

Д.О. Шмельков  
Научный руководитель: доц. Г.П.Суворова  
*Муромский институт Владимирского государственного университета*  
602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, д.23  
E-mail: kaf-eivt@yandex.ru

### **Автоматизация процессов проектирования интегральных оптических схем**

В настоящее время микроэлектроника испытывает трудности в дальнейшем увеличении плотности элементов на чипах, а также скорости передачи данных по металлическим проводникам. Использование технологий интегральной оптики позволяет решить проблемы увеличения скорости передачи данных между чипами, компьютерами и серверами.

Улучшение качества волноводов, расширение элементной базы, интеграция источников и детекторов света на чипах, увеличение скорости модуляторов, прогресс в герметизации чипов, увеличение эффективности ввода света в волноводы, все это позволило создать устройства, которые не имеют замены в телекоммуникациях. Примером служат оптические трансиверы, способные передавать информацию по оптическим волокнам со скоростями до 100 Гбит в секунду. Кроме телекоммуникационного оборудования интегрально оптические чипы можно встретить в устройствах, разрабатываемых для сенсорных приложений, в медицине, в интерферометрии.

Компьютерное моделирование позволяет существенно уменьшить затраты на производство и сократить временной интервал от идеи до реализации продукта. Разрабатываются специальные технологические платформы, включающие в себя программные пакеты для моделирования устройств, разработки и моделирования технологии их производства, создания фотолитографических масок, моделирования технологических процессов.

При разработке фотолитографических масок для устройств, содержащих несколько компонентов, элементы прорисовываются отдельно и затем соединяются друг с другом на схеме. Для рисования подходят программы KLayout, Lasi, Cadence, Menthor Graphics. Последние две являются достаточно дорогими программными пакетами, разработанными для нужд микроэлектроники CMOS, но на сегодняшний день в них имеются и модули для создания оптических чипов, которыми пользуются крупные производители [2]. Для этого создается библиотека элементов содержащая «стандартные» волноводные компоненты, которые затем используются редактором для создания оптической схемы, при этом, позволяя также добавлять на чип электронные компоненты, моделировать CMOS процессы, поведение оптических и электронных сигналов. В результате генерируется Graphic Data System (GDS) файл, который является исходным для изготовления фотошаблонов.

Программы типа LASI и Klayout не имеют библиотеки элементов, но позволяют достаточно быстро создавать любые элементы и схемы. Неудобство заключается в масштабировании схемы, элементы могут достигать нескольких сантиметров в длину, при этом их стыковка проводится с точностью до 1 нм. Делать это «вручную» приводит к большим временным затратам как на создание схемы так и на ее редактирование, поэтому возникает необходимость программирования схемы, т.е. создания кода, который понимался бы программой-редактором и автоматически генерировал бы серию элементов на схеме, соединяя их между собой в нужной последовательности.

В перспективе количество разрабатываемых в мире интегрально оптических устройств и количество компонентов, содержащихся на одном чипе, будут расти, поэтому разработка программ для создания оптических схем является достаточно актуальной.

Разрабатываемая программа позволяет автоматизировать процесс создания макета и дизайна интегральных схем. Для реализации графического редактора используются математические методы, которые позволяют формировать окружности, линии, осуществляются повороты объекта и масштабирование изображения. При проектировании топологии оптической системы используется набор компонентов, таких как линия, дуги различной конфигурации, окружности.

Целью разработки программы графического редактора является визуализация интегральной оптической схемы, изготавливаемой на чипе, и формирование текстового командного файла,

который затем используется в специализированной САД программе для создания фотошаблона, применяемого непосредственно при изготовлении этого чипа.

Для визуализации кривых применяются кривые Безье. Применение кубических кривых обеспечивает выполнение четырех условий сопряжения сегментов. В случае кривых Безье этими условиями являются прохождение кривой сегмента через две заданные конечные точки и равенство в этих точках касательных векторов соседних сегментов.

Разработанный графический редактор включает в себя две программы: программу редактор элементов и программу редактор схем. Редактор элементов предназначен для создания и редактирования элементов, размещаемых на схеме. Редактор схем предназначен для создания и редактирования интегральных оптических схем.

Так как редактор является частью САПР необходимо реализовать связь между ними. В данном случае связь происходит при помощи командного файла, который генерируется редактором схем, полученный файл так же распознаётся САПР. Данный файл формируется из блоков команд принадлежащих каждому элементу схемы. Для задания блока команд, в программе есть функция написания скрипта.

Процесс создания элементов состоит из следующих этапов. На первом этапе происходит визуализация элемента с использованием графических примитивов, таких как точки, линии, поли линии, полигоны и кривые. Под визуализацией понимается размещение данных примитивов для нужного отображения элемента. Далее производится размещение входных и выходных точек. На этом этапе необходимо добавить к разрабатываемому элементу как минимум одну входную и одну выходную точки. Данные точки хранят в себе координаты, служат местами для соединения с другими элементами.

Одной из функций разработанного редактора является изменение цветовых параметров и дизайна элемента. По умолчанию все графические примитивы представлены в чёрном цвете. В основном все графические примитивы состоят из линий или имеют линии в своём составе. Редактор позволяет изменять не только цвет линий, но и их другие графические параметры, такие как толщина и стиль. Так как некоторые примитивы, такие как точка и полигон, представляют собой замкнутые поверхности у них мы можем, изменить также цвет и стиль заливки внутренней области.

При проектировании оптической схемы производится выбор компонентов из библиотеки и размещение их на экране. После отрисовки макета оптической схемы создаётся командный файл, который потом интерпретируется САПР.

Программа имеет встроенную библиотеку компонентов, элементами которой оперирует специалист при построении оптических схем. Данная библиотека является расширяемой, то есть при необходимости, имеется возможность добавления собственных элементов для проектирования, компонентов с заданными параметрами.

Разработанная система автоматизированного проектирования предназначена для использования в профессиональной сфере, специализирующейся на решении задач по разработке оптических схем. В дальнейшем планируется внедрение созданной системы и в более обширные структуры разработок

### Литература

1. Шишкин, Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. Динамика, реалистические изображения. – М.: «Диалог-МИФИ», 1995. – 288 с.
2. Порев, В.Н. Компьютерная графика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 432 с.
3. [www.cisco.com](http://www.cisco.com)