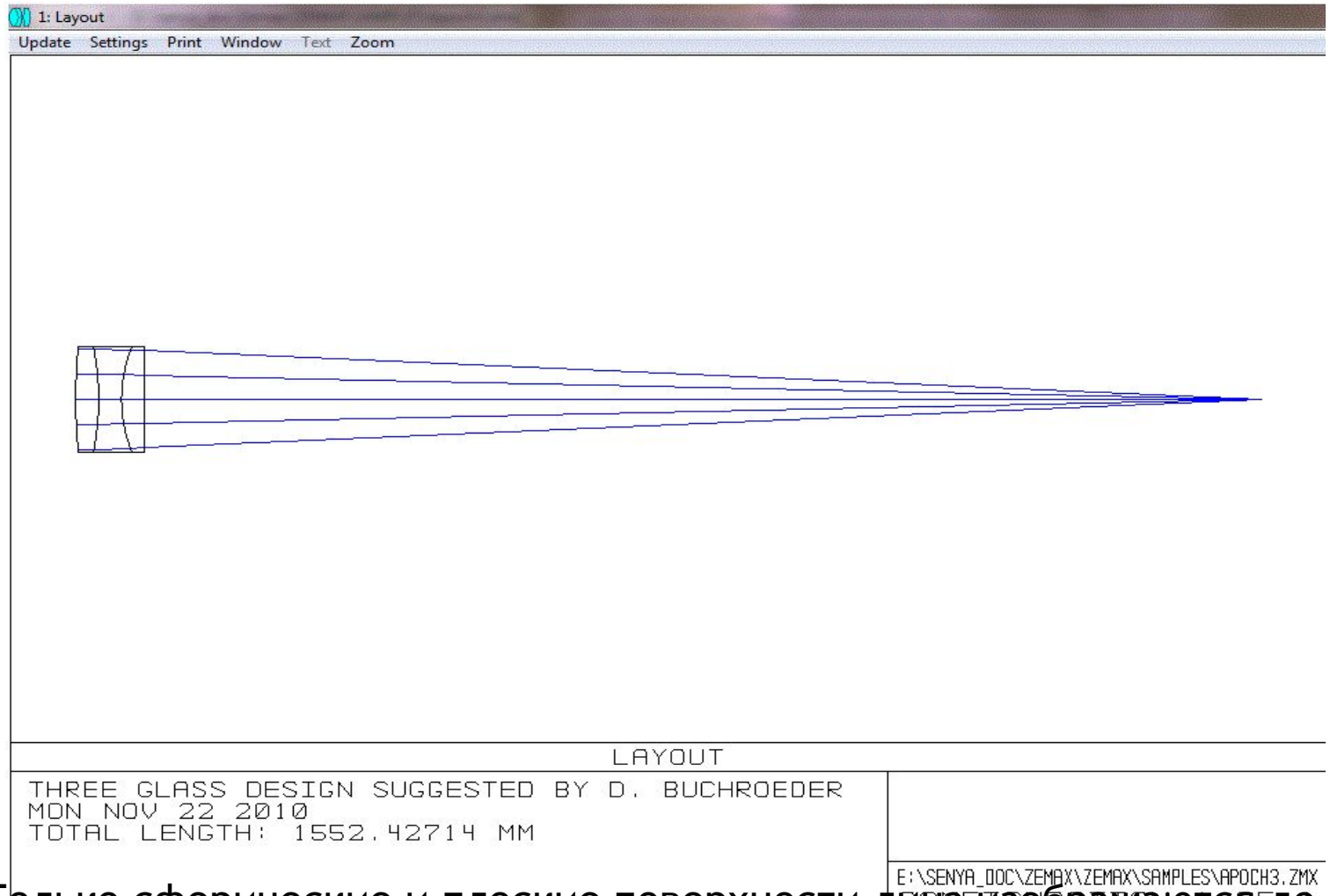
V. РЕЖИМ «АНАЛИЗ»

5.1 ОПИСАНИЕ ТЕКСТОВЫХ И ГРАФИЧЕСКИХ ОКОН РЕЖИМА

- В этой главе дано детальное описание каждого вида анализа, выполняемого ZEMAX. Слово "анализ" в этом контексте означает различные текстовые и графические данные, вычисленные на основе параметров схемы. Это включает различные виды аберраций, ОПФ, ФРТ, диаграмму пятна рассеяния и многие, многие другие вычисления.

ДВУМЕРНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ СХЕМЫ 2D LAYOUT

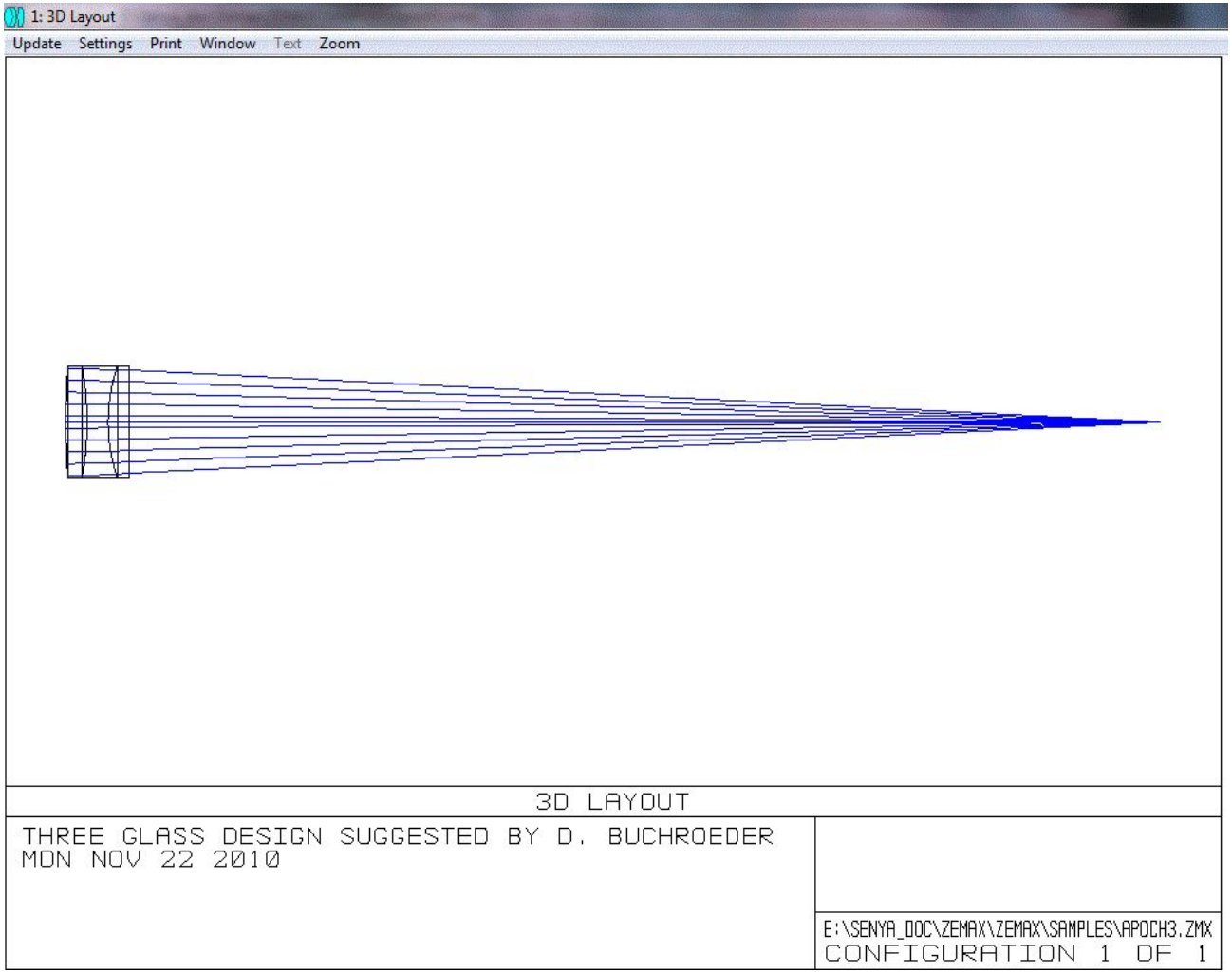
- Двумерная схема не может быть изображена, если в схеме используются поверхности типа "coordinate breaks", экранирующие растяжки, децентрированные экраны, поля по оси X, голограммы или какие-либо другие элементы, нарушающие вращательную симметрию схемы.



Только сферические и плоские поверхности линз изображаются достаточно хорошо. Для асферических поверхностей их контур аппроксимируется дугой окружности. Если прогиб поверхности имеет асферическую форму, то дуга окружности будет проведена через вершину, верхнюю и нижнюю точки

ТРЕХМЕРНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ СХЕМЫ 3D LAYOUT

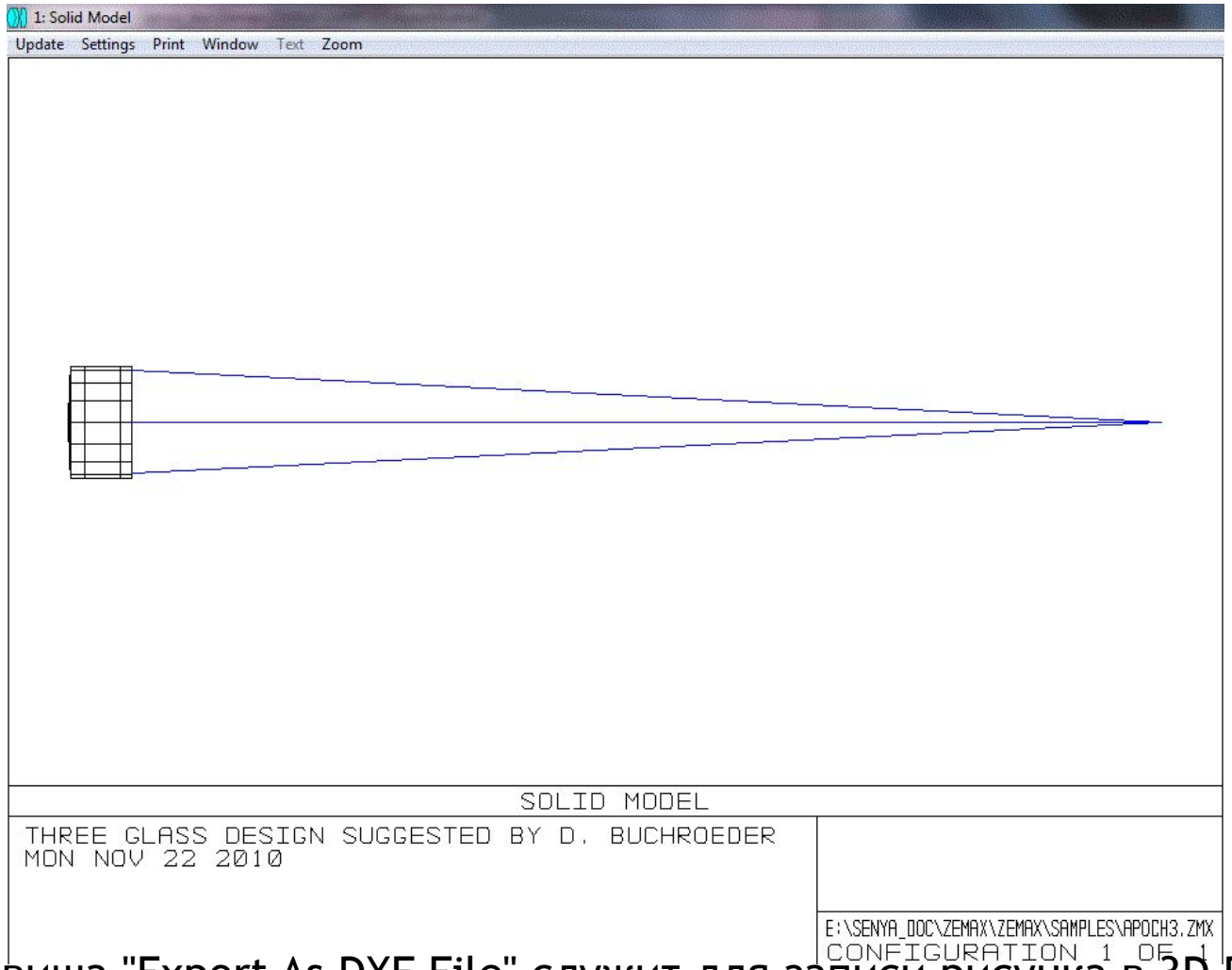
- Курсорные клавиши клавиатуры, а также клавиши "Page Up" и "Page Down" могут быть использованы для поворота изображения схемы относительно всех трех осей, чтобы видеть ее с разных сторон.
- Если лучи идут мимо поверхности, то они не будут проведены к этой поверхности. Если луч испытывает на какой-либо поверхности полное внутреннее отражение, то он будут проведен к этой поверхности, но не пройдет ее. Неправильный ход лучей можно проанализировать, вычислив их треки с помощью подпрограммы "Ray Trace.



Когда изображаются все конфигурации одновременно, можно установить величины смещения их изображений относительно друг друга по всем трем осям.

ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ SOLID MODEL

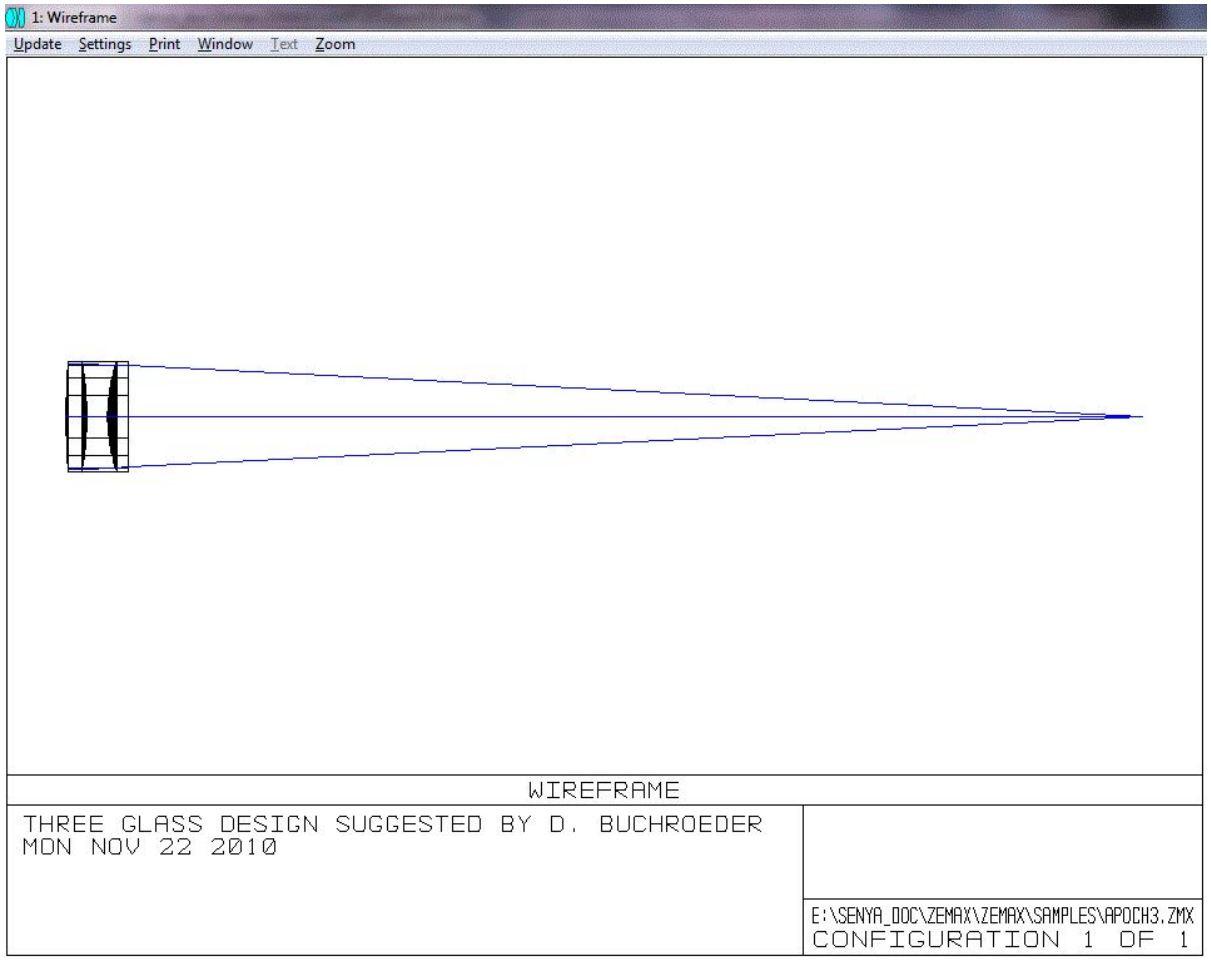
- Изображение элементов схемы в твердотельном виде.
- Алгоритм твердотельной модели рисует элементы схемы в виде многогранных призм. Невидимые линии и грани не изображаются, что придает рисунку элемента вид твердого тела. Этот алгоритм работает медленнее, чем другие алгоритмы рисования схем, но он обеспечивает наилучший вид схемы. Число граней, используемых для изображения элемента, можно изменять с помощью опций "Radial Segs" и "Angular Segs".



Клавиша "Export As DXF File" служит для записи рисунка в 3D DXF файл; название файла указывается в поле "DXF File". DXF файл будет содержать мелко граненые поверхности в полной 3D ориентации. Грани используются, чтобы показать искривленную форму поверхности линзы.

ПРОВОЛОЧНАЯ МОДЕЛЬ WIREFRAME

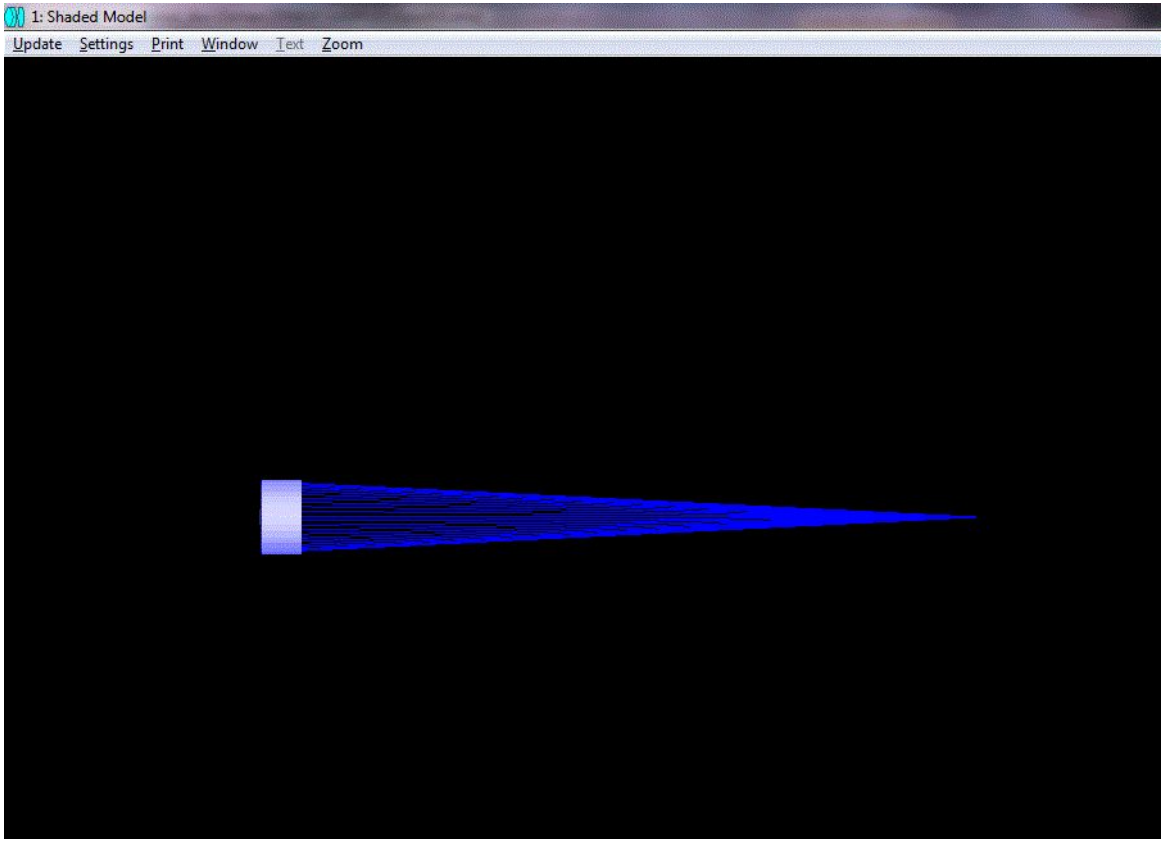
- Изображение элементов схемы в виде "проволочного скелета".
- Проволочная модель идентична твердотельной модели, за исключением того, что невидимые линии не убираются.



- Если лучи идут мимо поверхности, то они не будут проведены к этой поверхности. Если луч испытывает на какой-либо поверхности полное внутреннее отражение, то он будут проведен к этой поверхности, но не пройдет ее Неправильный ход лучей можно проанализировать, вычислив их треки с помощью подпрограммы "Ray Trace"

ОТТЕНЕННАЯ МОДЕЛЬ SHADED MODEL

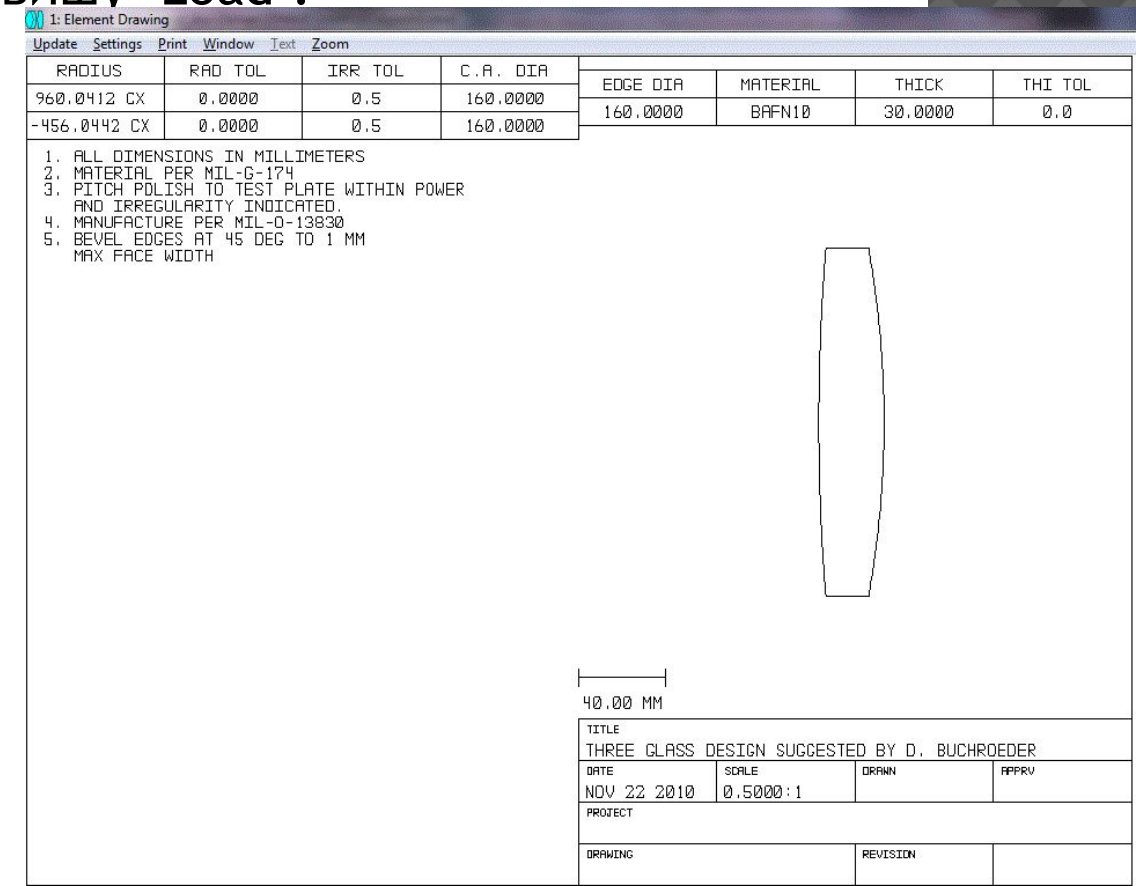
- Представление схемы в виде оттененной твердотельной



ЧЕРТЕЖ ЭЛЕМЕНТА
ELEMENT DRAWING

- Создание чертежей оптических поверхностей, одиночных линз или дублетов для производственных целей.
- Важной особенностью программы создания чертежей является возможность загрузки разных файлов с техническими требованиями и помещение их на чертеж.

- Сделанные установки могут быть записаны вместе с файлом оптической схемы путем нажатия на клавишу "Save". В отличие от других программ анализа все установки для чертежа элемента могут быть записаны для каждой поверхности отдельно. Например, технические требования и допуски для поверхности 1, а затем технические требования и допуски для поверхности 3 могут быть введены и записаны отдельно. Для вызова установок, сделанных для определенной поверхности, изменяют номер поверхности на желаемый и нажмают клавишу "Load".



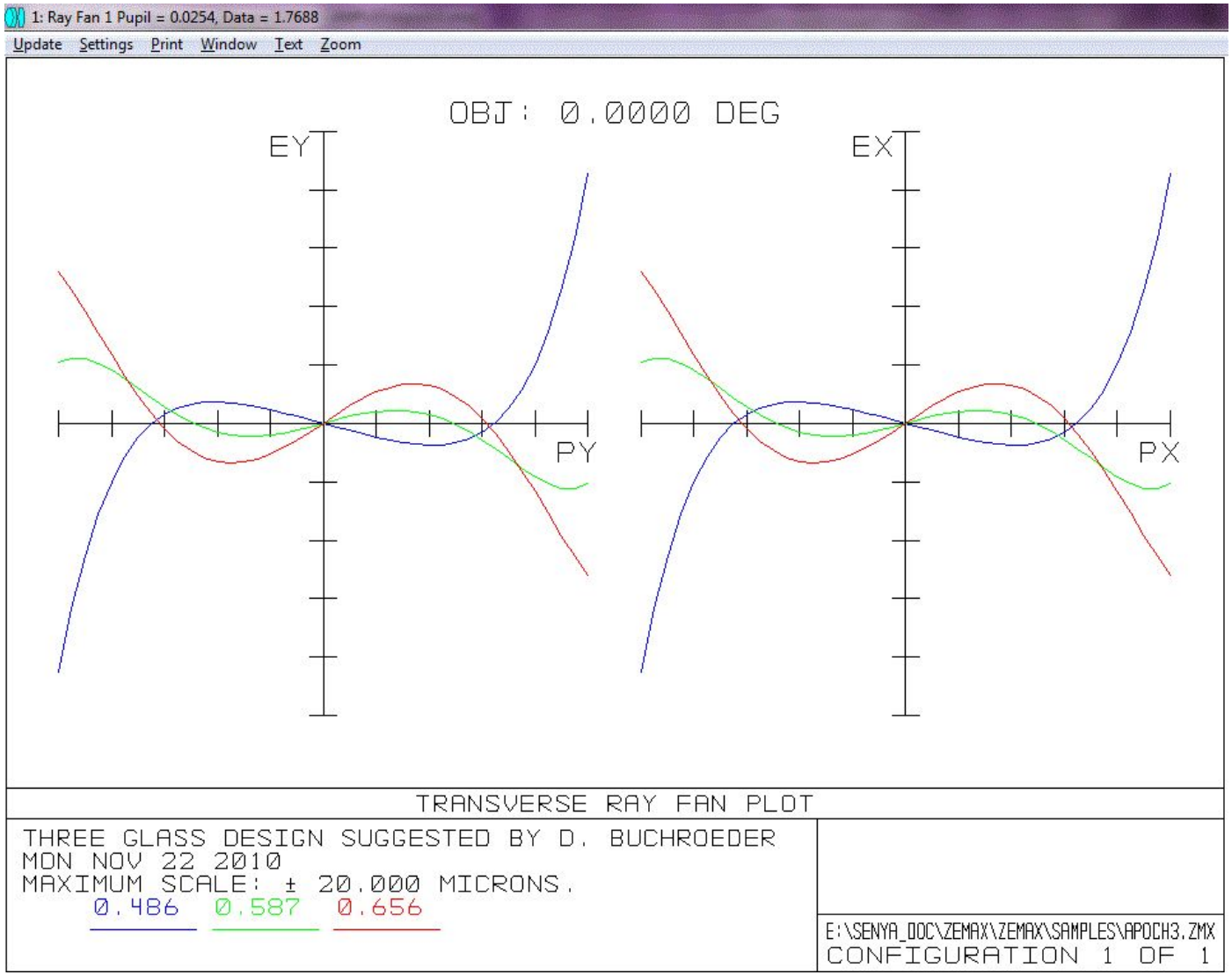
- Удобное преобразование допуска на радиус в допуск в интерференционных полосах, образующихся при контроле кривизны поверхности с помощью пробных стекол, дается выражением:

$$\text{Число полос} = \frac{\Delta R}{\lambda}\frac{\rho^2}{R^2},$$

- где ΔR - ошибка радиуса, λ - контрольная длина волны, ρ - радиальная апертура и R - радиус кривизны. Эта формула является хорошим приближением для поверхностей с малой кривизной

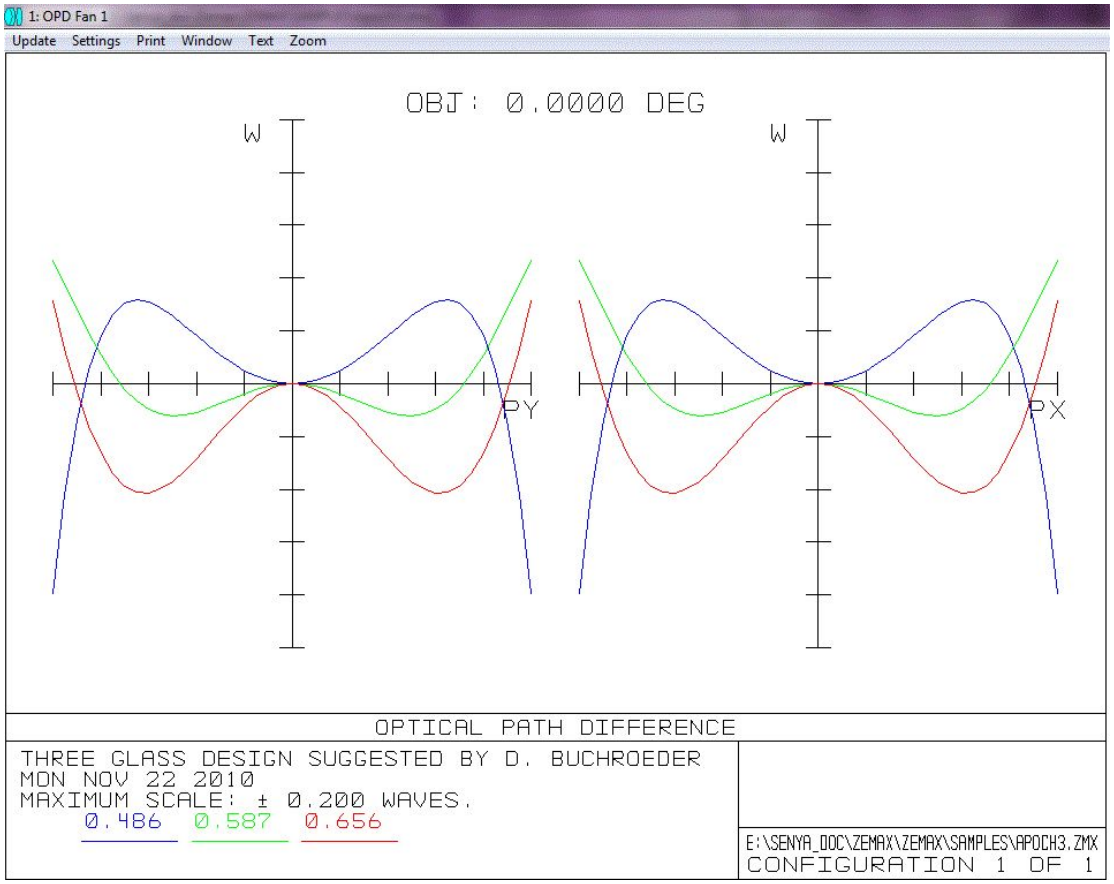
АБЕРРАЦИИ ЛУЧА
RAY ABERRATION

- Показывают лучевые аберрации в зависимости от координаты зрачка.
- Масштаб по вертикальной оси графика указывается в нижней части графического окна. Графические данные представляют собой разницу между координатой точки пересечения луча с поверхностью и координатой точки пересечения главного луча с поверхностью. Для меридионального сечения на графике изображаются разности x (или y) координаты луча и x (или y) координаты главного луча для главной длины волны в зависимости от y координаты зрачка. Для сагиттального сечения на графике изображаются разности x (или y) координаты луча и x (или y) координаты главного луча для главной длины волны в зависимости от x координаты зрачка. Масштаб горизонтальной оси графика нормализован к координатам входного зрачка PX и PY.


1: Ray Fan 1 Pupil = 0.0254, Data = 1.7688
Update Settings Print Window Text Zoom
OBJ: 0.0000 DEG
EY
PY
EX
PX
TRANSVERSE RAY FAN PLOT
THREE GLASS DESIGN SUGGESTED BY D. BUCHROEDER
MON NOV 22 2010
MAXIMUM SCALE: ± 20.000 MICRONS.
0.486 0.587 0.656
E:\SENYA_DOC\ZEMAX\ZEMAX\SAMPLES\APOCH3.ZMX
CONFIGURATION 1 OF 1

РАЗНОСТЬ ХОДА (ЛУЧЕЙ) OPTICAL PATH

- Показывает разность хода (волновые аберрации) в зависимости от координат зрачка
- Масштаб вертикальных осей указан в нижней части графического окна. Графические данные представляют собой разность хода (луча) (Optical Path Difference или OPD), которая определяется как разность оптических путей рассматриваемого и главного лучей. Обычно вычисления ведутся в обратную сторону, так что определяется разность длин путей лучей до опорной сферы в выходном зрачке. По горизонтальным осям графиков откладываются нормализованные координаты входного зрачка.



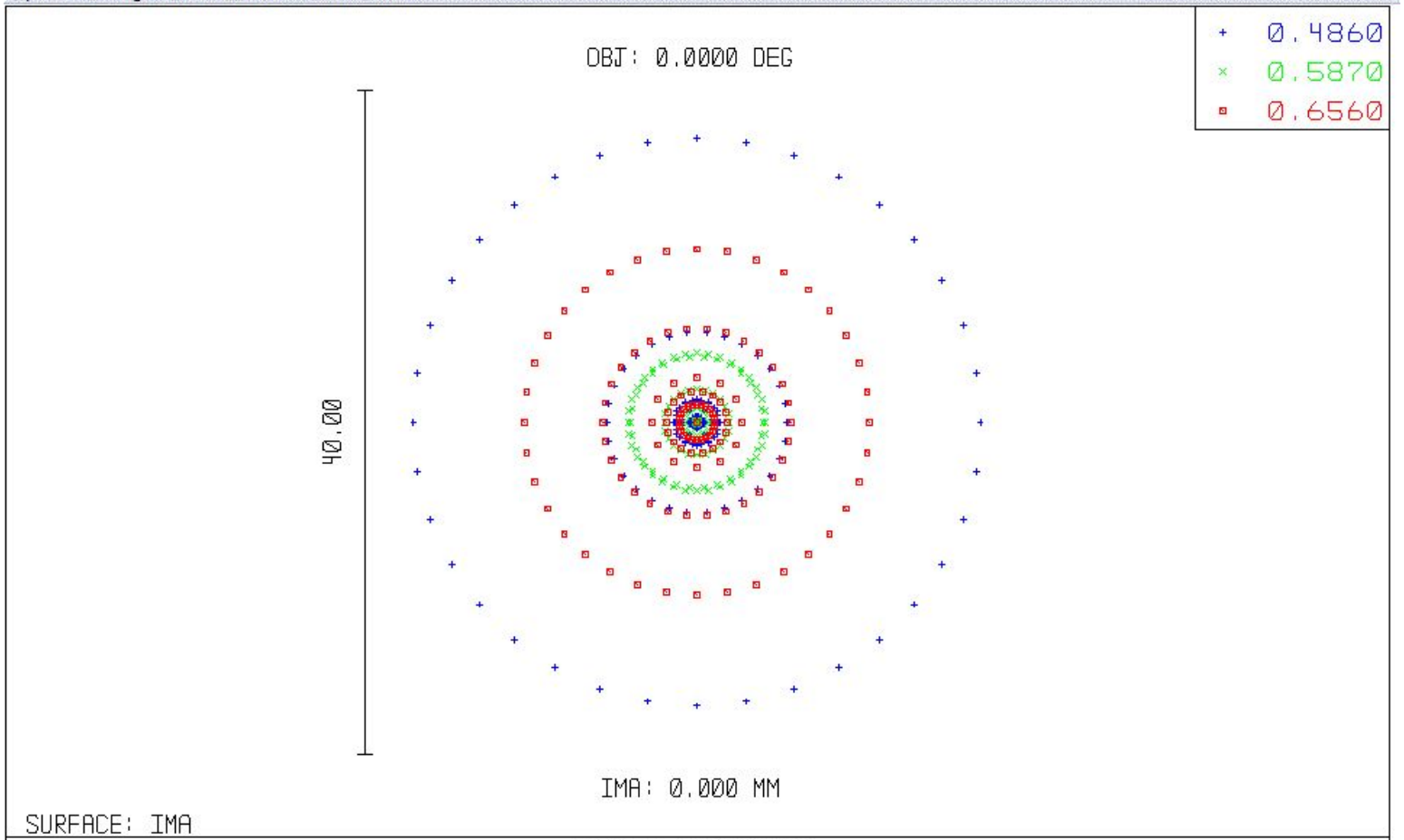
- Все установки идентичны установкам, используемым в графиках лучевых аберраций, за исключением того, что опции "Tan Fan" и "Sag Fan" не используются, так как величины оптической разности хода (OPD) являются скалярными

ДИАГРАММЫ ПЯТНА РАССЕЯНИЯ SPOT DIAGRAMS

- **Стандартная диаграмма** показывает диаграммы пятна рассеяния.
- **Through Focus (Через фокус)** показывает изменения диаграммы пятна рассеяния при различной величине дефокусировки системы.
- **Full Field (Полное поле)** показывает диаграммы пятна рассеяния для всех позиций полей в общем (одинаковом) масштабе.
- **Matrix (Матрица)** показывает диаграммы пятна рассеяния для всех позиций полей и всех длин волн, располагая их в графическом окне в виде матрицы: вдоль столбцов располагаются диаграммы для разных полей, а вдоль строк - для разных длин волн.

1: Spot Diagram

Update Settings Print Window Text Zoom



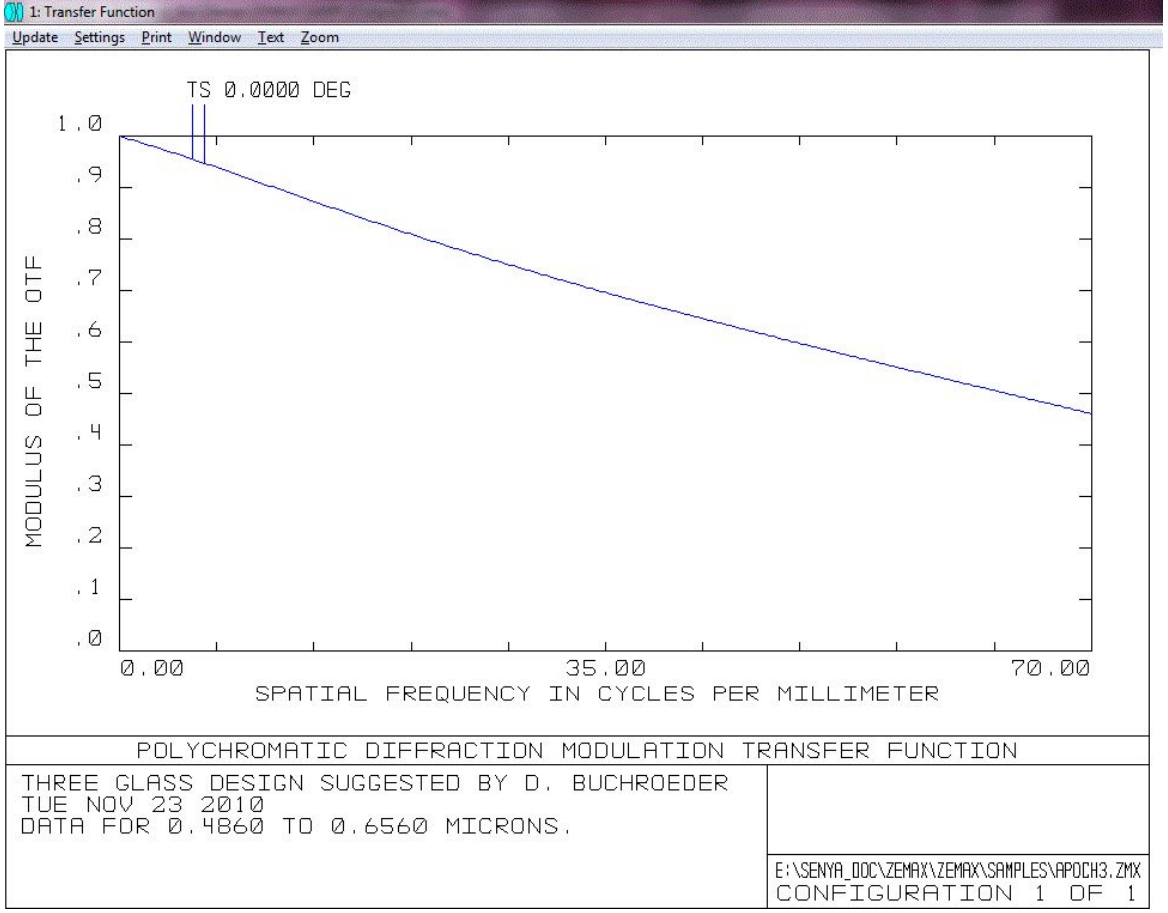
SPOT DIAGRAM

THREE GLASS DESIGN SUGGESTED BY D. BUCHROEDER
TUE NOV 23 2010 UNITS ARE MICRONS.
FIELD : 1
RMS RADIUS : 6.816
GEO RADIUS : 17.067
SCALE BAR : 40 REFERENCE : CHIEF RAY

E:\SENYA_DOC\ZEMAX\ZEMAX\SAMPLES\APOCH3.ZMX
CONFIGURATION 1 OF 1

Модуляционная передаточная функция (МПФ)
Modulation Transfer Function (MTF)

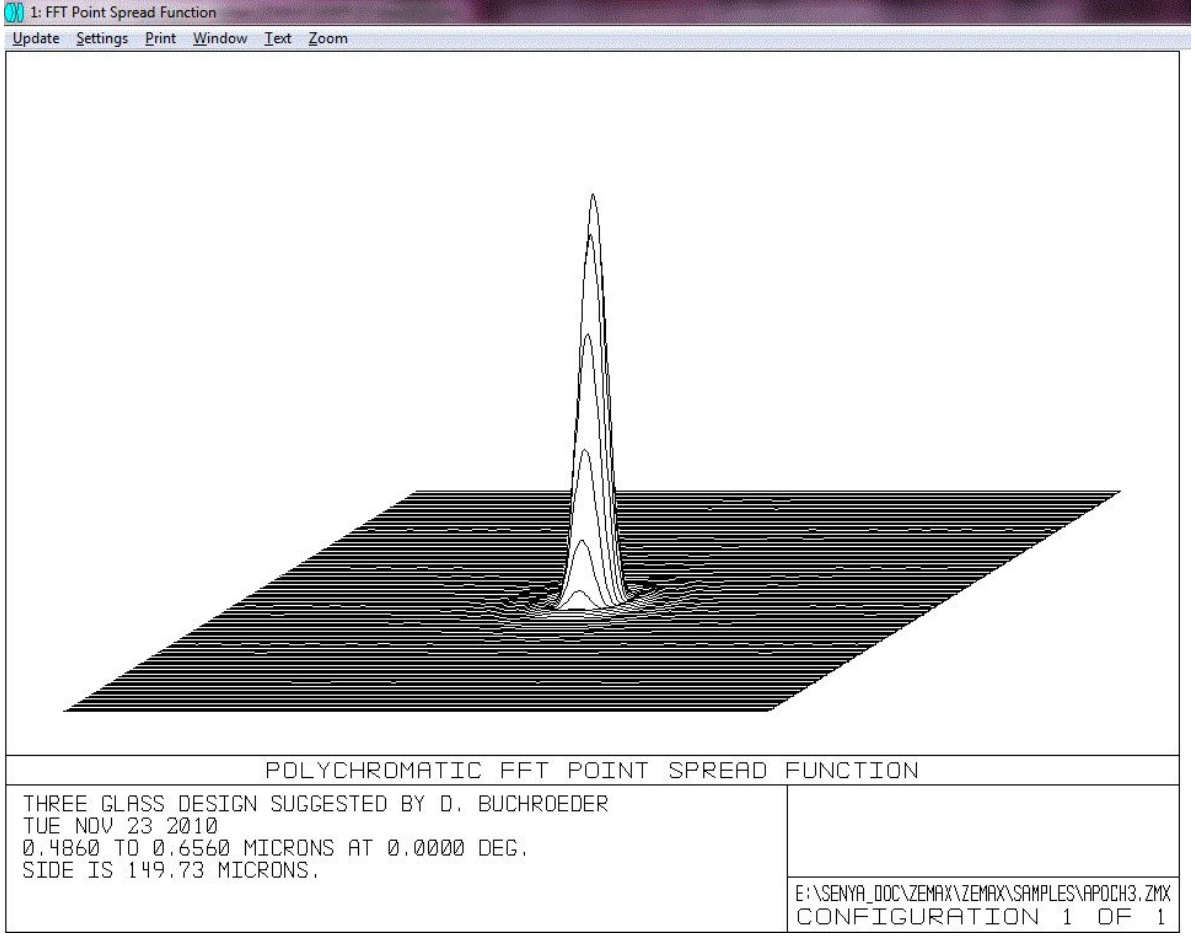
- Вычисляет дифракционную модуляционную передаточную функцию для всех позиций поля. Это включает: Модуль дифракционной передаточной функции (Diffraction Modulation Transfer Function, DMTF), Действительную часть дифракционной передаточной функции (Diffraction Real Transfer Function, DRTF), Мнимую часть дифракционной передаточной функции (Diffraction Imaginary Transfer Function, DITF), Фазу дифракционной передаточной функции (Diffraction Phase Transfer Function, DPTF) и Дифракционную модуляционную передаточную функцию для прямоугольной решетки (Diffraction Square-Wave MTF, DSWM).



- Пространственная частота на графиках МПФ всегда выражается в линиях на миллиметр в пространстве изображений, это правильная единица измерения для пространственной частоты синусоидальной волны. Пространственная частота также часто измеряется числом пар линий на миллиметр, что, вообще говоря, применяется только к линейной мире ZEMAX использует обе эти взаимозаменямые единицы измерения, так как они обе используются в промышленности МПФ всегда измеряется в пространстве изображений, так что для определения отклика для пространства объектов необходимо учесть увеличение системы.

Функция рассеяния точки, вычисляемая методом БПФ FFT POINT SPREAD FUNCTION

- Вычисляет дифракционную функцию рассеяния точки с использованием метода Быстрого Преобразования Фурье (БПФ).
- Программа FFT PSF вычисляет интенсивность формируемого оптической системой дифракционного изображения единственного точечного источника, расположенного в поле зрения. Интенсивность вычисляется для воображаемой плоскости, расположенной перпендикулярно к падающему на нее главному лучу для опорной длины волны. Опорной длиной волны является главная длина волны при вычислениях полихроматической ФРТ и любая другая длина волны, для которой вычисляется монохроматическая ФРТ. Так как воображаемая плоскость расположена нормально по отношению к главному лучу и не является поверхностью изображения, программа FFT PSF дает чрезмерно оптимистические (меньшие размеры ФРТ) результаты в случаях, когда угол падения главного луча не равен нулю.



- Для систем, у которых главный луч близок к нормали (менее, вероятно, 20 градусов) и у которых аберрации выходного зрачка пренебрежимо малы, метод FFT PSF является точным и, обычно, значительно более быстрым, чем метод Гюйгенса (Huygens PSF). Когда есть сомнение, можно использовать оба этих метода для сравнения.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ФРТ ПО ГЮЙГЕНСУ HUYGENS POINT SPREAD FUNCTION

- Вычисляет дифракционную функцию рассеяния точки с использованием метода прямого интегрирования вторичных волн Гюйгенса.
- Один из методов анализа эффектов дифракции заключается в том, что каждая точка волнового фронта рассматривается как действительный точечный источник вторичной световой волны. Каждый из этих источников излучает элементарную сферическую волну, иногда называемую "волной Гюйгенса" по имени Гюйгенса, впервые предложившего эту модель. Дифракция волнового фронта при его распространении в пространстве определяется интерференцией этих вторичных волн, или комплексной суммой всех излучаемых вторичных волн.
- Для вычисления ФРТ по модели Гюйгенса через оптическую систему запускается сетка лучей и каждому лучу приписываются индивидуальные величины амплитуды и фазы Интенсивность дифракции в каждой точке поверхности изображения представляет собой просто комплексную сумму всех этих вторичных волн, возведенную в квадрат.

5.2 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЯ GEOMETRIC IMAGE ANALYSIS

- Эта программа имеет много применений. Если назвать только некоторые из них, она может быть использована для: моделирования протяженных источников, анализа разрешения системы, анализа искажения изображения, получения общего представления о виде изображаемого объекта и для проверки интуитивного представления о поворотах изображения относительно объекта, для вычисления эффективности передачи излучения от точечного или протяженного источника через оптическое волокно, для изображения "foot prints" ("отпечатка" пучка лучей на поверхности) или построения двумерного графика освещенности какой-либо поверхности.

1: Geometric Image Analysis

Update Settings Print Window Text Zoom

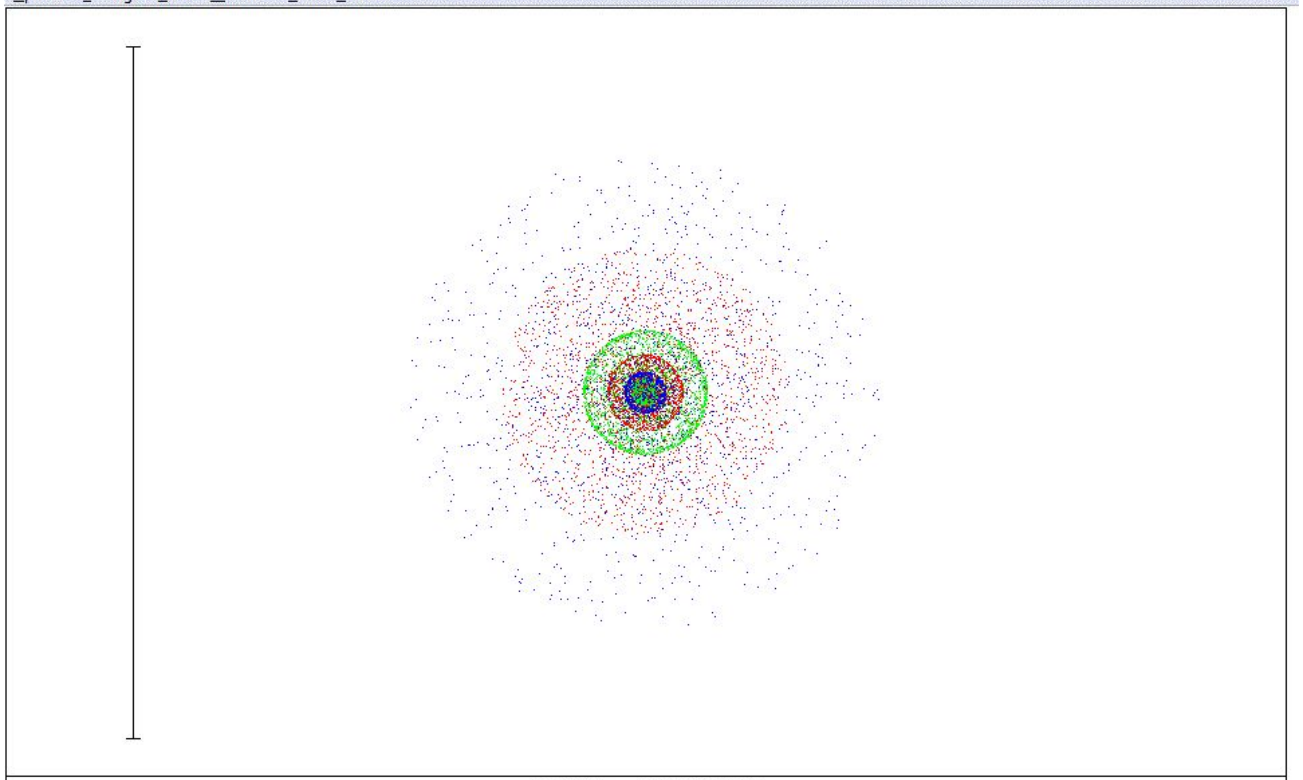


IMAGE DIAGRAM

THREE GLASS DESIGN SUGGESTED BY D. BUCHROEDER
TUE NOV 23 2010
SCALE BAR IS 0.0500 MILLIMETERS.
FIELD POSITION: 0.0000 DEG
EFFICIENCY: 100.000%, TOTAL POWER: 1.000E+000 WATTS
SURFACE: 5

E:\SENYA_DOC\ZEMAX\ZEMAX\SAMPLES\APOCH3.ZMX
CONFIGURATION 1 OF 1

- Эта программа основана исключительно на геометрическом расчете трасс лучей;
- В программе анализа изображения используются специальные IMA-файлы, в которых содержатся данные о форме объекта, изображение которого должно быть получено.
- Другое общее применение этой программы - это выбрать объект в форме линейной решетки и использовать полученное изображение для визуализации дисторсии системы. Это можно использовать в случаях, когда поля в системе задаются высотами объекта, так как дисторсия относится к изменениям увеличения по плоскости поверхности объекта. Однако, если для определения позиций поля используются углы, то программа анализа изображения будет давать правильные, но, возможно, обманчивые результаты. Это будет происходить потому, что программа будет делить изображение источника на площадки с равными углами, а не с равными высотами. Например, при ширине изображения 10 пикселов и ширине поля 10 мм размер одного пиксела будет равн 1 кв. мм. Если это же изображение использовать для поля с шириной 10 градусов, то размер одного пиксела будет равен 1 кв. градус. Форма "объекта" в эти двух случаях будет очень разной. В таких случаях используйте лучше более фундаментальный график "Grid Distortion".

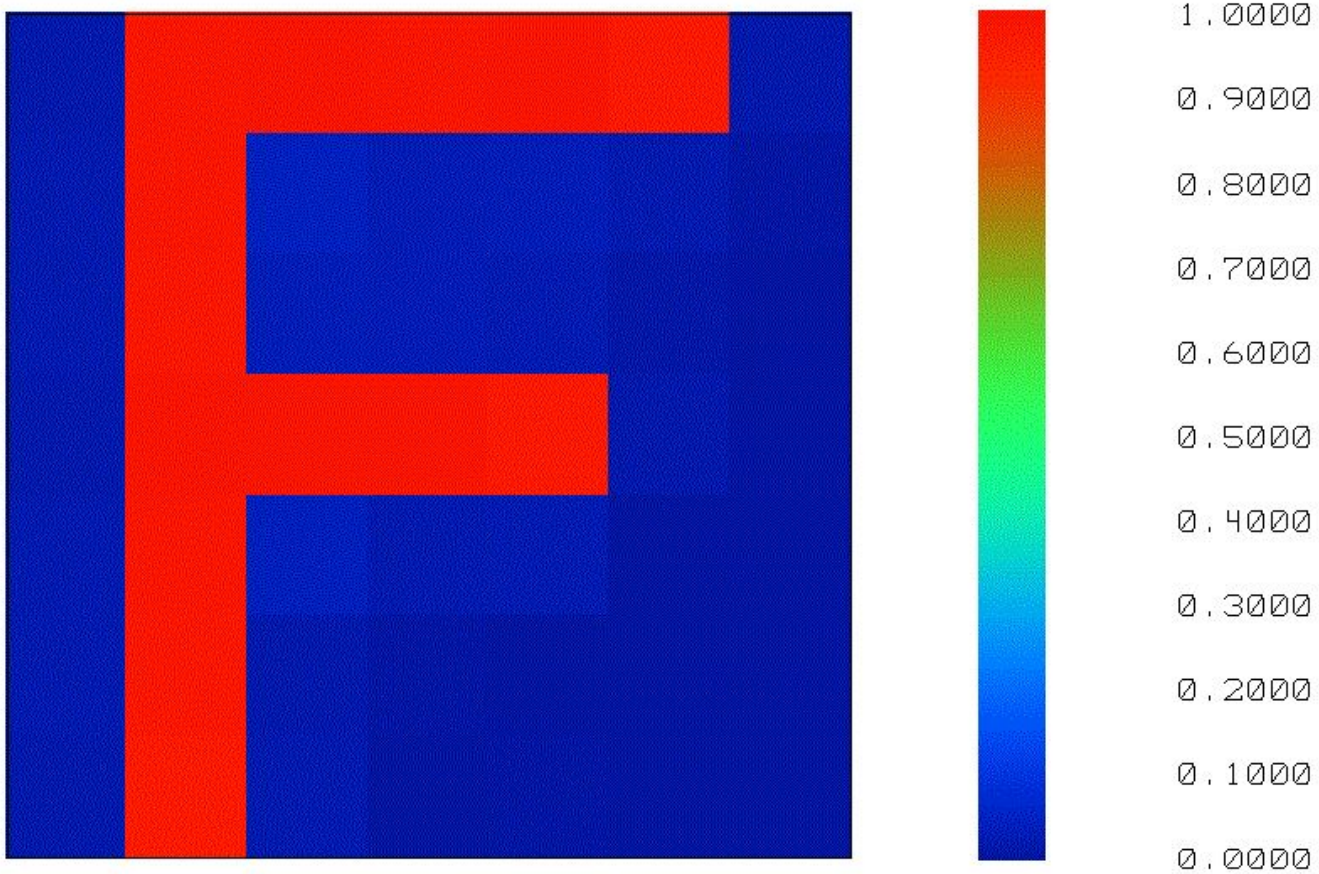
5.3 ДИФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЯ DIFFRACTION IMAGE ANALYSIS

- Программа дифракционного анализа изображения подобна программе геометрического анализа изображения, за исключение того, что для вычисления видимого изображения используется комплексная Оптическая Передаточная Функция (ОПФ) системы (Optical Transfer Function, OTF). Эта программа учитывает конечную полосу пропускания и другие дифракционные эффекты, влияющие на формирование изображения.
- Программа анализа изображения (Image Analysis) использует специальный IMA-файл для описания изображаемого объекта. Описание IMA-файла дано в разделе "Geometric Image Analysis"; формат IMA-файла один и тот же для этих двух программ.

- Главное приближение, которое используется в этой программе при применении преобразования Фурье, - это предположение, что ОПФ не изменяется по поверхности протяженного источника. Это означает, что поле зрения, определенное размером изображения, достаточно мало, чтобы ОПФ оставалась постоянной для всех точек данного изображения. Пользователь должен быть уверен, что определенный им размер изображения достаточно мал по отношению к изменениям аберраций по полю. ZEMAX вычисляет ОПФ для выбранной точки поля и принимает это значение ОПФ постоянным для всей области, покрываемой данным изображением.
- В связи с этим приближением дисторсия не будет видна на прогнозируемом изображении, так как только вариации ОПФ по полю вносят дисторсию. Чтобы увидеть эффект дисторсии или другие эффекты "большого поля", используйте программу геометрического анализа изображения.
- Программа дифракционного анализа изображения хорошо работает при вычислении детальных данных небольших изображений, в то время какпрограмма геометрического анализа изображения хорошо работает при вычислении данных для больших изображений.

1: Diffraction Image Analysis

Update Settings Print Window Text Zoom



DIFFRACTION IMAGE ANALYSIS

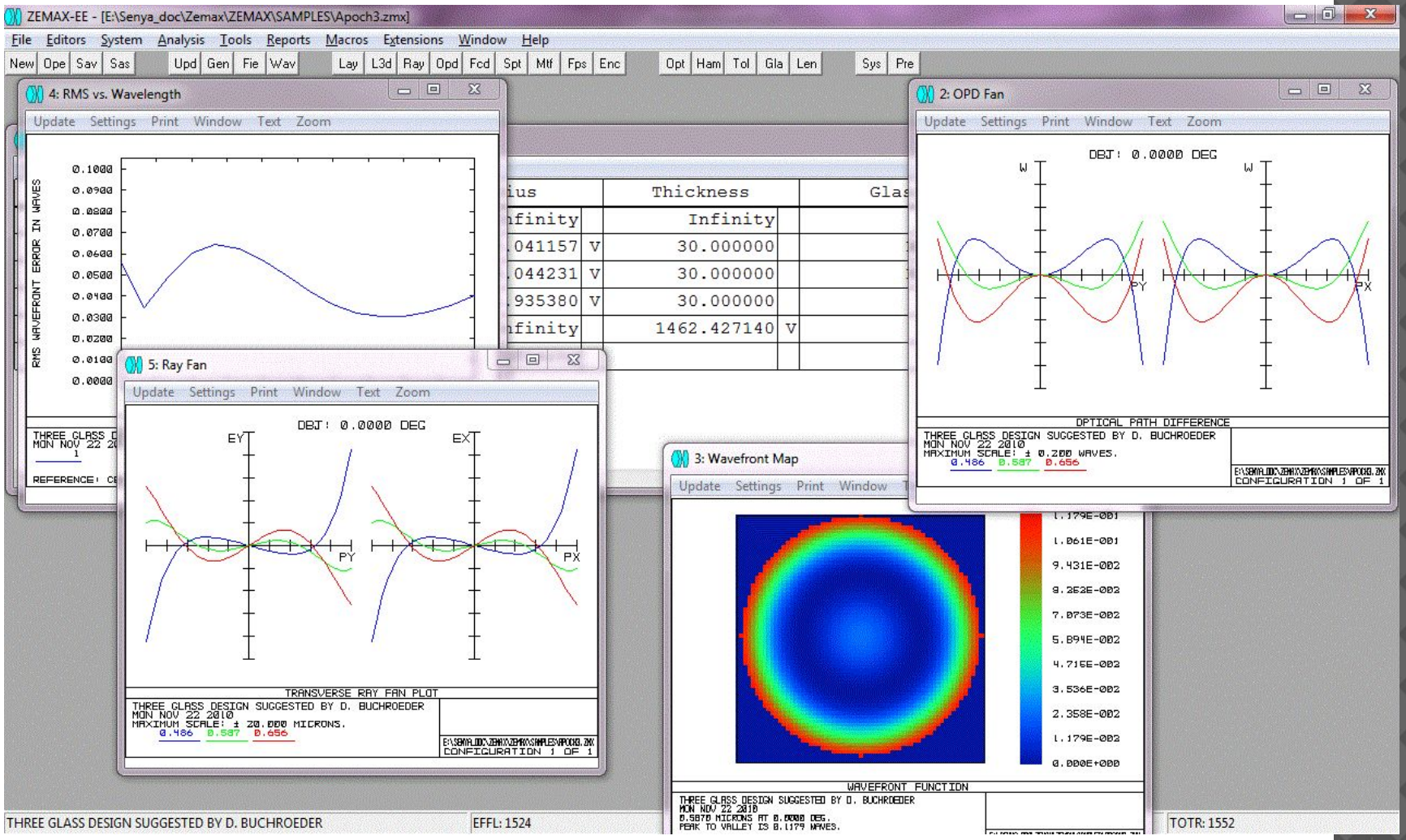
THREE GLASS DESIGN SUGGESTED BY D. BUCHROEDER
TUE NOV 23 2010
0.5870 MICRONS AT 0.0000 DEG.
SIDE IS 1.0000 MILLIMETERS.
INCOHERENT IMAGE
INCLUDES ABERRATIONS

E:\SENYA_DOC\ZEMAX\ZEMAX\SAMPLES\APOCH3.ZMX
CONFIGURATION 1 OF 1

- Другое используемое приближение - вычисления проводятся для когерентной оптической передаточной функции. Предполагается, что когерентная оптическая передаточная функция просто является комплексной функцией зрачка:

$$H(f_x, f_y) = P(\lambda\, d_i f_x, \lambda\, d_i f_y)\, e^{jkW(\lambda d_i f_x, \lambda d_i f_y)}$$

- где H - комплексная ОПФ, d_i - расстояние от зрачка до изображения, f_x и f_y -пространственные частоты, P - функция зрачка (которая определяет относительное пропускание по зрачку и равна нулю вне зрачка) и W - функция аберраций волнового фронта. Это приближение является точным только в одном специальном случае, когда апертурная диафрагма системы расположена в плоскости изображения, для которой осуществляется преобразование Фурье. Это условие выполняется, в основном, для систем, которые являются телецентрическими в пространстве объектов. Для других систем это только приближение к когерентной передаточной функции.


ZEMAX-EE - [E:\Senya_doc\Zemax\ZEMAX\SAMPLES\Apoch3.zmx]
File Editors System Analysis Tools Reports Macros Extensions Window Help
4: RMS vs. Wavelength
RMS WAVEFRONT ERROR IN WAVES
2: OPD Fan
DBJ: 0.0000 DEG
OPTICAL PATH DIFFERENCE
THREE GLASS DESIGN SUGGESTED BY D. BUCHROEDER
MON NOV 22 2010
MAXIMUM SCALE: ± 0.200 WAVES.
5: Ray Fan
TRANSVERSE RAY FAN PLOT
MAXIMUM SCALE: ± 20.000 MICRONS.
3: Wavefront Map
WAVEFRONT FUNCTION
THREE GLASS DESIGN SUGGESTED BY D. BUCHROEDER
EFFL: 1524
TOTR: 1552