключение в этот режим обеспечивается двойным нажатием и удерживанием на левую кнопку мыши, удерживая и передвигая курсор мыши в необходимое положение на «Виртуальной подложке» пользователь может измерять размеры отображенных структур. «Distance» – линейный размер от «Fix point» до текущего положения курсора мыши. «Rect size» - размеры прямоугольника, который образуется «Fix point» и текущим положением курсора.

3.6. Менеджер устройств

Менеджер устройств является автономным программным модулем и предназначен для логического связывания устройств системы или их эмуляторов с управляющим программным обеспечением (ПО), а также предназначен для задания индивидуальных параметров устройств для их корректной работы в процессе управления. При запуске управляющего ПО автоматически запускается менеджер устройств, также его можно вызвать в автономном режиме посредством загрузки исполняемого файла DMC.EXE, который находится в директории управляющего ПО. Также вызов менеджера устройств возможен из управляющего ПО посредством вызова меню «Параметры → Device Manager».

После запуска менеджера устройств пользователю предлагается выбрать одну из заранее созданных конфигураций, которая будет использоваться в процессе всего сеанса работы управляющего ПО.



ВНИМАНИЕ! Управляющее ПО не позволяет менять текущую конфигурацию в процессе работы. Для загрузки новой конфигурации необходимо завершить выполнение управляющей программы и загрузить ее снова.

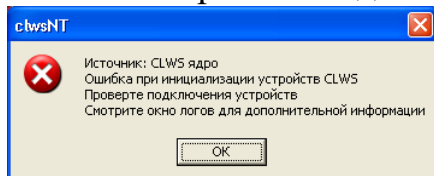
Менеджер устройств сохраняет всю информацию о конфигурациях в файле `devicemanager.settings` в текстовом XML формате. Текстовый XML формат позволяет редактировать конфигурации без использования программы DMC.EXE.

ВНИМАНИЕ! Удаление данного файла приводит к потере всех конфигурации и настроек устройств. Сохраняйте копию данного файла при его редактировании.

Конфигурация «Emulators» позволяет запускать управляющее ПО без наличия устройств, являющихся компонентами системы, что в свою очередь позволяет производить тестовый просмотр предполагаемой записи без управления системой.

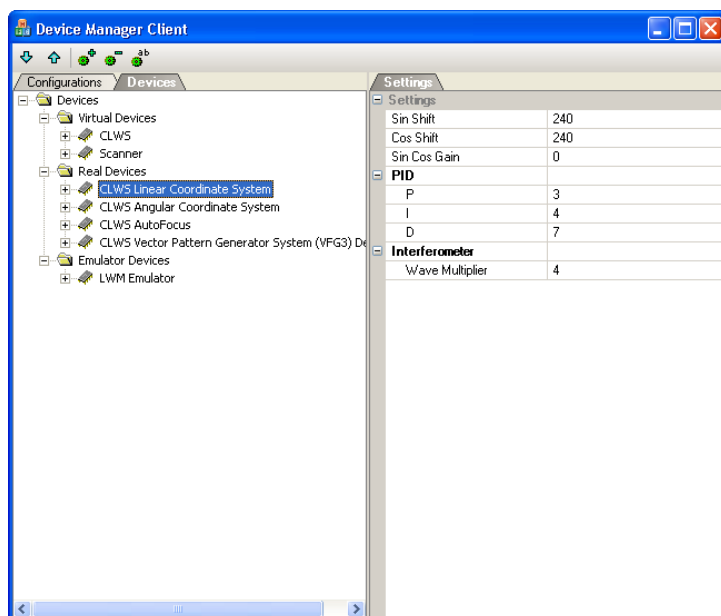
Конфигурация «Default» является полной конфигурацией в которой связаны все устройства системы с управляющим ПО. Эта конфигурация используется при «полноценной» работе с системой, а именно для записи ДОЭ.

После выбора необходимой конфигурации пользователь должен нажать «ОК».



После чего будет произведена загрузка данной конфигурации, инициализация устройств системы, их связывание с управляющим ПО. Если в процессе данных операций возникает ошибка управляющее

ПО выводит ошибку инициализации. Более подробную информацию относительно произошедшей ошибки можно найти в окне «Log» (см. раздел Журнал Событий).



Настройка и изменение параметров устройств системы

Для настройки и изменения параметров устройств системы необходимо запустить DMC.EXE или выбрать пункт меню «Параметры → Device Manager» из управляющего ПО. В открывшемся окне «Device Manager Client» необходимо выбрать закладку «Devices» и раскрыть древовидную

структуру «Real Devices». В ветке «Real Devices» перечислены все устройства системы, которые используются в комплексе. Для изменения параметров определенного устройства выделите его название. После выделения в правой части окна отображаются доступные для редактирования параметры выбранного устройства. После того как параметры отредактированы необходимо нажать стрелку вверх, находящуюся в ToolBox окна для обновления изменений в системе.