

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

На правах рукописи

ГАВРИЛИНА ОЛЬГА АЛЕКСЕЕВНА

УДК 535.317; 681.7

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И МЕТОДОЛОГИЯ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ  
НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ  
ПОДДЕРЖКИ ИЗДЕЛИЙ**

Специальность 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные  
приборы и комплексы

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Санкт-Петербург

2007

Работа выполнена на кафедре прикладной и компьютерной оптики  
Санкт-Петербургского государственного университета информационных  
технологий, механики и оптики.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент

В. М. ДОМНЕНКО

Официальные оппоненты – доктор технических наук, профессор

М. Н. СОКОЛЬСКИЙ

кандидат технических наук, доцент

К. Н. ЧИКОВ

Ведущее предприятие – ФГУП “НПК “ГОИ им. С. И. Вавилова”

Защита диссертации состоится 03 апреля 2007 года в 17 ч. 30 мин. на  
заседании диссертационного совета Д 212.227.01 “Оптические и оптико-  
электронные приборы и комплексы” при Санкт-Петербургском  
государственном университете информационных технологий, механики и  
оптики по адресу: Санкт-Петербург, пер. Гривцова, д. 14, аудитория \_\_\_\_.

Автореферат разослан 01 марта 2007 года.

Отзывы и замечания (в 2 экз.) по автореферату направлять в адрес  
университета: 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, секретарю  
диссертационного совета Д 212.227.01.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.227.01,

кандидат технических наук, доцент

В. М. КРАСАВЦЕВ

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность работы**

Острая конкуренция на рынке вынуждает производителей не только искать новые проектные решения, использовать новые инструменты проектирования, но и оптимизировать управление жизненным циклом изделия.

Применение новых информационных технологий поддержки жизненного цикла изделия (ИПИ-технологии) в современном оптическом приборостроении является актуальной и комплексной задачей. Информационное обеспечение управления жизненным циклом оптического изделия требует методически проработанного подхода, согласованного с международными, государственными и отраслевыми стандартами.

Таким образом, решение задач информационного и методического обеспечения проектирования оптических приборов и систем на основе технологий информационной поддержки изделий является весьма актуальным.

### **Цель работы**

Целью диссертационной работы является построение модели оптической системы для информационного обеспечения этапа проектирования, а также разработка методики управления данными об оптической системе в ходе функционального, конструкторского и технологического проектирования.

### **Задачи исследования**

1. Анализ процессов и методов управления информацией при проектировании оптических изделий.
2. Анализ международных и государственных стандартов в области ИПИ-технологий и их применения в области оптического приборостроения.
3. Разработка структуры информационной модели оптической системы на этапе проектирования.
4. Программная реализация и анализ информационной модели оптической системы.
5. Разработка методики управления данными об оптической системе и анализ сценариев использования информационной модели на этапе проектирования.

### **Методы исследования**

1. Методы объектно-ориентированного анализа, проектирования и программирования.
2. Методы информационного моделирования.
3. Методы информационной поддержки жизненного цикла изделия.
4. Методы организации хранения и управления базами данных.

### **Научная новизна диссертации**

1. Разработана и проанализирована информационная модель оптической системы как объекта проектирования.
2. Разработана новая инфологическая модель для организации хранения информации в процессе проектирования многоконфигурационных оптических систем.
3. Предложена методика управления данными об оптической системе на этапе проектирования.

### **Основные результаты, выносимые на защиту**

1. Структура информационной модели оптической системы как объекта проектирования.
2. Универсальная инфологическая модель многоконфигурационной оптической системы.
3. Методика управления данными об оптической системе на этапе проектирования.

### **Практическая ценность работы**

1. Разработанная информационная модель оптической системы может быть использована в качестве ядра для создания единого информационного пространства оптических изделий.
2. Разработанная инфологическая модель является универсальной и пригодна для организации хранения информации об оптических системах, в том числе многоконфигурационных.
3. Инфологическая модель оптической системы пригодна для реализации в любой системе управления базами данных и системе управления данными об изделии.
4. Предлагаемая методика управления данными об оптической системе позволяет повысить эффективность процесса проектирования.

### **Апробация работы**

Основные результаты работы представлялись на I конференции молодых ученых СПбГУ ИТМО (16 – 19 февраля 2004 года), на II межвузовской конференции молодых ученых (28 – 31 марта 2005 года), на IV международной конференции молодых ученых и специалистов “Оптика-2005” (17 – 21 октября 2005 года), на XXXV научной и учебно-методической конференции СПбГУ ИТМО “Достижения ученых, аспирантов и студентов университета в науке и образовании” (31 января – 3 февраля 2006 года), а также на VII международной конференции “Прикладная оптика-2006” (16 – 20 октября 2006 года).

Результаты работы использовались при выполнении НИР: “Исследование и разработка методов и средств информационной поддержки жизненного цикла изделия в области оптики и оптического

приборостроения” (№ гос. регистрации 01.0.40 000819) и “Исследование и разработка методов компьютерной оптики для моделирования, проектирования, конструирования и изготовления оптических систем” (№ гос. регистрации 0120.0 409392).

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ.

### **Структура и объем работы**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 99 наименований и двух приложений, содержит 112 страниц основного текста, 34 рисунка и 3 таблицы.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Введение**

Усложнение продукции, повышение требований к ее качеству, обострение конкуренции – вот лишь некоторые причины, по которым производители вынуждены кардинально пересматривать формы и способы ведения своей деятельности. Частичные улучшения производственных процессов обычно не дают желаемых результатов и не позволяют получить конкурентное преимущество. Необходимо использовать новые подходы, которые позволят в полной мере реализовать возможности новых технологий и человеческих ресурсов. Таким подходом сегодня является использование методов, технологий и средств информационной поддержки жизненного цикла изделия (ИПИ), которые основаны на концепции CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support, непрерывный сбор информации и поддержка жизненного цикла изделия).

Согласно государственным и отраслевым стандартам управление жизненным циклом на всех его этапах осуществляется на основе единого информационного пространства изделия, ядром которого является информационная модель изделия. Основа информационной модели оптического изделия закладывается на этапе проектирования, исходя из его функциональных и конструктивных особенностей. Сложность и разнородность структуры оптического прибора в целом, специфика методов проектирования оптических систем в частности требует тщательного анализа и особого подхода к созданию ее информационной модели.

В данной работе разработана и проанализирована структура информационной модели оптической системы на этапе проектирования, универсальная инфологическая модель многоконфигурационной оптической системы, а также методика управления данными об оптической системе на этапе проектирования.

## **Глава 1. Содержание этапа проектирования в жизненном цикле оптических приборов и систем**

В первой главе диссертационной работы проводится анализ этапа проектирования в жизненном цикле оптических приборов. Под жизненным циклом понимается совокупность этапов или последовательность процессов, через которые проходит изделие за время своего существования.

На первом этапе жизненного цикла, который называют концептуализацией, осуществляется технический анализ и формальное определение потребностей, а также оценивается возможность физической реализации изделия, которое удовлетворит потребности, будет при этом конкурентоспособным и экономически выгодным. Заказчик и исполнитель формализуют свои потребности и идеи в виде документа, который называется “техническое задание”.

Следующий этап жизненного цикла – проектирование. Его можно разбить на три отдельных ветви, работа в которых может вестись параллельно: функциональное, конструкторское и технологическое проектирование. Объектами функционального проектирования являются схемы прибора: оптические, электрические, кинематические и другие. Именно на этом этапе определяется оптимальность структуры и характеристик функциональных устройств, блоков, узлов и элементов прибора. Объектами конструкторского проектирования (или просто конструирования) являются пространственная (твердотельная) структура прибора. На этапе конструирования спроектированные схемы предстают в виде реальных деталей и сборочных единиц, расположенных в пространстве и закрепленных определенным образом. Объектами технологического проектирования являются технологические процессы изготовления деталей прибора, его сборки, юстировки, испытания. На этом этапе разрабатываются технологические документы: маршрутные карты, операционные карты, ведомость оснастки и ряд других документов в соответствии с ЕСКД. Производство оптических изделий обычно сопровождается специфическими процедурами контроля оптических свойств отдельных деталей или всего изделия в целом. Важным этапом является сборка и юстировка оптических каналов прибора, в процессе которой требуется моделирование работы уже изготовленного прибора и его оптимизация.

Жизненный цикл оптического изделия продолжают реализация (продажа изделий конечным пользователям) и эксплуатация, а завершает утилизация.

Проектирование в целом характеризуется неоднозначностью решений, необходимостью выбора одного варианта из большого количества возможных, отсутствием определенного алгоритма. Одним из подходов при решении проблем проектирования является системно-иерархический подход. При таком подходе прибор рассматривается как сложная система связанных и взаимодействующих между собой частей, которая представляется в виде блочно-иерархической структуры, состоящей из уровней и ветвей.

Построение такой структуры прибора позволяет понять внутреннюю логику сложного и творческого процесса проектирования.

Все процедуры, выполняемые на любом уровне и любой ветви проектирования, по цели выполнения объединяются в три группы: синтеза, анализа и оптимизации. Задача синтеза заключается в создании первоначального описания объекта проектирования по техническому заданию (на данном уровне данной ветви). Задачи анализа сводятся к моделированию работы проектируемого на данном уровне объекта с целью определения его характеристик. В большинстве случаев анализ реализуется как математическое, компьютерное моделирование. Задачи оптимизации заключаются в целенаправленном изменении параметров объекта, чтобы его характеристики стали оптимальными, то есть наилучшим образом удовлетворяли техническому заданию. Окончательное проектное решение получается путем сложного итерационного процесса, включающего синтез, анализ, оптимизацию и повтор этих процедур.

Сложность конструкций оптических приборов, наличие в них физически разнородных частей и устройств, большого количества разнообразных деталей и элементов, находящихся во взаимосвязи, создают в проектировании оптических приборов ряд сложностей. Поэтому проектирование ведется коллективом с использованием специальных методов и средств. На этапе функционального проектирования используется специализированное программное обеспечение для проектирования оптических систем (CodeV, ZEMAX, OSLO, ОПАЛ, САРО, WinDEMOS и другие), которое предоставляет широкий набор необходимых функций, что обеспечивает автоматизацию данного этапа. Этап конструкторского проектирования также может быть автоматизирован посредством использования соответствующих универсальных (независящих от предмета проектирования) систем для решения конструкторских задач и выпуска проектно-конструкторской документации (CATIA, Pro/ENGINEER, SolidWorks, КОМПАС, T-FLEX, AutoCAD и другие). Однако их необходимо настраивать с учетом требований конкретного изделия.

Представленную характеристику этапа проектирования оптических приборов и систем необходимо учесть при дальнейшем рассмотрении проблем его информационного обеспечения.

## **Глава 2. Анализ концепции информационной поддержки изделия**

Вторая глава диссертационной работы содержит анализ концепции информационной поддержки жизненного цикла изделия (ИПИ), принципы организации, а также обзор инструментария и средств внедрения ИПИ-технологий.

Процесс проектирования оптических систем и приборов составляют большое количество проектных процедур и операций, которые осуществляются с использованием большого количества разнообразного программного обеспечения. С середины 60-х годов XX века осуществляется

переход от использования отдельных программ к организации систем автоматизированного проектирования (САПР). САПР представляли собой аппаратно-вычислительные комплексы, обеспечивающие автоматизацию различных проектно-конструкторских работ. Большой вклад в автоматизацию проектирования оптики внесли сотрудники Ленинградского оптико-механического объединения им. В.И. Ленина, Государственного оптического института им. С.И. Вавилова и Ленинградского института точной механики и оптики, которые в 1976-1981 г.г. разработали и внедрили систему автоматизированного проектирования оптики САПР-“ОПТИКА”. Бурное развитие и быстрая смена компьютерной техники привели к тому, что использование этой системы на сегодняшний день неэффективно и невозможно. Кроме того, системы САПР предназначались в основном для автоматизации этапа проектирования. Развитие компьютерной техники также позволило автоматизировать и другие этапы жизненного цикла. На сегодняшний день требуется более широкая интеграция систем автоматизации и информационной поддержки изделия на всех этапах. Тем не менее, теоретическая база и математические модели являются хорошей основой для решения задач автоматизации проектирования на совершенно другом уровне.

Современной концепцией повышения эффективности управления информационными ресурсами является концепция CALS, которая превратилась в целое направление информационных технологий. Если системы САПР были нацелены на автоматизацию проектирования, то концепция CALS охватывает не только проектирование, но и все остальные этапы жизненного цикла, обеспечивает не только автоматизацию, но и информационную поддержку изделия в целом. CALS – это стратегия систематического повышения эффективности, производительности и рентабельности процессов хозяйственной деятельности корпораций за счет внедрения современных методов информационного взаимодействия участников жизненного цикла изделия.

Повышение эффективности процессов, выполняемых в ходе жизненного цикла изделия, достигается за счет информационной интеграции и преемственности информации, порождаемой на всех этапах жизненного цикла. Информационная интеграция заключается в том, что все автоматизированные системы, применяемые на различных стадиях жизненного цикла, оперируют не с традиционными документами и даже не с их электронными отображениями (например, отсканированными чертежами), а с формализованными информационными моделями, описывающими изделие, технологии его производства и использования. Системы, которым для работы нужны те или иные информационные объекты, по мере необходимости могут извлекать их из интегрированной информационной среды, обрабатывать, создавая новые объекты, и помещать результаты своей работы в ту же интегрированную информационную среду. Чтобы все это

было возможно, информационные модели и соответствующие информационные объекты должны быть стандартизованы.

Интегрированная информационная среда представляет собой совокупность распределенных баз данных, в которой действуют единые, стандартные правила хранения, обновления, поиска и передачи информации, через которую осуществляется безбумажное информационное взаимодействие между всеми участниками жизненного цикла изделия. При этом однажды созданная информация хранится в интегрированной информационной среде, не дублируется, не требует каких-либо перекодировок в процессе обмена, сохраняет актуальность и целостность.

Реализация идей CALS предполагает создание единого информационного пространства (ЕИП) для всех участников жизненного цикла изделия. ЕИП должно обладать следующими свойствами:

- вся информация представлена в электронном виде;
- ЕИП охватывает всю созданную информацию об изделии;
- ЕИП является единственным источником данных об изделии (прямой обмен данными между участниками жизненного цикла исключен);
- ЕИП строится только на основе международных, государственных и отраслевых информационных стандартов;
- для создания ЕИП используются программно-аппаратные средства, уже имеющиеся у участников жизненного цикла;
- ЕИП постоянно развивается.

ЕИП может быть создано для организационных структур разного уровня: от отдельного подразделения до всего предприятия.

Под ИПИ-системой понимают автоматизированную систему управления, которая интегрирует информационные процессы в едином информационном пространстве и управляет интегрированным информационным обеспечением участников жизненного цикла изделия. Эффективность применения ИПИ-технологий и ИПИ-систем предполагает неукоснительное соблюдение всеми участниками определенных и жестко регламентированных стандартов, процедур, правил и технических решений.

Формат и содержание информационных моделей продукции, ее жизненного цикла и производственной среды определяют международные и национальные стандарты. ИПИ-стандарты, действующие в настоящее время в России, приведены в приложении 1 данной диссертационной работы. В стандарты серии ЕСКД в соответствии с действующими ИПИ-стандартами внесены дополнения и изменения (перечислены в приложении 2 диссертационной работы), целью которых является обеспечение равноправного представления технической информации в бумажном и электронном виде.

Системы автоматизированного проектирования (САПР) выступают при проектировании только в роли инструментальных сред по эффективной подготовке документации. Даже простое сопровождение небольших

проектов с отслеживанием всех изменений и регистраций утверждений без автоматизации этого процесса становится тяжелой задачей. Таким образом, проблема отслеживания процесса перемещения информации и управления документами на производстве в условиях современного предприятия сегодня приобретает особую важность. Решением является PDM-система (от англ. Product Data Management – управление данными об изделии). PDM-система объединяет все связанные с изделием информационные процессы (в первую очередь, проектирование изделия) и всю информацию об изделии.

При создании ЕИП для всех участников жизненного цикла изделия PDM-система выступает в качестве средства интеграции всего множества используемых прикладных компьютерных систем (системы автоматизированного проектирования, автоматизированные системы управления производством и другие) путем сбора поступающих от них данных в логически единую модель на основе стандартных интерфейсов взаимодействия.

Пользователями PDM-системы выступают все сотрудники всех предприятий-участников жизненного цикла изделия. Она не зависит от проектируемого изделия, но нуждается в адаптации к условиям конкретного предприятия. Например, существуют PDM-системы, настроенные для работы в области электронной, пищевой, химической промышленности. Также существуют системы, адаптированные для широкого использования в области машиностроения и приборостроения. Но систем, пригодных для использования в области оптического приборостроения, учитывающих особенности данной отрасли на сегодняшний день нет. Однако даже настроенную на определенную отрасль систему необходимо адаптировать к требованиям конкретного предприятия.

### **Глава 3. Информационное моделирование на этапе проектирования оптической системы**

В третьей главе диссертационной работы рассматривается и анализируется структура информационной модели оптической системы, подробно описывается инфологическая модель многоконфигурационной оптической системы.

Оптическая система как объект проектирования может быть представлена в зависимости от ветви проектирования различными моделями. В частности, конструкционная модель оптической системы дает полное описание конструкции и состоит, как правило, из значений параметров оптических сред, параметров формы оптических поверхностей, параметров взаимного расположения поверхностей и параметров диафрагм. Кроме того, для проектирования современных оптических систем необходимо предусмотреть возможность работы с многоконфигурационными системами, то есть обеспечить динамическое изменение конструктивных параметров, а также изменение состава оптической системы в процессе функционирования.

Анализ различных типов многоконфигурационных оптических систем показал, что наиболее простым и эффективным способом описания конструкции таких систем является введение понятия базовой конфигурации. Базовая конфигурация является наиболее сложной и состоит из максимально необходимого числа поверхностей. Описание каждой отдельной конфигурации рассматривается как внесение изменений в базовую конфигурацию. Такой подход обеспечивает удобное описание многоконфигурационных оптических систем с подвижными компонентами и систем работающих с изменяющимися присоединительными характеристиками.

Для реализации данного подхода было необходимо разработать структуру данных для описания модели оптической системы на этапе функционального проектирования.

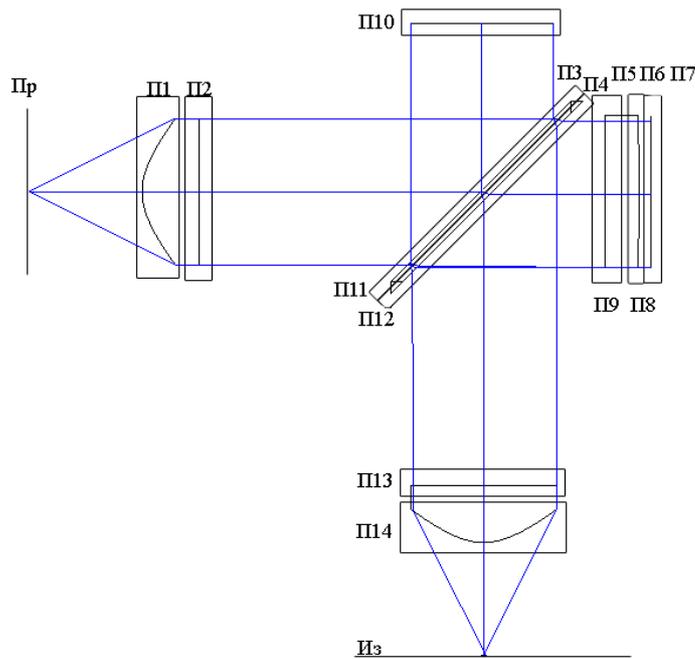
Структура данных во многом определяется технологией и инструментами, которые используются для автоматизации проектирования оптических систем. Анализ показал, что удобнее и целесообразнее всего использовать объектно-ориентированный подход к организации структуры данных, который предназначен для проектирования, реализации и анализа сложных программных систем (состоящих из взаимозависимых подсистем, которые в свою очередь могут быть разделены на подсистемы и так далее). Основные черты объектно-ориентированного подхода позволяют удовлетворить наиболее значимым требованиям, предъявляемым к структуре данных для хранения конструктивных параметров.

В данной диссертационной работе рассматривается объектно-ориентированная конструкционная модель оптической системы, в которой в качестве элементарного объекта выбран оптический преобразователь. Можно выделить два типа оптических преобразователей:

- оптический узел, который описывает оптический элемент и его расположение;
- направляющая, которая связывает последующий и предыдущий узел и описывает среду между ними.

Помимо описания базовой конфигурации конструкционная модель многоконфигурационной оптической системы должна содержать описание тех параметров базовой конфигурации, которые требуется подменить (изменить) при формировании конструкции отдельной конфигурации. Как правило, такое описание осуществляется посредством таблицы (Рис. 1).

В процессе конструирования оптическая система представляется состоящей из оптических деталей, определенным образом расположенных в пространстве посредством закрепления их в оправках. Структуру модели на этапе конструкторского проектирования определяет ЕСКД (ГОСТ 2.052-2006, ГОСТ 2.053-2006).



a) Описание поверхностей оптической системы

Состав системы	Пр	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7
Конфигурация 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Конфигурация 2	✓	✓	✓	✓				

Состав системы	П8	П9	П10	П11	П12	П13	П14	Из
Конфигурация 1	✓	✓			✓	✓	✓	✓
Конфигурация 2			✓	✓	✓	✓	✓	✓

б) Описание состава оптической системы

Таблица переменных:	Конфигурации	
	1	2
Осевое расстояние после П3	1	2
Оптическая среда после П3	стекло	воздух

в) Описание состояний оптической системы

Рис. 1. Описание многоконфигурационной оптической системы

На этапе технологического проектирования модель оптической системы содержит информацию о деталях и сборочных единицах, информацию о технологических процессах изготовления оптической системы, информацию об оборудовании и средствах технологического оснащения.

Разработанная структура информационной модели оптической системы на этапе проектирования представлена на рисунке 2. Она включает в себя функциональную модель, которая описывает:

- конструкцию оптической системы (форму, взаимное расположение оптических поверхностей, диафрагм и экранов, характеристики оптических сред);
- присоединительные характеристики (параметры предмета и изображения, зрачковые присоединительные характеристики);

- спектральные характеристики.

Описание конструкции оптической системы выделено в отдельную конструкционную модель. Она должна легко преобразовываться в геометрическую модель, которая используется на этапах конструирования и технологического проектирования.

Конструкционная модель является основой для выполнения процедур синтеза, анализа и оптимизации. При их выполнении требуются дополнительные параметры и функции. Поэтому в структуре модели на этапе функционального проектирования можно выделить модели, используемые в процессе синтеза, анализа и оптимизации.

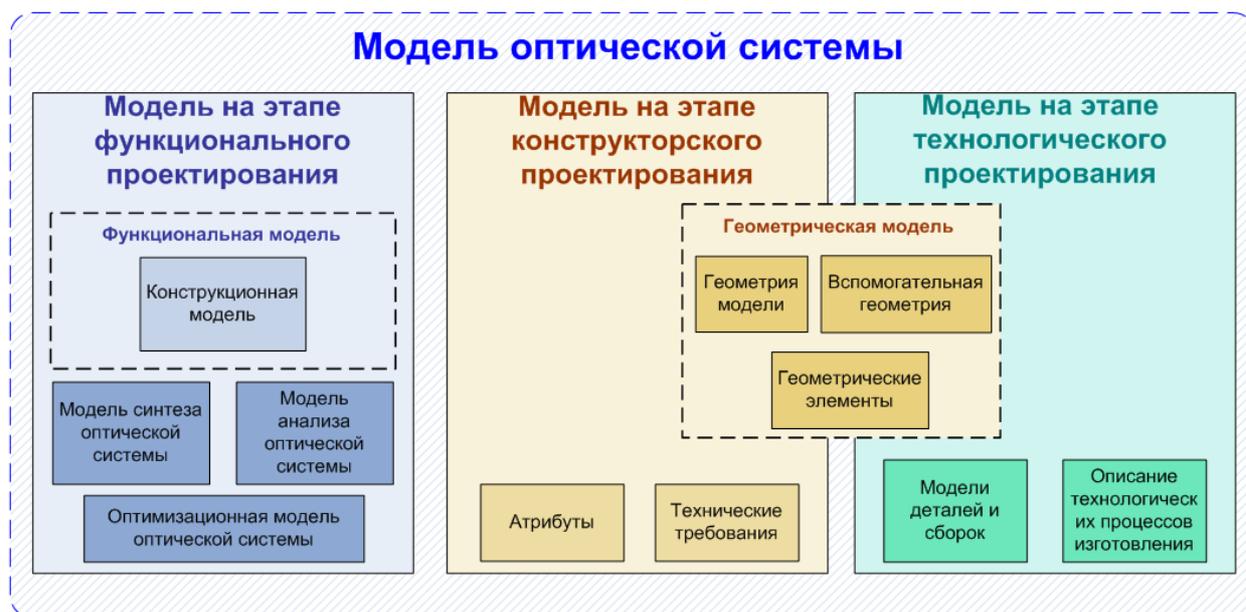


Рис. 2. Структура информационной модели оптической системы

Основу модели на этапах конструкторского и технологического проектирования составляет геометрическая модель изделия, которая по мере выполнения проектных операций заполняется атрибутами, техническими требованиями, моделями деталей и сборок, описанием технологических процессов.

Информационная модель оптической системы имеет следующие особенности:

- конструкция оптической системы на этапе функционального проектирования описывается специальной конструкционной моделью;
- геометрическая модель является общей для этапов конструкторского и технологического проектирования и определяется ЕСКД;
- в информационную модель также входит дополнительная информация, необходимая для выполнения проектных операций.

При организации единого информационного пространства хранение всей возможной информации в различных видах организуется с использованием технологий баз данных. При этом системы управления

базами данных (СУБД) предоставляют только инструменты для непосредственного управления данными (создания структуры данных, внесения и удаления данных, поиска и выбора данных) и управления последовательностями операций над базой данных (транзакциями). Для хранения информации о проектируемом объекте необходимо разработать и создать структуру данных. Эта структура данных должна быть универсальной и пригодной для реализации в универсальных СУБД/PDM-системах.

Основой для реализации структуры базы данных в СУБД/PDM-системе является инфологическая модель предметной области, то есть модель оптической системы. Она разработана на основе объектно-ориентированной конструктивной модели. Основными элементами инфологической модели являются выявленные на этапе анализа объекты (сущности), связи между ними и их свойства (атрибуты) (Рис. 3).

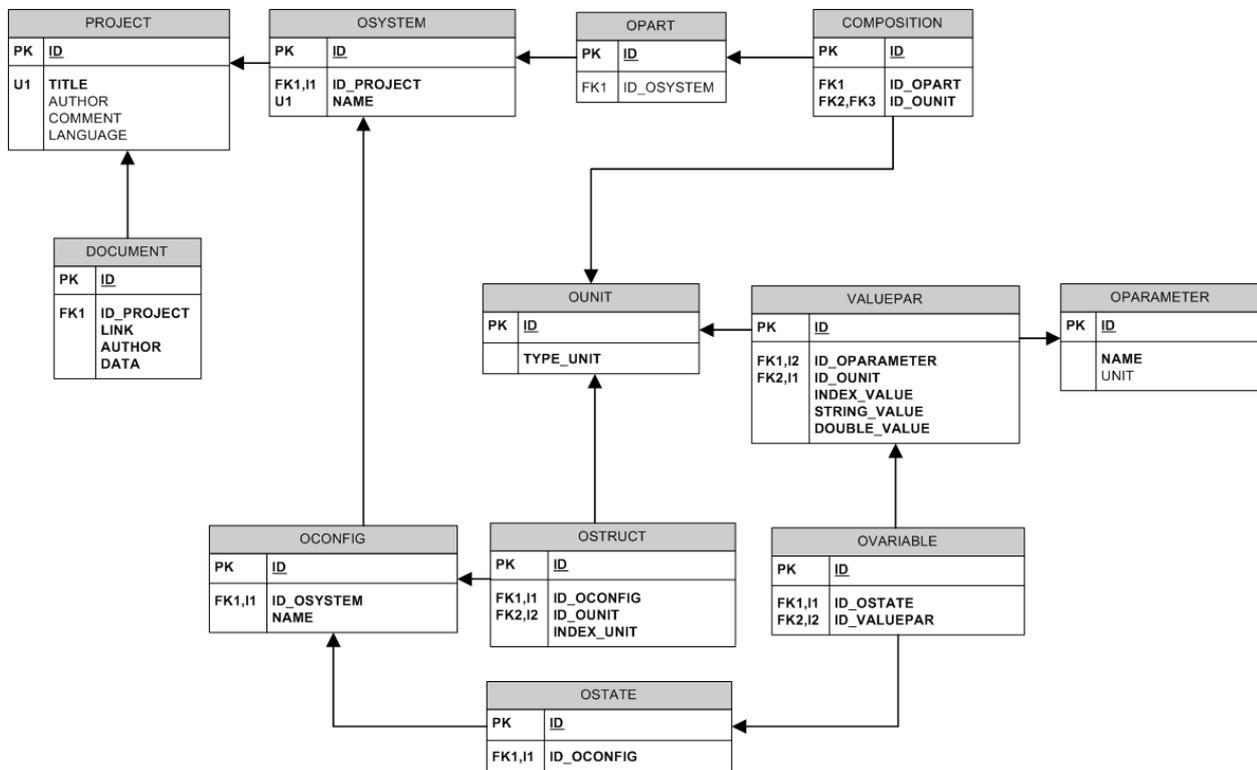


Рис. 3. Инфологическая модель многоконфигурационной оптической системы

Разработка изделия осуществляется в рамках проекта, который составляют организационные мероприятия, проектные операции и процедуры, сопроводительная документация. В информационной модели проект реализуется сущностью PROJECT, атрибутами которой являются: идентификатор проекта (ID), имя проекта, информация об авторах, комментарии (пояснения, дополнительная информация), язык описания (кодировка).

Вся сопроводительная документация реализуется сущностью DOCUMENT. Сущность содержит идентификатор (ID), атрибут ID\_PROJECT, указывающий на проект, к которому относится данный

документ. Связь непосредственно с документом осуществляется через атрибут LINK. В состав данной сущности входит информация об авторе документа, дата создания или последнего редактирования документа.

Сущность OSYSTEM описывает оптическую систему. Атрибутами являются: идентификатор оптической системы, идентификатор проекта, который указывает на принадлежность оптической системы конкретному проекту и имя (название) оптической системы.

Элементы оптической системы описываются универсальной сущностью OUNIT. Она имеет следующие атрибуты: собственный идентификационный номер и атрибут TYPE\_UNIT, поясняющий тип элемента (источник, предмет, узел и так далее).

Детали оптической системы реализуются сущностью OPART. Деталь связана с оптической системой атрибутом ID\_OSYSTEM. Для описания состава детали используется сущность COMPOSITION. Она показывает, какой элемент (ID\_OUNIT) оптической системы является частью детали (ID\_OPART).

Сущность VALUEPAR связана с универсальным параметром (сущность OPARAMETER). Идентификационные номера элементов и параметров устанавливают соответствующие связи между ними. Атрибут STRING\_VALUE хранит значение параметра в строковом виде, DOUBLE\_VALUE – в вещественном. Атрибут INDEX\_VALUE обозначает порядковый номер величины при использовании набора однотипных параметров. Атрибутами сущности OPARAMETER являются также название этого параметра и его единицы измерения.

Возможные конфигурации оптической системы описываются сущностью OCONFIG. Ее атрибутами являются: идентификатор конфигурации (ID\_OCONFIG), имя конфигурации и идентификатор, указывающий на оптическую систему, к которой относится данная конфигурация.

Структура конкретной конфигурации описывается сущностью OSTRUCT. Атрибуты OSTRUCT устанавливают взаимосвязи между конфигурацией (ID\_OCONFIG) и элементами оптической системы (ID\_OUNIT), входящими в данную конфигурацию. Атрибут INDEX\_UNIT обозначает порядковый номер элемента в системе при многократном повторении (при использовании один раз равен 0).

Сущность OSTATE, описывающая состояние конфигурации, имеет в качестве атрибутов собственный уникальный идентификационный номер и уникальный идентификационный номер конфигурации (ID\_OCONFIG), указывающий, к какой конфигурации относится данное состояние.

Изменения в конфигурации описываются сущностью OVARIABLE. Атрибут ID\_OSTATE указывает, к какому состоянию конфигурации относится данное изменение, а атрибут ID\_VALUEPAR устанавливает связь с конкретным значением измененного параметра.

Следует отметить, что при реализации модели в СУБД таблица VALUEPAR будет иметь большие размеры, что существенно снизит скорость выполнения запросов. Эта проблема может быть решена оптимизацией самих запросов или разделением таблицы VALUEPAR на несколько таблиц по типу параметров (параметры узлов, предмета, изображения и так далее).

Разработанная инфологическая модель является универсальной, то есть не зависит от типа и особенностей оптической системы, и расширяемой, что обеспечивает возможность добавления новых элементов и параметров в соответствующие сущности.

#### **Глава 4. Методика управления данными об оптической системе на этапе проектирования**

В четвертой главе диссертационной работы описывается предлагаемая методика управления данными об оптической системе на этапе проектирования.

Реализация системы управления данными об изделии является сложной задачей. Выбор программных средств, структуры информационной системы зависит от конкретного предприятия.

Цель системы управления данными об изделии заключается в организации структурированного хранилища данных и обеспечения выполнения следующих функций:

- создание проекта;
- просмотр структуры проекта;
- извлечение данных для выполнения проектных операций;
- обновление данных после выполнения проектных операций;
- управление вариантами и версиями данных внутри проекта;
- разрешение конфликтов при коллективном проектировании;
- поиск проектов и проектных решений;
- архивирование и резервное копирование данных.

Интерфейс для работы с такой системой зависит от роли и должностных обязанностей сотрудников. Рассмотрим возможный сценарий работы разработчика с подобной системой более подробно.

Для начала работы в системе необходимо создать новый проект. При этом целесообразны три варианта: создание нового пустого проекта, создание проекта на основе существующего описания оптической системы, и на основе уже имеющихся проектов. При создании нового пустого проекта требуется внести минимальную идентификационную информацию (название, автор, комментарии). После этого можно работать со структурой проекта, то есть создавать варианты и конфигурации. Вторым способом создания нового проекта осуществляется на основе существующего описания с вариантом оптической системы. Система обеспечит конвертирование информации во внутреннюю структуру данных. Третий способ позволяет создать новый проект на основе уже существующих. В этом случае информационная система используется как архив готовых проектных решений.

Удобство и простота просмотра существующих проектов являются залогом эффективного использования системы пользователем. Варианты и конфигурации оптических систем должны отображаться в наиболее привычном для разработчиков виде. Наиболее простым и понятным представлением проекта является иллюстрация в виде оптической схемы. Из списка проектов доступны функции просмотра структуры проекта, извлечения проекта в виде набора файлов, пригодных для выполнения проектных операций с использованием соответствующей программы.

Просмотр конфигурации оптической схемы осуществляется в двух видах – табличное представление конструктивных параметров и графическое представление оптической схемы.

Важнейшими функциями, которые обеспечивает информационная система, являются извлечение данных для выполнения проектных операций и обновление данных после этого в формате тех программ, которые разработчики используют для автоматизации проектирования. Кроме того, необходимо автоматическое управление версиями, возможность извлечения данных любой из предыдущих версий.

Таким образом, разработчик работает с хранилищем данных посредством прикладной программы. Непосредственно со сложной структурой хранения он не сталкивается. Он извлекает данные из хранилища, работает в привычной для себя среде и вносит изменения обратно.

В хранилище данных содержится вся история проектируемого объекта, что легко обеспечивает итерационный характер проектирования. Готовые проектные решения и заготовки сохраняются в базе данных и с помощью инструментов поиска могут использоваться повторно.

## **Заключение**

Итак, в данной диссертационной работе:

1. Разработана информационная модель оптической системы, которая может быть использована в качестве ядра для создания единого информационного пространства оптического изделия.
2. Разработана инфологическая модель для организации хранения информации об оптических системах, в том числе многоконфигурационных. Данная модель может быть реализована в системе управления базами данных и системе управления данными об изделии.
3. Предложена методика управления данными об оптической системе, которая позволяет повысить эффективность процесса проектирования.

**По теме диссертации опубликованы следующие работы:**

1. Домненко, В.М. Организация информационной поддержки жизненного цикла оптического прибора на основе CALS-технологий / В.М. Домненко, О.А. Дельнова // Современные технологии: сб. науч. ст. / под ред. профессора С.А. Козлова, – СПб: СПбГУ ИТМО, 2003. – С. 47–55.
2. Гаврилина, О.А. Разработка модели оптической системы для представления в информационной системе управления данными об изделии // Вестник II межвузовской конференции молодых учёных: сб. науч. трудов / под ред. В.Л. Ткалич, – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2005. – Т. 3. – С. 25-30.
3. Гаврилина, О.А. Представление оптической системы в информационной системе управления данными об изделии // Труды IV международной конференции молодых ученых и специалистов “Оптика-2005” / под ред. проф. В.Г. Беспалова, проф. С.А. Козлова, – СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. – С. 141-142.
4. Домненко, В.М. Разработка информационной модели многоконфигурационной оптической системы на этапе функционального проектирования / В.М. Домненко, О.А. Гаврилина, А.А. Шехонин // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. – 2006. – Вып. 34. – С. 252-257.
5. Шехонин, А.А. Информационная модель оптической системы на этапе функционального проектирования / А.А. Шехонин, В.М. Домненко, О.А. Гаврилина // Известия вузов. Приборостроение. – 2006. – Т. 49.– №7.– С.63-67.
6. Шехонин, А.А. Методология проектирования оптических приборов: учеб. пособие / А.А. Шехонин, В.М. Домненко, О.А. Гаврилина. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. – 91 с.
7. Гаврилина, О.А. Разработка и реализация модели оптической системы для информационной поддержки на этапе функционального проектирования // Сборник трудов VII международной конференции “Прикладная оптика-2006”. Компьютерные технологии в оптике / под ред. М.А. Гана, – Санкт-Петербург. – 2006. – Т. 3. – С. 93-97.