



# Библиотека проектирования оптики

Андрей Колпаков

**Активное развитие систем автоматизированного проектирования способствует их внедрению в различные области науки и производства. Одним из направлений автоматизации для оптической отрасли является задача по автоматизации оптического выпуска.**

## Введение

Данная статья посвящена исследованию и разработке методики автоматизированного подхода к построению оптических схем и детализированных чертежей оптических деталей в отечественной системе КОМПАС. Конечной целью разработки является прикладная библиотека, позволяющая по расчетным исходным данным (введенным пользователем или экспортированным из системы расчета оптики) сформировать оптическую схему и детализированные чертежи оптических элементов.

При анализе процесса проектирования оптических приборов было выяснено, что он состоит из совокупности операций и методов, большинство из которых не требует непосредственного участия конструктора и может быть автоматизировано. Существенным фактором, давшим импульс для исследований в данном направлении, также стало отсутствие интеграции систем по расчету оптики с системами автоматизированного проектирования. Весьма трудоемкий процесс переноса данных в САД-системы является одним из слабых мест автоматизации оптического выпуска.

Разработанная в ходе анализа методология проектирования оптики позволила реализовать следующие этапы проектирования оптического прибора:

- выполнить интеграцию системы КОМПАС с системой расчета оптики ОПАЛ для получения исходных данных;
- с помощью методов решения многокритериальных задач осуществить процесс выбора оптимальных креплений линз на этапе формирования оптической схемы;
- на основании типа крепления и назначения оптических элементов произвести выбор вспомо-

гательных конструктивных параметров, таких как полный диаметр, параметры фасок, значеный допусков;

- сформировать оптическую схему по расчетным данным с учетом всех дополнительных параметров, указанных конструктором на предыдущих этапах, и запись всех параметров в тело чертежа;
- сформировать детализированные чертежи оптических деталей как по выбранному элементу оптической схемы, так и по заданным пользователем конструктивным параметрам.

Библиотека проектирования оптики создана в виде прикладной библиотеки для системы КОМПАС.

## Представление оптической системы

Для использования полученных из расчетной системы данных была разработана специальная система их хранения. Каждый элемент оптической системы представляет собой объект, инкапсулирующий все характеризующие его свойства и методы, позволяющие выполнять все необходимые операции с этим элементом, в том числе и для получения детализированного чертежа. Поле чертежа представляет собой совокупность изолированных друг от друга объектов (рис. 1). После построения оптической схемы вся информация о ее входных параметрах содержится в макробъектах чертежного документа.

Благодаря созданию собственных классов для каждого типа элемента оптической системы (предмет, изображение, линза, зеркало), можно говорить о новом подходе к формированию оптического выпуска. Основным преимуществом данного подхода является отказ от представления оптических элементов в качестве просто набора геометрических

примитивов в пользу представления их в виде абстрактных типов данных — как аналогии реальной конструкции оптической системы.

## Подбор параметров

Конструктивные параметры линзы, необходимые для формирования конструкторской документации, можно разделить на несколько групп [1]:

- параметры, которые принимаются конструктором в качестве исходных и не подлежат изменению без согласования с расчетчиком оптической системы;
- параметры, которые задает сам конструктор;
- параметры, задающиеся конструктором, но зависящие от совокупности параметров в п. 1 и 2. К первой группе можно отнести радиусы кривизны поверхностей, световые диаметры, толщину по оси, допуск на децентровку и толщину по оси. Ко второй — такие характеристики, как выбор типа крепления, что влечет за собой детерминирование каждой поверхности по части того, как она будет сопрягаться с оправой (или следующей за ней деталью), типа оптического покрытия, шероховатости поверхностей.

Конструктивные параметры линзы, например допуск на полный диаметр линзы, минимальная толщина линзы по кромке, фаски, в некоторых случаях — допуск на толщину линзы по оси, являются зависимыми по отношению к совокупности условий, в которых планируется использовать деталь, и ее габаритам [2]. К этой группе можно также отнести вид просветления или защиты поверхности и допуски на качество поверхности, чистоту. Выбор типа оптического

## Андрей Колпаков

Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кафедра прикладной и компьютерной оптики.

элемента также напрямую влияет на заполнение таблицы технических требований данными из усредненных рекомендованных значений таблиц показателей качества оптического стекла, заложенных в память библиотеки.

Таким образом, выбор большого количества конструктивных параметров линзы, зависящих от некоторых начальных условий, — это процесс, представляющий собой синтез некоторых входных данных, их анализ и решение в виде выборки конечных данных [3]. Этот процесс можно структурировать и подвергнуть алгоритмизации.

Для каждого элемента оптической системы можно произвести настройку, то есть задать некоторые изначальные параметры: тип крепления, требования к детали, тип сопряжения поверхности с оправой. Ввиду того что исходные данные также зависят друг от друга (как, например, в условиях выбора в качестве оправы крепления завальцовкой обе поверхности линзы не могут относиться к типу склеиваемых), была решена задача четкой математической модели выбора окончательного набора зависимых конструктивных параметров детали.

## Построение детализированных чертежей

Детализированные чертежи отдельных оптических деталей являются



Рис. 1. Схема чертежного документа для представления в системе КОМПАС

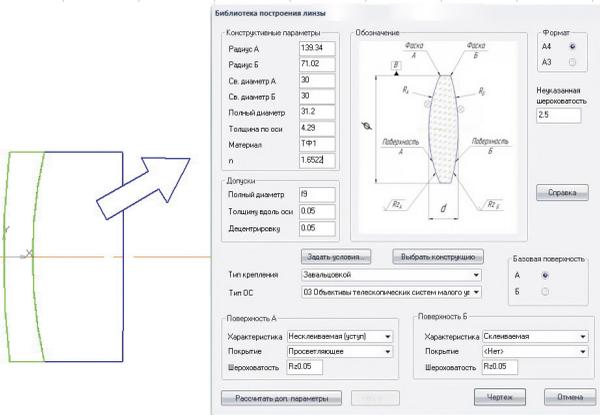


Рис. 2. Диалоговое окно создания детализовочного чертежа линзы

полностью параметрическими. Масштаб построения, размерные линии и обозначения подбираются исходя из максимально полезного использования рабочей области документа.

Для ввода исходных данных в программу разработано диалоговое окно, позволяющее задавать конструктивные параметры, тип оптической системы, которой принадлежит линза, тип поверхностей,

данные для простановки размеров и обозначений. В случае создания детализовочного чертежа не с «нуля», а на основании построенной оптической схемы, все поля будут заполнены соответствующими данными (рис. 2).

В зависимости от конструктивных параметров и формата чертежа подбирается масштаб создаваемого вида для построения чертежа линзы. Масштаб выбирается

из массива данных, содержащих значения, установленные ЕСКД ГОСТ 2.302-68.

Для измерения детали используются функции, обеспечивающие простановку полного диаметра линзы, толщин по оси и по краю, радиусов кривизны и шероховатостей поверхностей, а также отрисовку осевой линии. Полный диаметр указывается с отклонениями, которые берутся из таблиц по заданному на начальном этапе допуску.

Для пропорционального уменьшения линий выносок применен алгоритм масштабирования, который обеспечивает построение их разной длины при одинаковом угле для различных значений масштаба чертежа. Обозначение допуска на децентровку формируется со стороны центра кривизны поверхности, на которую он назначается в верхней полуплоскости от осевой линии линзы. Нанесение диаметрального размера осуществляется с противоположной стороны от базовой поверхности для высвобождения места под допуск на децентровку.

После указания всех необходимых параметров окончательно формируется детализовочный чертеж по правилам, соответствующим ГОСТ 2.412-85. Пример такого чертежа изображен на рис. 3.

### Заключение

Библиотека для автоматизации оптического выпуска позволяет значительно упростить трудоемкий процесс построения чертежей оптических схем и отдельно взятых деталей путем его автоматизации, сокращает время выпуска конструкторской документации на

линзу, сводя его затраты в основном к вводу исходных данных и, при необходимости, к редактированию текстовых значений.

Прикладная библиотека на нынешнем этапе развития не охватывает всё многообразие оптических деталей и конструкций, но обеспечивает достаточный функционал для построения наиболее распространенных из них линз, зеркал и плоскопараллельных пластинок. Дальнейшая деятельность может пойти по пути автоматизации конструкторской документации на оптический прибор в следующем виде:

- увеличение количества типовых оптических элементов;
- возможность построения склеек;
- включение в состав библиотек проектирования и построения призм, сеток, растров;
- создание чертежей оправ, сборочных единиц и формирование сборочного чертежа в интерактивном режиме.

### Литература

1. Кругер М.Я. и др. Справочник конструктора оптико-механических приборов. 1967. 760 с.
2. Латыев С.М. Конструирование точных (оптических) приборов: Уч. пос. СПб.: Политехника, 2007. 579 с.: ил.
3. Конструирование приборов: В 2 кн./Под ред. В. Краузе; Пер. с нем. В.Н. Пальянова; Под ред. О.Ф. Тищенко. Кн. 1. М.: Машиностроение, 1987. 384 с.: ил.
4. Толстова Н.Д., Цуканов А.А. Проектирование узлов оптических приборов: Уч. пос. СПб., 2002. 128 с.

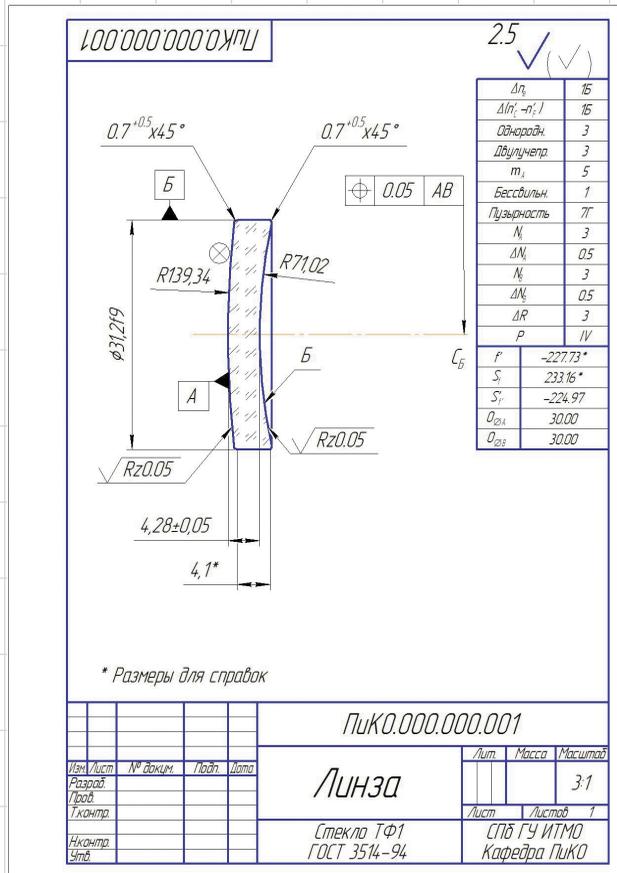


Рис. 3. Пример чертежа, выполненного с помощью библиотеки