



Министерство образования  
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

---

Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ  
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

*Лабораторные работы*

Минск  
БНТУ  
2011

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Лабораторные работы  
для студентов специальности 1-37 01 01  
«Двигатели внутреннего сгорания»

Минск  
БНТУ  
2011

УДК 519.63 (076.5)  
ББК 39.3я7  
А 22

С о с т а в и т е л и:  
*М.П. Ивандиков, А.Ю. Пилатов*

Р е ц е н з е н т ы:  
*М.И. Жилевич, В.Н. Суконкин*

А 22 Автоматизированное проектирование двигателей внутреннего сгорания: лабораторные работы для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» / сост.: М.П. Ивандиков, А.Ю. Пилатов. – Минск: БНТУ, 2011 – 60 с.

Издание содержит теоретические и практические материалы, необходимые для получения навыков автоматизированного проектирования в двигателестроении. Рассматриваются принципы автоматизации хранения и обработки информации, решение конструкторских задач при помощи современного Windows-приложения – SolidWorks.

В пособии приведено подробное описание выполнения заданий в лабораторных работах.

Издание может быть использовано студентами других технических специальностей.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>Лабораторная работа № 1</b> ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ. . . . .	5
<b>Лабораторная работа № 2</b> ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ С ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ. . . . .	21
<b>Лабораторная работа № 3</b> ПРИЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕГО ДОСТУПА К ВНЕШНИМ ИСТОЧНИКАМ ДАННЫХ ИЗ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА. . . . .	33
<b>Лабораторная работа № 4</b> ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОСТЫХ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ SOLIDWORKS 2009. . . . .	38
<b>Лабораторная работа № 5</b> ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СБОРОК В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ SOLIDWORKS 2009. . . . .	49
<b>Лабораторная работа № 6</b> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИМПОРТА 2D-ЧЕРТЕЖЕЙ В 3D. . . . .	52

## **ВВЕДЕНИЕ**

В пособии рассматриваются принципы автоматизации хранения и обработки информации и решение конструкторских задач при помощи современного Windows-приложения SolidWorks. Эта программа представляет собой интегрированную среду трехмерного моделирования деталей, создания сборок и чертежей на их основе.

Современная версия программы SolidWorks 2009 обладает широкими возможностями, которые сложно представить в рамках этого небольшого пособия. Поэтому в данной книге основное внимание сосредоточено на описании приемов, с помощью которых можно выполнить трехмерное моделирование деталей различной степени сложности.

В программном обеспечении SolidWorks имеется учебное пособие, позволяющее подробно, пошагово самостоятельно осваивать основные приемы моделирования деталей и сборок.

## Лабораторная работа № 1

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

**Цель работы:** освоить назначение и основные приемы построения баз данных, применяемых в САПР на примере СУБД MS Access 2003.

#### Основные положения

##### 1. Основные положения теории баз данных

Под *информацией* понимают любые сведения о каком-либо процессе, сущности из *реального мира* и т. п., являющиеся *объектами* некоторых операций (восприятие, передача, преобразование, хранение или использование) и состоящие из набора **данных**.

В автоматизированных системах управления получили распространение только *фиксированные в определенной форме данные*, которые позволяют существенно сократить время на сбор, хранение и последующую обработку наборов данных в процессе их использования человеком или информационным средством.

Таким образом, *данные* можно определить как информацию, фиксированную в определенной форме. Важную роль при этом играют способы представления информации, которые подразделяются в теории управления данными на несколько уровней:

- предметный – естественная модель данных (математическая, физическая), непосредственно связанная и описываемая законами реального физического мира;
- инфологический – информационная модель данных, понятная пользователю, отображает программную модель в терминах фактов, явлений, событий и предметов;

- датологический логический – специально структурированная информационная модель данных, представленная для используемых систем управления информацией;
- датологический физический – модель распределения данных по носителям, на которых планируется размещать информацию.

В теории управления данными рассматривают **модель данных** как набор средств описания информационной модели с целью представления ее в компьютере, которую поддерживает система управления в **базе данных**. При этом **модель данных** определяется:

- допустимой структурой данных (разнообразием и количеством типов описываемых с помощью модели объектов);
- множеством допустимых операций над данными;
- ограничениями, касающимися данных, которые необходимы для обеспечения контроля за целостностью данных.

**База данных (БД)** – совокупность связанных данных, независимых от прикладных программ, организованных по определенным правилам, предусматривающим общие принципы описания, хранения и манипулирования. База данных является информационной моделью предметной области. Обращение к базам данных осуществляется с помощью системы управления базами данных (СУБД) (рис. 1.1).

Основными требованиями, предъявляемыми к БД при ее проектировании, являются:

- многократность использования данных (одни и те же данные могут быть использованы различными способами для разных приложений);
- сохранение затрат интеллектуального труда на существующие программы и логические структуры данных, на которые затрачены годы умственного труда (не потребуются переделывать их при внесении изменений в БД);
- минимум затрат – рационализация затрат на хранение, преобразование и доступ к данным путем подбора методов и средств физического представления данных.

Здесь важно то обстоятельство, что со временем стоимость хранения данных убывает, а стоимость программирования нет.

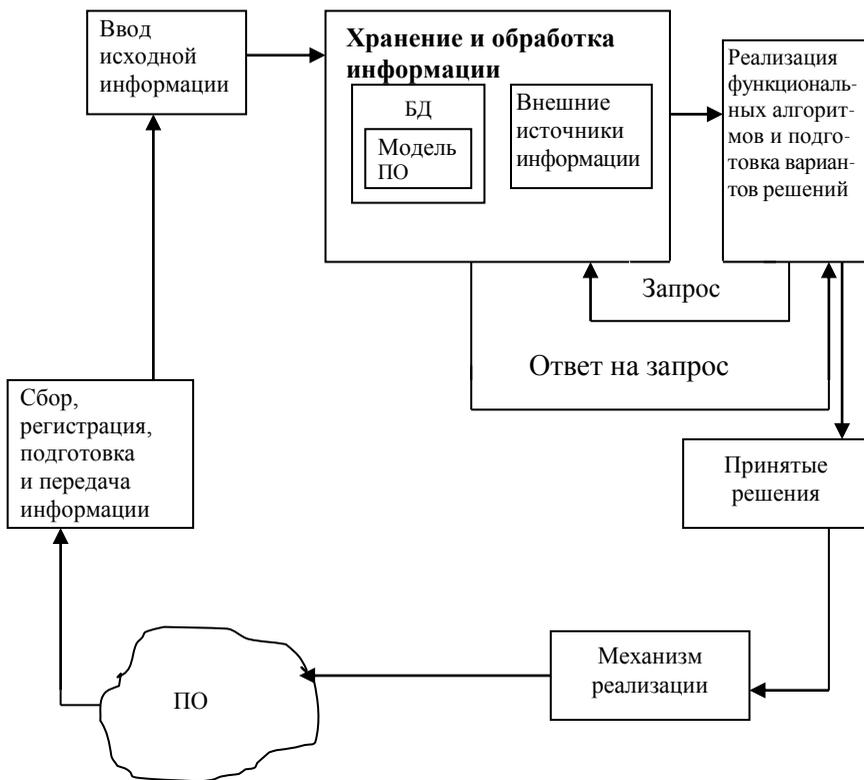


Рис. 1.1. Роль и место БД в составе автоматизированной системы управления

**Система управления базой данных (СУБД)** – специальная программа управления доступом к БД, работающая не только с данными, но и со связями (ограничениями) данных в БД, наложенными на данные в соответствии с функциональными алгоритмами предметной области, а также правами доступа к данным различных пользователей.

**К функциям СУБД** относятся:

1. Управление данными непосредственно в БД – функция, обеспечивающая хранение данных, непосредственно входящих в БД и служебной информации, обеспечивающей работу СУБД.

2. Управление данными в памяти компьютера – в целях ускорения работы используется буферизация данных в оперативной памяти компьютера.

3. Управление транзакциями – функция СУБД, которая производит ряд операций над БД как над единым целым. Транзакции необходимы для поддержания логической целостности БД в многопользовательских системах. Если транзакция успешно выполняется, СУБД вносит соответствующие изменения в БД. В обратном случае ни одно из сделанных изменений никак не влияет на состояние БД.

4. Управление изменениями в БД и протоколирование – функция, связанная с надежностью хранения данных, т. е. с возможностью СУБД восстанавливать состояние БД в аварийных ситуациях. С этой целью ведется протокол изменений и создаются резервные копии.

Наиболее популярными на рынке программного обеспечения и удобными для доступа из программного кода являются СУБД Microsoft Access, SQL Server и Oracle.

Одним из удобных свойств баз данных Access является возможность хранения всей информации о базе данных в одном файле с расширением .mdb. В нем хранятся все сведения о некоторой базе данных.

Access можно использовать для создания баз данных (таблицы и связи между ними) и интерфейсных элементов для работы с ними (диалоговые окна, формы, отчеты запросы). Форматы, разработанные в Access, можно применять для создания клиентских интерфейсов (форм диалогового пользовательского доступа к источнику данных) при разработке программного кода прикладной задачи.

## 2. Проектирование баз данных в СУБД Access 2003

Общая концепция проектирования баз данных реализуется в соответствии с последовательностью представления информации (инфологическое моделирование, датологическое моделирование (логическое и физическое)), которая была предложена в 1962 г. Коддом Е.Ф., сотрудником компании IBM, при решении им задачи обеспечения независимости представления и описания данных от прикладных задач.

В основе этой концепции проектирования баз данных лежат понятия **отношений (relation)**, представляющих некоторую сущность или объекты реального мира, отображаемых в виде таблиц с определенным набором данных, соответствующих данной сущности или объекту реального мира. **Атрибут** – поименованная характеристика сущности, принимающая некоторое значение.

Пример: автомобиль – **сущность** (отношение реального мира), **атрибуты** сущности автомобиль – марка, год выпуска.

Студент – **сущность** (отношение реального мира), **атрибуты** сущности студент – фамилия, средний балл.

Реляционная база данных (от англ. *relation* – связь) – модель данных, представляющая информацию (набор данных) в виде набора таблиц (рис. 1.2), связанных особым образом (рис. 1.3).

Автомобиль	
марка	ГодВыпуска
2102	1983
Ford Mandeo	2006
VW B2	2003
Ford Fusion	2006
Audi A6	1999
Alfa Romeo	2006
Nissan Primera	2003

Студент	
Фамилия	Средний балл
Иванов	4,3
Петров	5,3
Сидоров	9,1

Рис. 1.2. Сущности реального мира



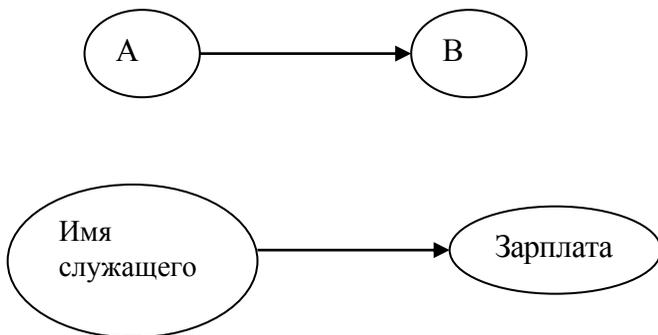


Рис. 1.4. Связь «один к одному»

Другой пример связи – связь «один ко многим» (1:M). Одному значению элемента А соответствует 0, 1, ...,  $n$  значений ассоциированного с А элемента В. Здесь элемент А не идентифицирует элемент В.

Связь такого типа называют *сложной связью* (рис. 1.5).

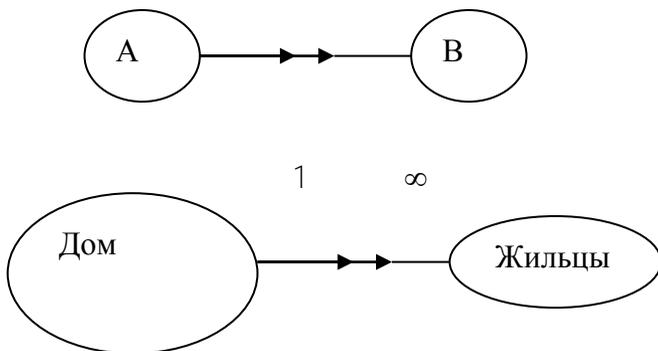


Рис. 1.5. Связь «один ко многим»

Возможны другие разновидности сложных связей. Если обозначить связь, рассмотренную выше, 1:M, то примеры сложных связей – M:1 и M:N.

Например, несколько студентов представляют собой студенческую учебную группу (рис. 1.6).

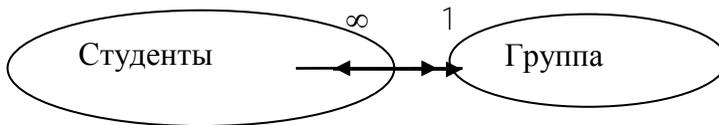


Рис. 1.6. Связь «многие к одному»

Связь M:N («многие ко многим») состоит в том, что в каждый момент времени множеству элементов А соответствует множество элементов В. К сожалению, этот тип связи в реляционных БД (эта модель БД рассматривается ниже) непосредственно не поддерживается.

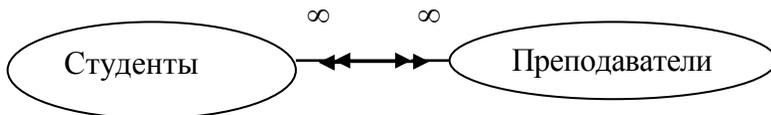


Рис. 1.7. Связь «многие ко многим»

Помимо вышеперечисленных типов связи могут существовать множественные связи между одними и теми же элементами, тренарные связи, которые, впрочем, могут быть выражены через уже рассмотренные связи (рис. 1.8).

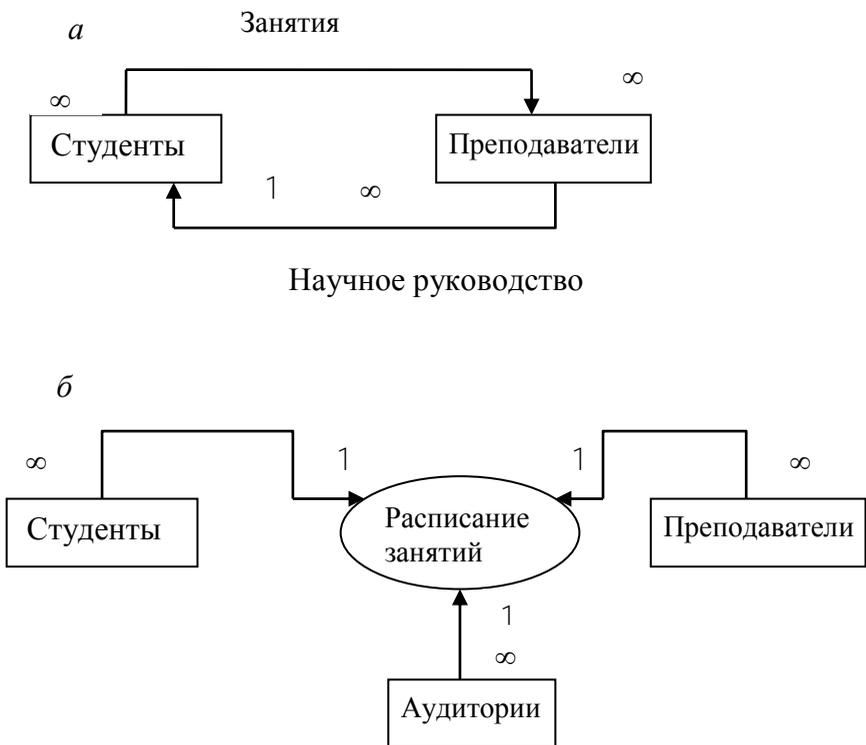


Рис. 1.8. Моделирование сложных взаимосвязей в реляционных базах данных:  
*a* – научное руководство; *б* – расписание занятий

## Выполнение работы

### 1. Создание базы данных

Запустите пакет *Access* (*Пуск* → *Microsoft Office* → *Microsoft Access 2003*).

Меню *Файл* → *Создать*. В правой части экрана выберите **Создание новой базы данных** (рис. 1.9) и укажите в открывшемся диалоговом окне название и путь ее хранения.



Рис. 1.9. Указание имени открытой базы данных

Выберите пункт **Создание таблицы в режиме конструктора**.

В появившемся окне можно создать таблицу (Line) открытой базы данных. В столбце **Имя поля** (атрибута) укажите **Код линии**, **XO** (абсциссу начальной точки), **YO** (ординату начальной точки), **Xк** (абсциссу конечной точки), **Yк** (ординату конечной точки). Тип данных – формат (число, текст, денежная единица, дата) хранения информации в базе данных.

В нижней части окна (рис. 1.10) появляются настройки дополнительного описания свойств атрибутов.

**Обратите внимание** на возможность установки ключа слева от имени поля (рис. 1.10). Он означает, что **данное** поле для **данной** таблицы является **первичным ключом**.

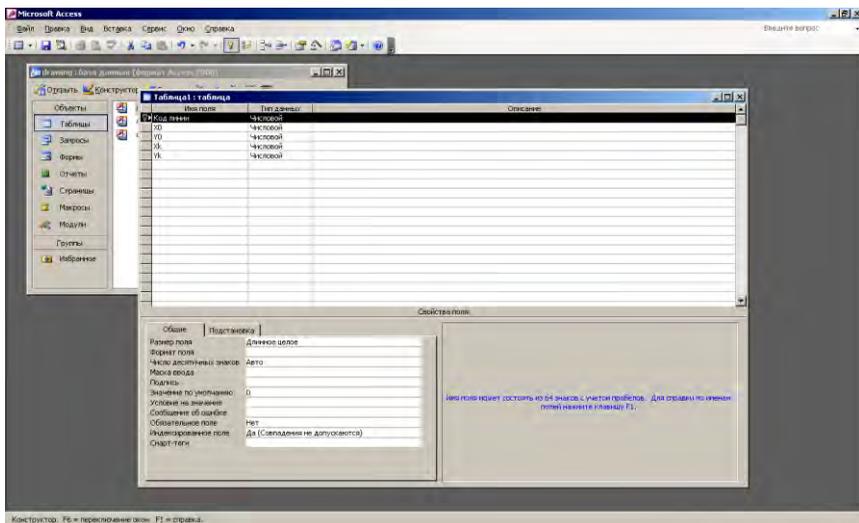


Рис. 1.10. Создание таблиц базы данных Drawing (чертеж)

Ключ или *потенциальный ключ* – это минимальный набор атрибутов, по значениям которых можно однозначно найти требуемый кортеж.

Ключ записи, идентифицирующий ее единственным образом, называют *первичным*.

Активируйте окно **Таблица1: таблица** и при помощи кнопки **Ключевое поле** верхней панели инструментов укажите ключевое поле **Код линии**. Закройте окно **Таблица1: таблица** и на запрос **Сохранения изменения макета** ответьте **Да**. В появившемся окне введите имя таблицы Line.

Создайте (рис. 1.11) аналогичным образом таблицы Line Connection (Сопряжение линий) с полями **Код линии**, **Код поверхности**, **Код сопряжения**, **Параметр трудоемкости**, а также Connection Characteristic с полями **Код сопряжения** (сделать ключевым!), **Радиус сопряжения**, **Угол сопряжения**.

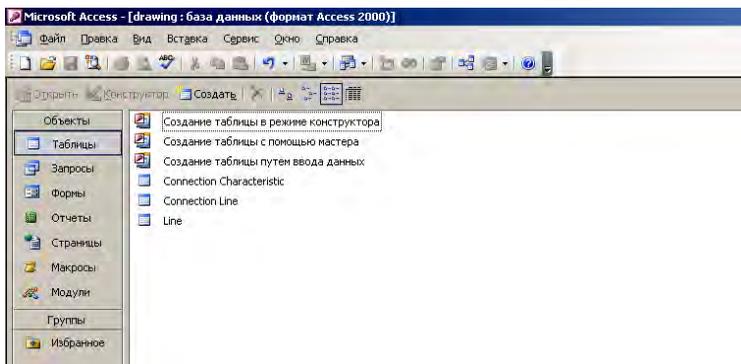


Рис. 1.11. Создание таблиц Line Connection и Connection Characteristic

На верхней панели инструментов нажмите на кнопку **Схема данных** (представление набора всех сущностей, входящих в данную модель и связи между ними). В появившемся окне последовательно добавьте все имеющиеся таблицы Line, Line Connection, Connection Characteristic (рис. 1.12).

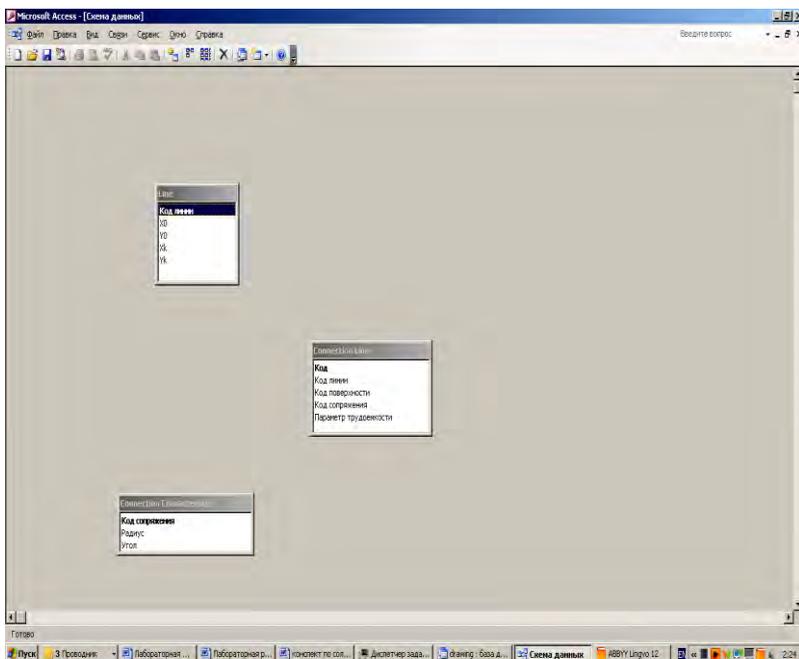


Рис. 1.12. Схема данных базы данных Drawing

Добавьте **связи** к существующим таблицам с обеспечением целостности данных «переносом» ключевых атрибутов на неключевые с обеспечением целостности данных (рис. 1.13).

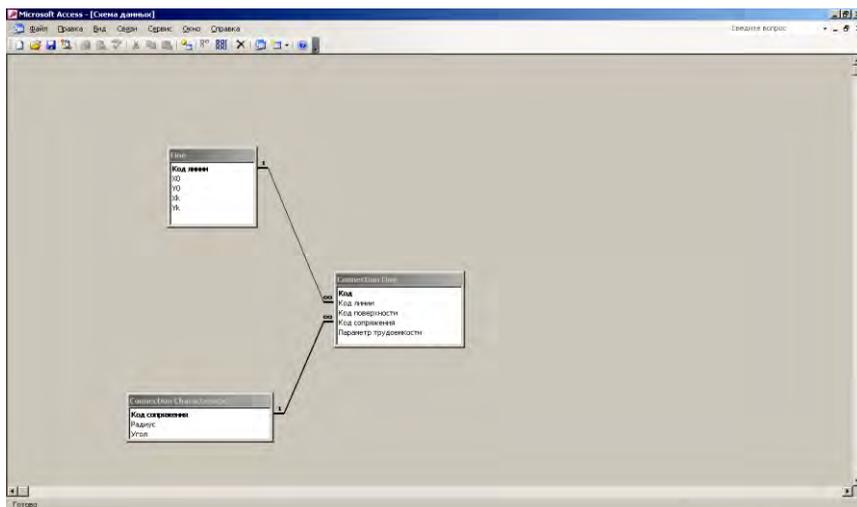


Рис. 1.13. Схема данных базы данных Drawing со связями

## 2. Занесение информации в базу данных из чертежа

2.1. Занесите линии чертежа детали. В таблицу Line в поле **Код линии** занесите координаты линии **XO** (абсцисса начальной точки), **YO** (ордината начальной точки), **Xk** (абсцисса конечной точки), **Yk** (ордината конечной точки).

Для автоматического индексирования линий чертежа, заносимых в базу данных, смените тип данных **Код линии** в таблице Line с **числовой** на **счетчик**, при этом предварительно удалив связь между таблицами. После этого повторите процедуру создания связи между таблицами. СУБД Access будет в таком случае при переходе на следующую строку при введении координат линии **автоматически** их индексировать. Пометьте полученным индексом соответствующую линию чертежа.

2.2. Занесите сопряжения чертежа детали аналогичным образом с их автоматической нумерацией. При нулевом радиусе сопряжения поле оставьте незаполненным и укажите при этом угол сопряжения, и наоборот, при ненулевом радиусе сопряжения двух линий оставить незаполненным поле **Угол сопряжения**.

2.3. Самостоятельно разработайте таблицу **Поверхность** и свяжите ее с имеющимися таблицами.

### 3. Связывание БД Drawing с приложениями

#### 3.1. Открытие базы данных в MS Word

Создайте пустой документ MS Word. Откройте панель базы данных (рис. 1.14).

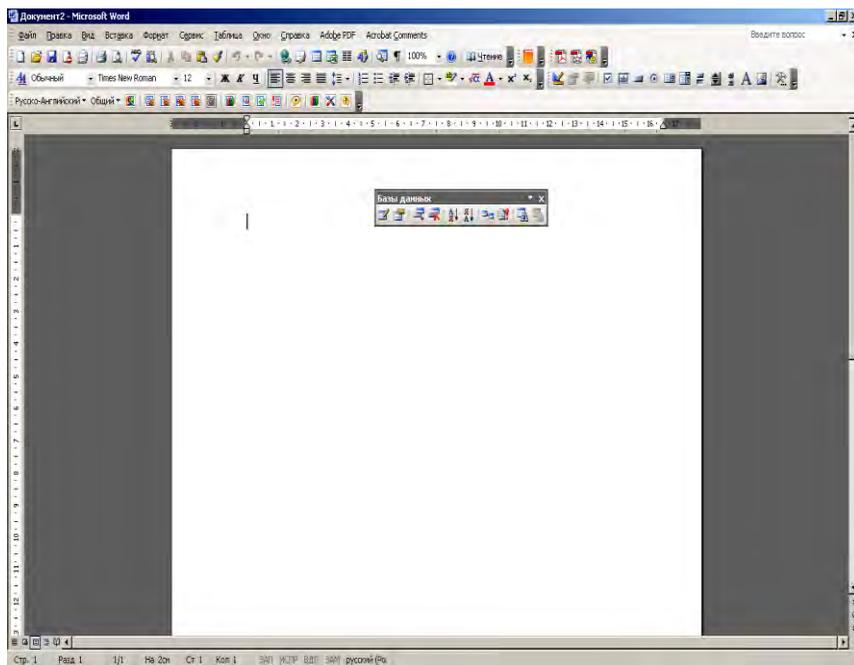


Рис. 1.14. Связывание базы данных Drawing в MS Office Word

На панели инструментов нажмите на кнопку **Добавить базу данных**.

Найдите сохраненную базу данных, нажав на кнопку **Получить данные**.

Выберите формат вывода таблицы, нажав на кнопку **Автоформат таблицы**.

Вставьте все данные, нажав на кнопку **Вставить данные**.

Код	Код линии	Код поверхности	Код сопряжения	Параметр трудоемкости
1	1	1	1	0
2	1	1	2	0
3	2	1	1	0
4	2	1	2	0

### *3.2. Открытие базы данных в MS Excel*

Создайте пустую книгу MS Excel. В меню **Данные** выберите **Импорт внешних данных**. Справа выберите **Импортировать внешние данные**.

Аналогично действиям при открытии базы данных Drawing в MS Word выбрать тот же источник данных – БД Drawing. После связывания БД с открытым документом, данные созданной БД Drawing загружаются в оперативную память компьютера, что приводит к невозможности их изменения в данный момент, пока открыт связанный с базой данных документ MS Excel. Это позволяет обновлять данные Drawing, отображаемые в открытом документе MS Excel, в любой момент времени при их изменении при коллективной работе (рис. 1.15).

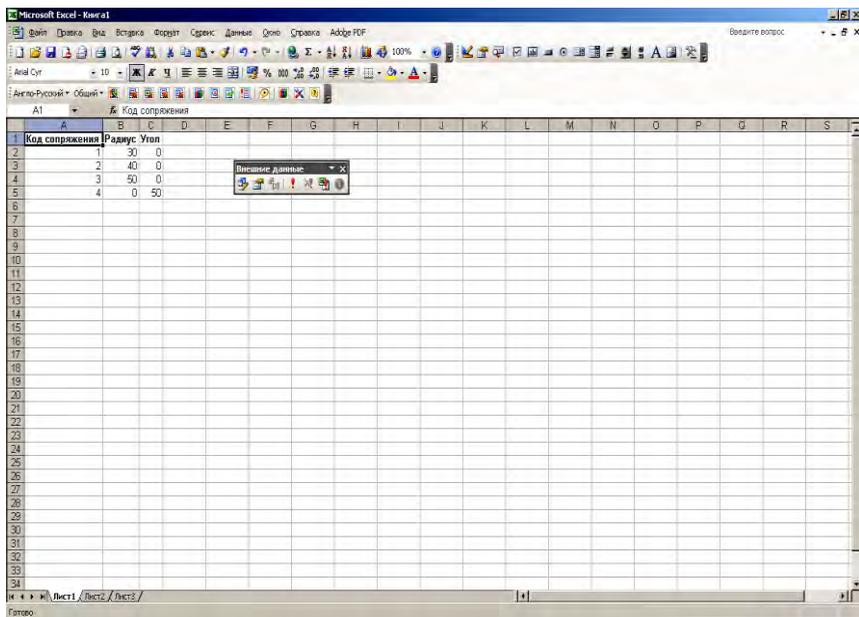


Рис. 1.15. Отображение данных БД Drawing в MS Excel

### Контрольные вопросы

1. Какие формы данных получили распространение в автоматизированных системах управления?
2. Перечислить свойства модели данных.
3. Дать определение базы данных.
4. Дать определение СУБД.
5. Дать определение транзакции.

## Лабораторная работа № 2

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ С ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

**Цель работы:** освоить основные приемы автоматизированной работы с текстовой информацией в текстовом редакторе MS Word 2003.

#### Основные положения

Средства автоматизации, такие как оглавления, динамические поля, выполняют функции средств служебного аппарата и предназначены для упрощения работы с документом. Характерная особенность этих компонентов – обеспечение автоматизированной взаимосвязи между структурной информацией документа и его непосредственным содержанием.

К средствам автоматизации текстовой информации в пакетах MS Word относят **оглавления**, всевозможные указатели (предметный, библиографический (только в Word 2007)), а также информационные поля, документы слияния и средства коллективной работы с документами.

#### 1. Работа с оглавлением

Оглавление документа выполняет две основные функции. Во-первых, оно позволяет получать общее представление о содержании и структуре документа, а во-вторых, оно упрощает и ускоряет поиск составных частей – глав, параграфов и т. д. – и при этом связывает названия разделов с номерами соответствующих страниц. Создание оглавления хорошо автоматизируется в отличие от создания различного рода указателей и не требует операции предварительной разметки.

## 2. Информационные поля

У динамического объекта есть источник данных, который может постоянно изменяться со временем, вследствие чего требуется изменять сам объект. Взаимодействие с ним происходит через «невидимые» связи (ссылки). Один конец связи указывает на поле текстового документа, где находится динамически изменяющаяся информация, другой конец связи соединен с источником данных, отслеживает происходящие в нем изменения и передает их в открытый текстовый документ.

Информационное поле в документе выполняет двойную роль. С одной стороны, это часть документа, в которой представляется какой-либо текст для пользователя. С другой стороны, хранится в таком поле не сам текст, а программный код, который обеспечивает работу информационной связи, посредством которой происходит обновление текста при его изменении в источнике данных. Таким образом, информационное поле – это данные, которые можно читать, копировать и, конечно, видеть. Берутся они либо из других мест текущего документа, либо из других приложений MS Office, либо поступают от операционной системы Windows. В то же время, информационное поле – это программный код, который участвует в операциях поставки и обновления текстовых данных. Его тоже можно видеть, читать и копировать, но при определенных условиях.

Как правило, информационные поля создаются в два этапа. Сначала создается прототип информационного поля – пустое поле. Затем прототип преобразуется в поле заданного типа, что выполняется настройкой свойств поля (рис. 2.1).

Разрыв информационных связей необходим, когда документ полностью завершен и планируется его передача в электронном виде. Для разрыва информационных связей выделяется поле и нажимается комбинация клавиш <Ctrl>+<Shift>+<F9>. Если надо заменить коды полей конкретным значением во всем документе, предварительно выделите весь документ <Ctrl>+<A>.

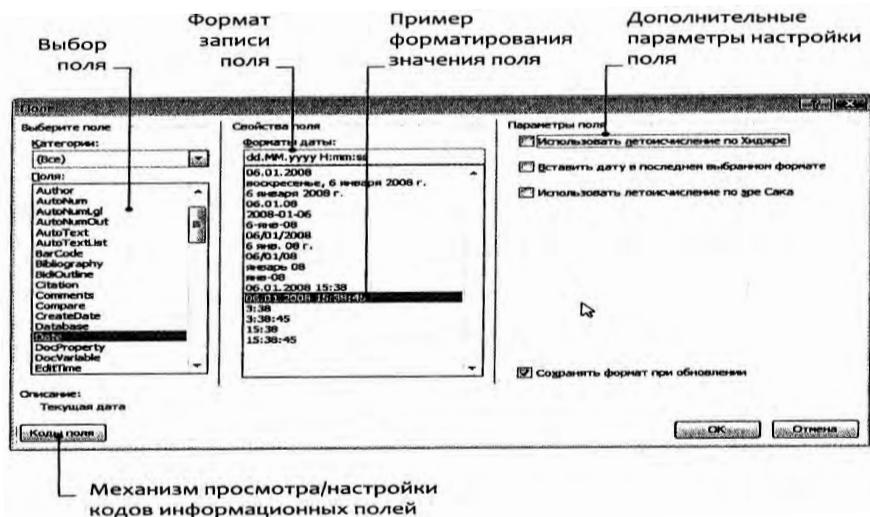


Рис. 2.1. Средство настройки информационных полей

Поля, создающиеся в отличие от полей даты и времени в два этапа, требуют выполнения специальной настройки поля. К данным полям относят:

- электронные бланки Fill-in;
- поле запроса Ask;
- поле условного выполнения if.

Информационные поля используют для создания электронных бланков. Для этих целей служит поле Fill-in. Оно предназначено для ввода данных, полученных от пользователя.

Электронный бланк можно заполнять непосредственно на экране, а потом вывести на печать. Так готовятся стандартные письма, служебные записки, заявления или акты. Электронный бланк отличается от обычного документа тем, что содержит поля, которые в него вставил разработчик. Пользователю остается заполнить эти поля данными перед публикацией документа.

Поле запроса Ask используется, когда пользователь вводит в конкретное место договора, соглашения, акта, служебной

записки или технического задания несколько раз одну и ту же информацию. Причем данная информация может быть первоначально разработчику бланка неизвестна.

Поле условного выбора if предназначено для того, чтобы система определяла по некоторым значениям в полях либо в текстовых данных документа ту информацию, которой необходимо заполнить без участия пользователя текстовое содержание поля if. Информационное поле if имеет формат

{If Выражение1 Оператор Выражение2 Текст1 Текст2}

С помощью Оператора сравниваются Выражение1 и Выражение2, результат сравнения является логическим выражением и имеет значение **Ложь** или **Истина**. Если значение истинно, печатается Текст1, иначе печатается Текст2. Можно сравнивать **только** однотипные выражения, например, только даты (в одинаковом формате), число с числом, текстовую строку с текстовой строкой (например, на предмет их полного совпадения).

Операторы, используемые при этом:

= равно, <> не равно, > больше, < меньше, >= больше или равно, <= меньше или равно.

## Выполнение работы

### 1. Создание шаблона оглавления

Установите курсор в то место документа, куда надо вставить оглавление.

Войдите в основное меню MS Word 2003, выберите пункт Вставка → Ссылка → Оглавление и указатели. Откроется диалоговое окно (рис. 2.2).

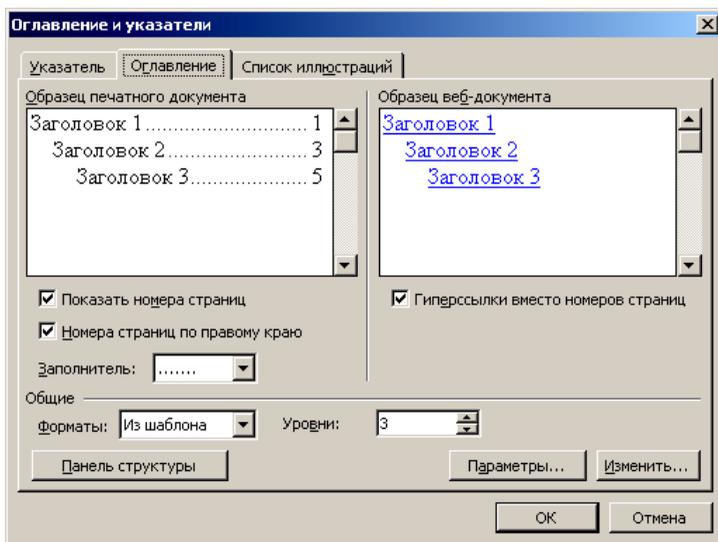


Рис. 2.2. Создание оглавления

Установите счетчиком уровней необходимое количество уровней структуры вашего оглавления.

Оставив остальное без изменений, нажмите кнопку **ОК**.

При подобном формировании оглавления текстовый процессор Word выдаст ошибку, которая свидетельствует об отсутствии элементов оглавления в вашем тексте, если Вы их предварительно не задавали. Другими словами, созданное Вами оглавление оказалось пустым. Необходимо его заполнить элементами, исходя из основной логической структуры и контекста Вашего документа. Для этого:

- выделите любой текст в документе в отдельную строку, которая будет заголовком;
- на панели инструментов **Стили** выберите «Заголовок 1». Затем на панели инструментов **Структура** нажмите кнопку **Обновить оглавление**. Второй вариант – выделив текст для заголовка на панели инструментов **Структура**, выберите в списке «Уровень1». Нажмите кнопку **Обновить оглавление**.

Изменения в структуре оглавления осуществляются в указанном диалоговом окне **Оглавления и указатели** вызовом окна **Параметры оглавления** (рис. 2.3).

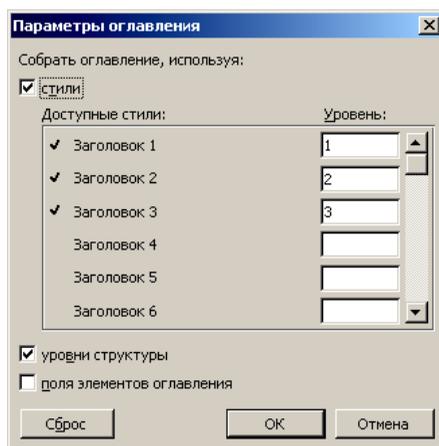


Рис. 2.3. Параметры оглавления

## 2. Приемы работы с информационными полями

Для создания информационных полей, во-первых, можно использовать клавиатурные сокращения (табл. 2.1) .

Таблица 2.1

Основные «горячие» клавиши  
для работы с информационными полями

Команда	Действие
F9	Обновить выделенное поле (поля)
CTRL + F9	Вставка пустого поля
SHIFT + F9	Переключение между отображением кода и значения поля
ALT + F9	Переключение между отображением кода и значения для всех полей в текущем документе
F11	Переход к следующему полю
CTRL + F11	Блокировать обновление поля
CTRL + SHIFT + F11	Снятие блокировки поля
CTRL + SHIFT + F9	Преобразовать поле в обычный текст

Нажатием одной комбинации клавиш удастся создать только наиболее распространенные типы информационных полей, такие как поля времени и поля даты. Прочие типы полей создаются в два этапа.

### *2.1. Вставка информационных полей времени и даты*

Установите курсор ввода на новой строке.

Нажмите комбинацию клавиш <Alt>+<Shift>+<T> – в документе появится поле, содержащее отметку времени. Например: 3:40:35

Нажмите комбинацию клавиш <Alt>+<Shift>+<D> – в документе появится поле, содержащее отметку текущей календарной даты. Например: 11.07.2013.

Проверьте «программные» коды полей даты и времени. Подведите курсор к месту вставки информационного поля, вызовите контекстное меню правой клавишей мышки. В контекстном меню выберите **Коды значений полей**.

Например: 15:40:35, 11.07.2013.

Проверьте возможность обновления полей. Выделите поле щелчком.

Щелкните на поле правой кнопкой мыши – откроется контекстное меню.

Выберите в контекстном меню **Обновить поле**.

«Обновите» информационные связи, заменив коды полей конкретным содержанием.

### *2.2. Выбор информационного поля*

Как правило, информационные поля создаются в два этапа. Сначала создается прототип информационного поля – пустое поле. Затем прототип преобразуется в поле заданного типа, что выполняется настройкой свойств поля (см. рис. 2.3).

Установите курсор в позицию, где собираетесь вставить информационное поле.

Нажмите <Ctrl>+<F9>.

Установите курсор между фигурными скобками и правой кнопкой мыши вызовите контекстное меню, в котором выберите пункт **Изменить поле**.

Выберите нужный тип поля в списке на панели **Выберите поле**.

Выберите нужный формат представления в центральной части **Дополнительные свойства поля**.

Дополнительные параметры представления и обновления данных поля предусмотрено вводить в окне, отрывающемся кнопкой **Параметры**.

Ввести окончательно информационное поле можно нажатием кнопки **ОК**.

### *2.3. Электронные бланки*

1. Электронные бланки (рис. 2.4) разрабатываются на основе обычных печатно-бумажных прототипов. Печатный бланк 1 содержит элементы двух категорий: постоянные 2 и стационарные 3. Стационарные элементы печатаются на бланке, переменные представлены пустыми графами, которые заполняются вручную.

2. В основе электронного бланка лежит шаблон 4, который тоже содержит постоянные и переменные элементы. Постоянные элементы шаблона 4 изменению не подлежат. Какими их создал разработчик, такими они и должны оставаться.

3. Переменные элементы шаблона 4, подлежащие заполнению, заменяют информационными полями Fill-in. Данные поля играют в электронном бланке ту же роль, что и незаполненные графы в бумажном бланке.

Для того чтобы визуально отличать заполненные поля от незаполненных, свойства полей настраивают так, чтобы в них отображался какой-либо текст, например, звездочки.

4. Выделите переменный элемент документа. Замените его прототипом поля Fill-in.

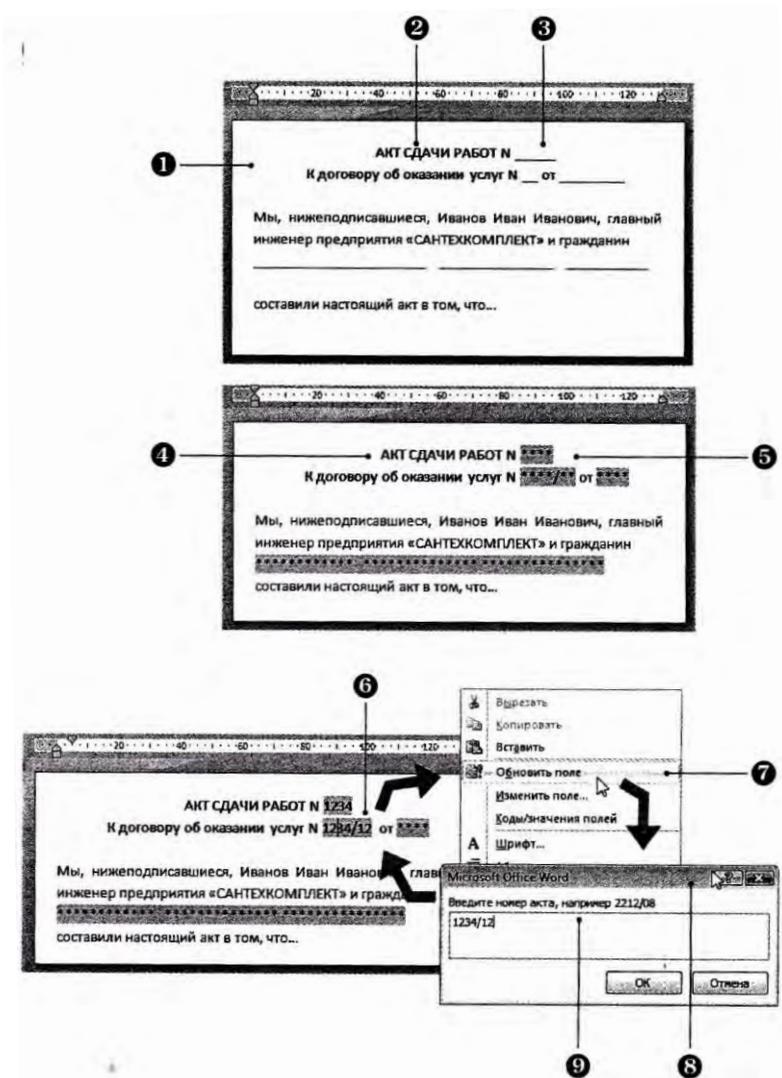


Рис. 2.4. Пример бланка с полями заполнения

5. Щелкните правой клавишей мыши на прототипе поля и выберите в открывшемся контекстном окне пункт **Изменить поле** – откроется диалоговое окно **Поле**. В списке информационных полей выберите поле Fill-in.

6. Рекомендуется указать вопрос, который система будет задавать пользователю при заполнении им данного информационного поля, и указать его в поле **Приглашение**.

7. Рекомендуется задавать параметр поля, который называется **Ответ по умолчанию**, установкой в нем флажка и введением текста, который будет воспроизводиться, пока поле не заполнено. Например, набор звездочек.

8. Закройте окно **Поле**.

При заполнении бланка пользователь доходит до поля Fill-in и щелкает правой кнопкой мыши. Для заполнения поля он выбирает в контекстном меню команду **Обновить поле** и вводит необходимый текст в поле **Приглашение**, в котором был введен первоначальный текст.

#### *2.4. Поле запроса*

Поле запроса Ask открывает диалоговое окно с запросом, обращенным к пользователю. Отличие от Fill-in заключается в том, что полученный ответ пользователя на запрос в специальном диалоговом окне (рис. 2.4) воспроизводится не в самом поле Ask, а в тех местах, где разработчик расставил заранее специальные закладки.

1. Установите курсор в том месте, где должна находиться закладка.

2. Нажмите комбинацию клавиш <Ctrl>+<F9>, в месте вставки появится пара фигурных скобок. Курсор располагается между ними.

3. Введите между скобками имя закладки. Оно должно состоять из одного слова. При необходимости можно объединять слова в одно слово, но его длина не может превышать 40 символов.

4. Установите курсор в то место, куда следует поместить поле Ask. Обычно это место выбирают в начале документа.

5. Установите прототип поля <Ctrl>+<F9>.

6. Щелкните на поле правой кнопкой мыши и выберите в открывшемся контекстном меню команду **Изменить поле** – откроется окно **Поле**.

7. В поле **Приглашение** введите текст запроса, обращенного к пользователю, заполняющему бланк, например: **Введите дату**.

8. В поле ввода **Имя закладки** введите имя закладки, с которой связано создаваемое информационное поле Ask, например: **Дата**.

9. В группе **Параметры** введите текст, заданный по умолчанию. Этот текст будет отображаться в информационном поле, например, в виде звездочек (\*\*\*\*), когда пользователь по каким-то причинам не ввел в поле текст.

10. Количество полей Ask должно соответствовать количеству установленных закладок.

11. Откройте содержимое полей Ask нажатием клавиш <Alt>+<F9>. Проверьте содержимое полей Ask и соответствующих им полей закладок. Убедитесь, что **каждой закладке соответствует** связанное с ней поле Ask, и наоборот, каждому полю Ask соответствует по крайней мере одна связанная с ним закладка. **Связь осуществляется через имя закладки**. Убедитесь, что оно записано одинаково в поле Ask и в месте вставки закладки.

12. Выделите весь документ <Ctrl>+<A> и дайте команду обновить информационные поля <F9>.

13. В ответ на поступающие запросы введите конкретные сведения.

14. Для переключения между режимами просмотра кодов или значений информационных полей используйте комбинацию клавиш <Alt>+<F9>.

### Задание

Разработайте проект договора (см. файл в папке индивидуального задания).

1. Расставьте закладки в местах, отмеченных цифрами со скобками 1), 2), 3), 4), 5).

2. В поля **Приглашение** введите текст, который пользователь будет видеть при запросе данных системой. Например: *Введите наименование объединения, организации, предприятия.*

3. Для переключения между режимами просмотра кода и значений информационных полей используйте комбинацию клавиш <Alt>+<F9>.

Для обновления информационных связей используйте обновление информационных полей командой <F9>.

### 2.5. Поле условного выполнения

1. Обратитесь снова к проекту договора (см. файл в папке индивидуального задания).

2. Разработайте проект текстового документа таким образом, чтобы в самом начале договора пользователь вводил по запросу дату (закладка 1). Далее, в зависимости от того, что он ввел в п. 2.1, где указываются сроки сдачи работ по договору, необходимо, чтобы система автоматически определяла дату сдачи работ следующим образом:

- если пользователь вводит текущую дату, система ее же в этом месте (вторая закладка 1) предоставляет;
- иначе указать дату дня вашего первого занятия.

Имейте в виду, что в формате поля `if` вместо выражений и текста можно использовать коды полей (например, **Название**, **Дата**, **Должность**, а также целые коды других информационных полей, например, даты или времени).

### Контрольные вопросы

1. Перечислить средства автоматизации текстовой информации.
2. Перечислить этапы создания информационного поля.
3. Назвать отличия электронного бланка от обычного документа.
4. Назвать свойства динамических объектов.
5. Назвать свойства поля условного выбора.

## Лабораторная работа № 3

### ПРИЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕГО ДОСТУПА К ВНЕШНИМ ИСТОЧНИКАМ ДАННЫХ ИЗ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА

**Цель работы:** освоить приемы получения доступа и настройки связей из системы AutoCAD к внешним источникам данных с помощью драйверов Microsoft OLE DB

#### Основные положения

Система AutoCad имеет свои средства, позволяющие работать с базами данных и электронными таблицами или создавать связи между примитивами (простейшими объектами чертежа) рисунка и записями базы данных. Версия 2006 и выше может взаимодействовать с базами данных следующих типов: Microsoft Access, dBase, Oracle, Paradox, Microsoft Visual Fox Pro, Microsoft SQL Server.

Для получения доступа к внешней базе данных из системы AutoCAD необходимо настроить связь с БД с помощью драйверов Microsoft OLE DB. Технология OLE DB наряду с ActiveX Data Object компании Microsoft отразила ее основную стратегию по отношению к доступу к источникам данных. Данные технологии поддерживают ключевые возможности для построения сетевых и web-приложений, что дает возможность организовать совместный доступ к совместным источникам данных в целях автоматизации конструкторских разработок. Кроме этого данная технология обеспечивает функции Remote Data Service, посредством которых можно перемещать данные с сервера в клиентское приложение (пользователю) или на web-страницу, манипулировать данными и возвращать обновленные данные серверу. Данная технология пришла на смену прикладному пользовательскому интерфейсу Open Database Connectivity (ODBC) и ввела специальные провайдеры данных

(драйверы), которые возвращают основанные на объектной модели наборы строк из источников данных.

Одними из основных, используемых провайдеров OLE DB являются:

1. Microsoft Jet OLE DB Provider – собственный провайдер OLE DB для баз данных.

2. Microsoft OLE Provider for ODBC Drivers – провайдер, заменяющий диспетчер драйверов ODBC и позволяющий устанавливать соединение с БД, не имеющими собственного провайдера OLE DB.

Последовательность доступа к внешним данным можно проследить на примере рис. 3.1.

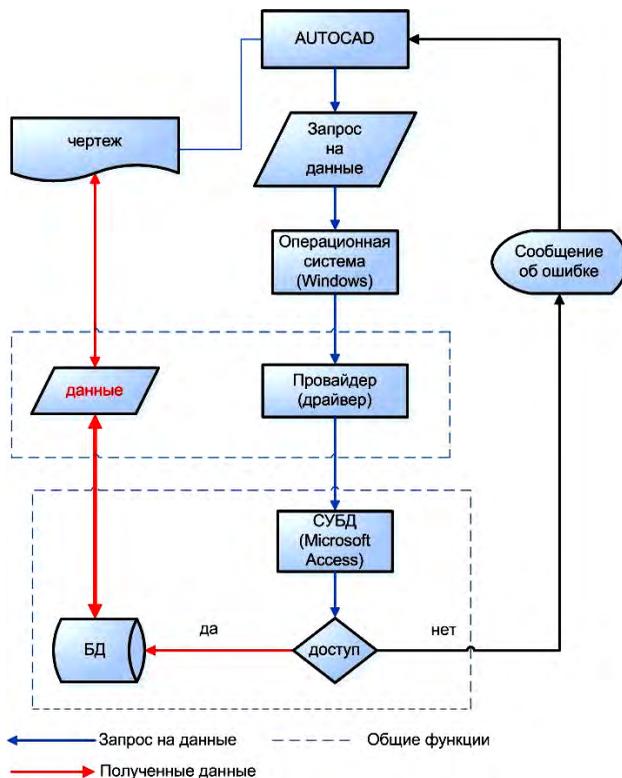


Рис. 3.1. Последовательность настройки связи с БД

Таким образом, работа графического редактора с внешними источниками данных подразумевает два этапа. На первом этапе осуществляется настройка связи с внешней БД (получение доступа к данным через СУБД), на втором этапе – обмен данными графического редактора с БД через провайдер. Провайдер в данном случае (рис. 3.1) выполняет функцию настройщика соединения (синие линии) между электронным чертежом и внешним источником данных (внешней БД), посредством которого происходит последующий обмен данными (красные линии) чертежа, представленного в AutoCAD с БД, созданной в Microsoft Access.

## Выполнение работы

### 1. Настройка связи с внешним источником данных

В главном меню AutoCAD в пункте Tools выберите пункт dbConnect. Последнее действие добавляет в главное меню пункт dbConnect.

В пункте меню dbConnect выберите пункт Configure (настроить связь с БД) (рис. 3.2).

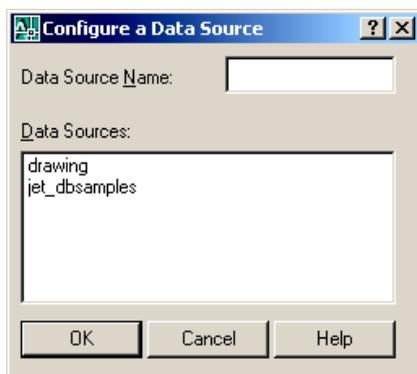


Рис. 3.2. Настройка связи с внешней БД

В данном случае система предлагает пользователю указать имя вновь создаваемого подключения (dsn), если ранее пользователь никогда не устанавливал связь системы AutoCAD с внешней БД.

При указании имени вновь создаваемого соединения система открывает диалоговое окно (рис. 3.3), в котором предлагает пользователю выбрать тип провайдера.

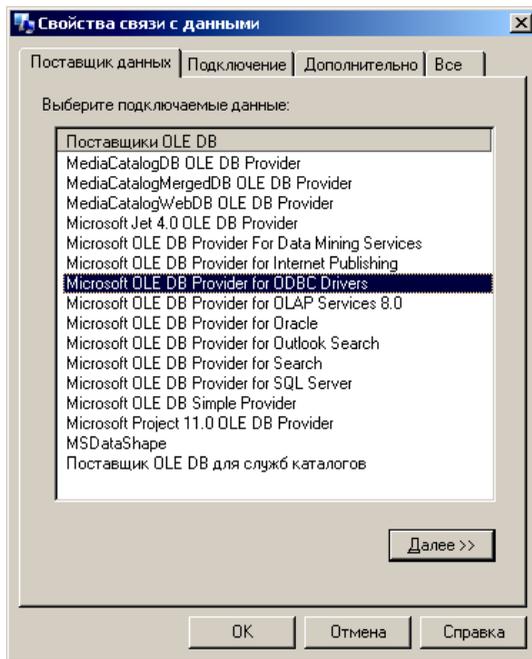


Рис. 3.3. Выбор провайдера внешнего источника данных

## 2. Настройка соединения драйвером ODBC

Выберите в списке **Поставщики** OLE DB Microsoft OLE DB Provider for ODBC Driver. Система предложит выбрать **Имя источника данных** (рис. 3.4) или строку подключения (оставить пустым).

Включите пункт **Использовать строку подключения** и нажмите на кнопку **Сборка**.

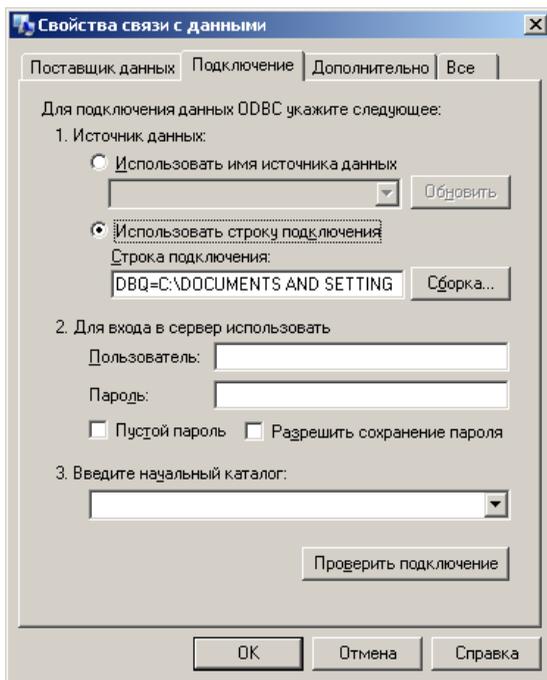


Рис. 3.4. Создание типа подключения к источнику данных

Система предложит указать имя.

Оставив остальное без изменений, нажмите кнопку **ОК**.

### Контрольные вопросы

1. Какими средствами осуществляется доступ и настройки связей системы AutoCAD с внешними источниками данных?
2. Перечислить провайдеров OLE DB.
3. Привести алгоритм настройки связи с БД.

## Лабораторная работа № 4

### ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОСТЫХ ДЕТАЛЕЙ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ SOLIDWORKS 2009

**Цель работы:** освоить основные приемы трехмерного (3D) проектирования твердотельных простых деталей на примере системы автоматизированного проектирования SolidWorks 2009.

#### Основные положения

Программа SolidWorks 2009 представляет интегрированную среду трехмерного автоматизированного проектирования как простых, так и сложных деталей и конструкций с помощью графического интерфейса Microsoft Windows. Она предоставляет полный цикл моделирования: проектирование трехмерных деталей, сборок из отдельных деталей, сборочных чертежей и детализовок, а также представление моделей в реалистичном (визуализация) и динамичном (анимация) виде.

Процесс моделирования в SolidWorks начинается с создания эскиза, то есть двухмерного профиля или поперечного сечения. Затем эскиз при помощи определенного конструктивного элемента (бобышки, выреза, отверстия, скругления, фаски, оболочки и так далее) приобретает трехмерный вид. Эскизы могут быть вытянуты, повернуты, рассечены сложным образом или смещены по контуру. Набор эскизов и конструктивных элементов образует деталь. Затем детали компонуются в сборку с помощью их взаимного расположения и сопряжения. После проверки работоспособности сборки на ее основе создается сборочный чертеж и чертежи входящих в сборку отдельных деталей.

Таким образом, в процессе моделирования создается не деталь, например, модель по трем проекциям (САПР AutoCAD),

а алгоритм (последовательность операций) ее создания. Задаются размеры и геометрические взаимосвязи между элементами. Размеры, взаимосвязи и уравнения определяют форму конкретной детали. При изменении размеров изменяются форма и размеры детали, но сохраняется общий замысел проекта.

## 1. Основные преимущества САПР Solid

Преимуществами САПР Solid являются:

- технология SWIFT (SolidWorks Intelligent Feature Technology) представляет собой автоматизированную систему анализа ошибок и проблем, которые могут возникнуть после фиксации на данном этапе своего решения проектировщиком при дальнейшем проектировании детали и сборки. «Умная» технология SWIFT предлагает конструктору исправить все выявленные на текущем этапе проектирования ошибки и проблемы;
- адаптированный (head-up) пользовательский интерфейс объединяет одинаковые функции управления проектом в общие группы утилиты Command Manager, что упрощает проектировщику доступ к функциям работы с проектом и существенно сокращает время разработки сложных объектов;
- широкие возможности коллективной работы с документами и интерактивная поддержка пользователей;
- интеграция SolidWorks с другими САПР.

## 2. Главное окно SolidWorks

**Главное окно** (рис. 4.1) системы автоматизированного проектирования SolidWorks включает в себя следующие элементы: главное меню, панели инструментов, рабочая область, интерактивная помощь, строка состояния.

Главное меню SolidWorks 2009 находится под строкой заголовка. Оно содержит пункты, доступные в настоящий момент. В зависимости от типа активного документа (деталь, сборка или чертеж) набор пунктов главного меню изменяется. Если не открыт ни один из документов, главное меню содер-

жит четыре пункта: File (Файл), View (Вид), Tools (Инструменты) и Help (Справка). При наличии активного документа в главном меню добавляются такие пункты: Edit (Правка), Insert (Вставка) и Window (Окно). Если активное окно документа распахнуто на весь экран, левее пункта меню File появляется значок, соответствующий типу активного документа:  детали,  сборки или  чертежа. Если размер окна активного документа меньше рабочей области, значок расположен в заголовке соответствующего окна.

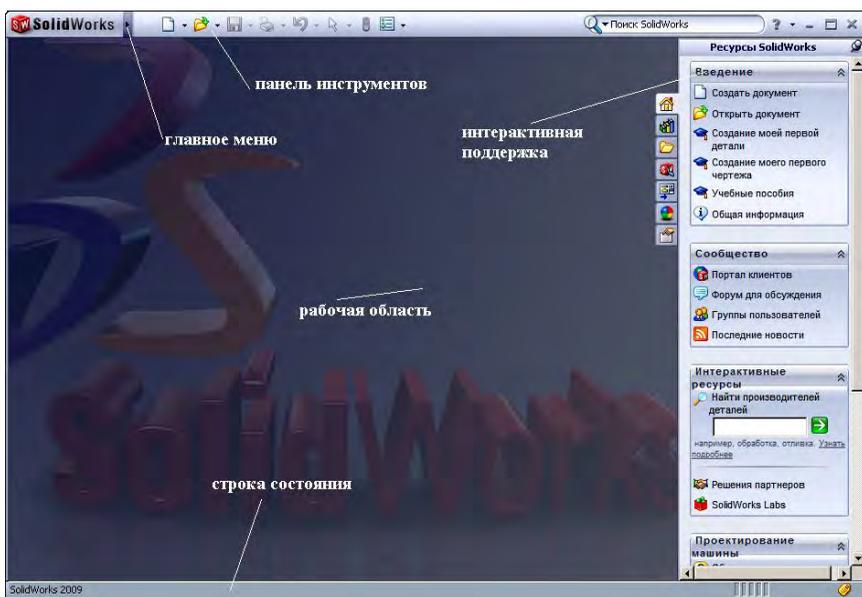


Рис. 4.1. Главное окно SolidWorks

**Рабочая область** занимает все свободное пространство между панелью инструментов и строкой состояний. При отсутствии активных документов она пустая. Обычно рабочая область разделена на две части: диспетчерскую (слева) и графическую (справа). В дальнейшем эти области будут рассмотрены подробнее.

**Строка состояний** расположена в нижней части главного окна программы SolidWorks 2009. Содержание строки состояний зависит от типа активного документа и отображает такую информацию:

- имя активного документа или краткое описание того пункта меню или конструктивного элемента, на котором в данный момент находится курсор мыши;
- текущие координаты расположения курсора;
- состояние эскиза: Over Defined (Переопределен), Under Defined (Определен не полностью) или Fully Defined (Полностью определен);
- текст «Editing Sketch/Part/Assembly/Drawing» («Редактирование эскиза/детали/сборки/чертежа»).

**Панели инструментов.** В SolidWorks насчитывается 278 панелей инструментов (рис. 4.2) без учета панели инструментов дополнительных модулей. Панели инструментов предназначены для ускорения работы в различных режимах работы. Панель инструментов Standard (Стандартная) в минимальной конфигурации появляется при первом запуске программы. В зависимости от вида выполняемой работы (создания детали, сборки или чертежа) отображаются различные панели инструментов. Панели инструментов могут располагаться как по периметру рабочей области (прикрепленные панели), так и в любом месте на рабочей области (плавающие панели). С помощью технологии drag&drop панели инструментов можно перемещать по рабочей области, расставляя их в соответствии со своими требованиями.

Основные функции работы с системой расположены на стандартной панели инструментов. При необходимости включения той или иной установленной ранее надстройки (SolidWorks Motion, Cosmos FlowWorks) необходимо выбрать на кнопке **Настройка панели Стандартная** пункт меню **Приложения**, и в появившемся окне (рис. 4.2) выбрать ранее установленное требуемое приложение.

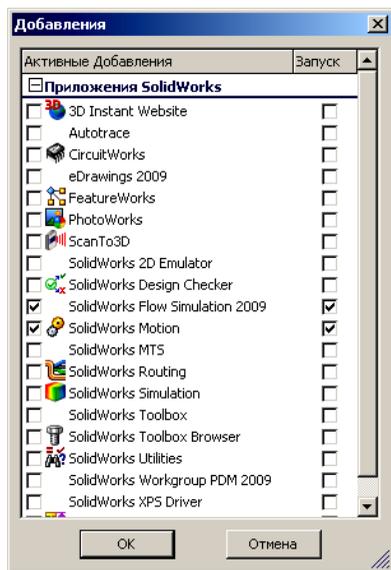


Рис. 4.2. Включение установленных приложений

### 3. Основные понятия и определения

В моделях SolidWorks используются следующие термины:

- *Origin (Исходная точка)* отображается в виде двух стрелок серого цвета и представляет  $(0,0,0)$  координату модели. Когда эскиз становится активным, исходная точка эскиза отображается красным цветом и представляет  $(0,0,0)$  координату эскиза. Размеры и взаимосвязи могут быть добавлены к исходной точке модели, но не эскиза;

- *Axis (Ось)* – прямая линия, которая используется для создания геометрии модели, элементов или шаблонов. Ось можно создать различными способами, включая пересечение двух плоскостей;

- *Plane (Плоскость)* – плоская вспомогательная геометрия. Можно использовать плоскости для добавления двухмерного эскиза, для разреза модели, а также в качестве нейтральной плоскости для уклона и т. д.;

- *Face (Грань)* – границы, которые позволяют определить форму модели или поверхности. Грань – это область модели или поверхности, которую можно выбрать. Например, прямоугольная твердотельная деталь имеет шесть граней;

- *Vertex (Вершина)* – точка, в которой пересекаются две или несколько линий или кромок. Вершины можно выбрать для создания эскизов, нанесения размеров и множества других операций;

- *Edge (Кромка)* – место, в котором две грани или поверхности соприкасаются на определенном расстоянии. Кромки можно выбрать для создания эскизов, нанесения размеров и множества других операций.

## Выполнение работы

### 1. Создание активного проекта детали

Выберите в главном меню пункт *Файл* → *Новый* – появится окно (рис. 4.3), в котором пользователь осуществляет выбор типа проекта.

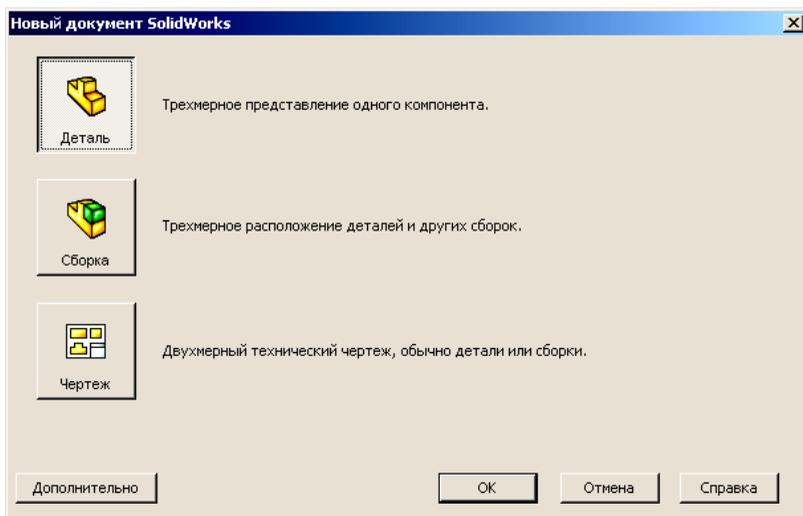


Рис. 4.3. Выбор типа проекта

Выберите **Деталь** и нажмите снизу кнопку **ОК**.

## 2. Особенности автоматизированного проектирования простых деталей в SolidWorks 2009

Данные действия приведут к загрузке в рабочее пространство чертежа дополнительных инструментов (Command Manager, Центр управления проектом, Вид, Стандартные виды, Кнопки ориентации вида) (рис. 4.4), посредством которых будет осуществляться проектирование детали.

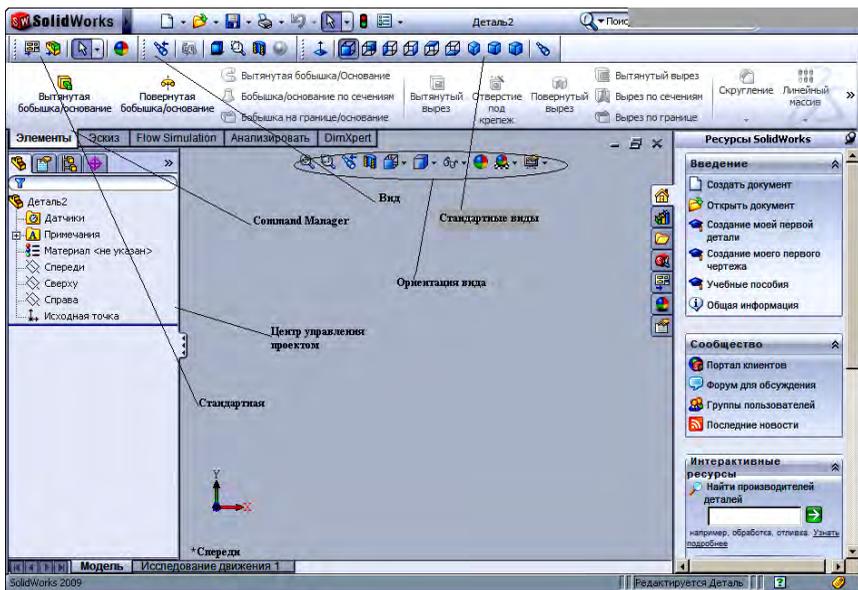


Рис. 4.4. Рабочее пространство проектирования простой детали

Основная функциональность (набор функций) инженерной идеологии проектирования SolidWorks 2009 представлена на панели закладок Command Manager.

Закладка **Элементы** подсвечивает основные доступные в данный момент элементы, например, *Вытянутая бобышка* или *Повернутая бобышка*, для текущего проектирования **трехмерного** объекта по составленному заранее двумерному **Эскизу**.

Проектирование новой детали начинается с закладки **Эскиз**, где пользователь моделирует основание (фундамент) с помощью плоскостных элементов (линия, окружность, дуга, прямоугольник и т. д.) последующей трехмерной модели. При этом необходимо в качестве основного вида проекции создаваемой детали выбрать плоскость (рис. 4.5). Следует отметить, что в **Дереве конструирования** отображаются все созданные ранее объекты – части проектируемой детали с учетом их наследственных связей друг с другом, в то время как изменение их свойств с возможным последующим их перестроением осуществляется в Property Manager, вызываемом щелчком правой клавиши мыши (*Редактировать* → *Определение*) на выбранном объекте в **Дереве конструирования**.

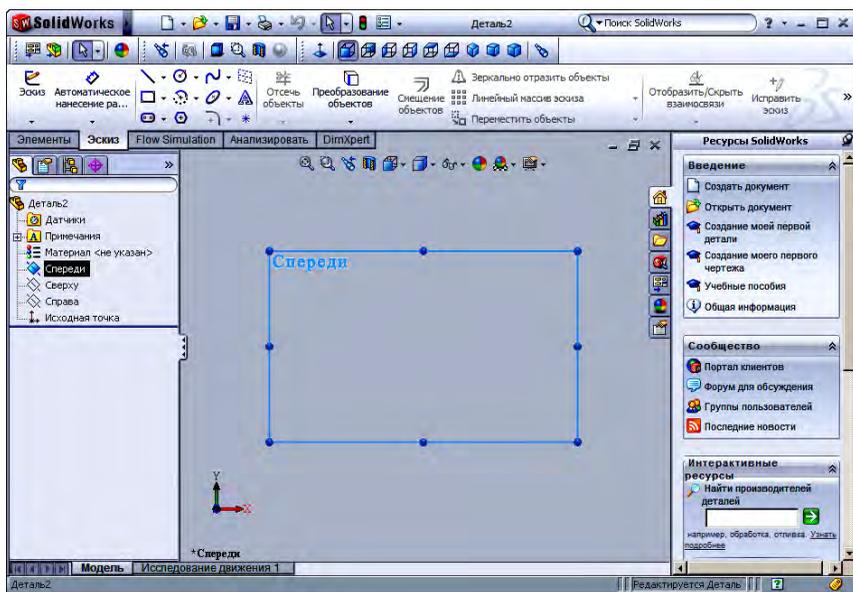


Рис. 4.5. Выбор основного вида для проектирования эскиза моделируемой трехмерной детали

Для перестроения любой составной части проектируемого объекта выберите его в **Дереве конструирования**, вызовите

Property Manager, после чего нажмите кнопку **Перестроить** (рис. 4.6).

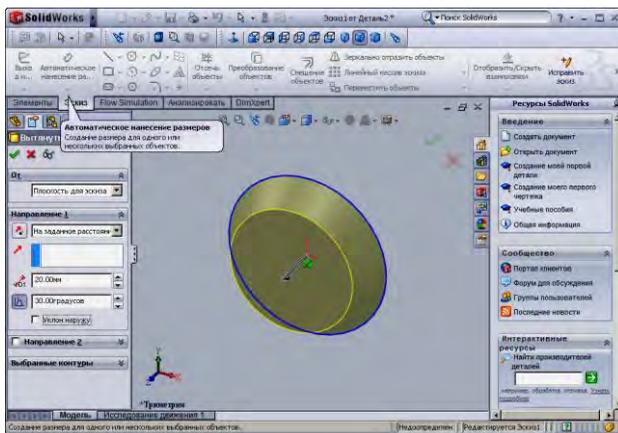
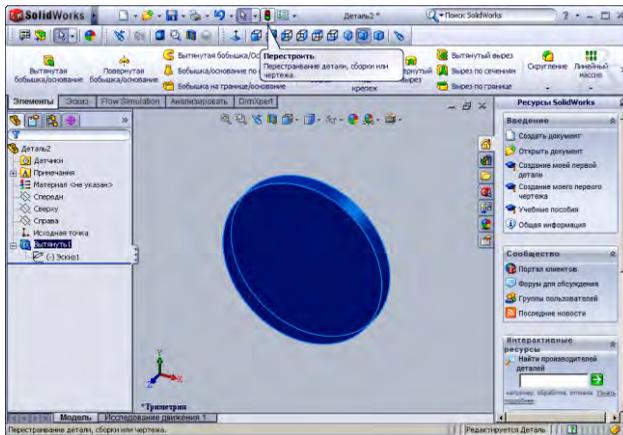


Рис. 4.6. Перестроение объекта модели простой детали

Изменение вида при необходимости осуществляется кнопками **Ориентации** либо кнопками панели **Стандартные виды** (рис. 4.7).

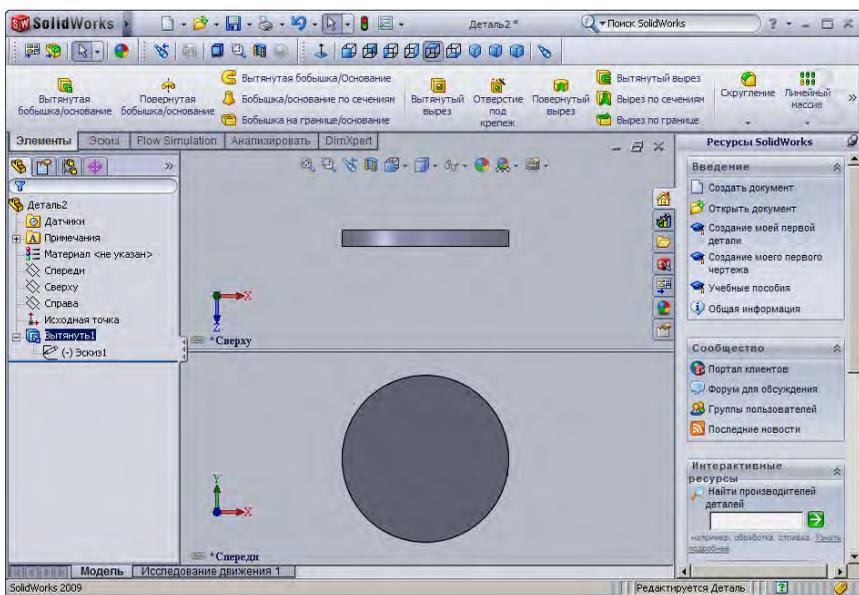


Рис. 4.7. Изменение вида кнопками ориентации модели в пространстве

## Задание

С помощью подсказок в ресурсах интерактивной справки (пункт **Создание моей первой детали**) создайте модель детали *Нажимная пластина ПИ-1* и затем чертеж модели данной детали (рис. 4.8). При этом имейте в виду следующее:

- для создания центрального отверстия выберите элемент **Отверстие под крепеж** в Command Manager и укажите его свойства (**Отверстие под чистовой метчик M14×1.5**). Далее укажите **сначала произвольное** расположение на верхней грани, а **затем**, определив координаты центра верхней грани проекции центральной осевой линии *Нажимной пластины ПИ-1* путем перестроения **трехмерного** эскиза, найдя проекцию (точку) центральной осевой линии *Нажимной пластины* и определив ее пространственные координаты, измените координаты фронтальной проекции проектируемого отверстия под крепеж;



## Лабораторная работа № 5

### ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СБОРОК В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ SOLIDWORKS 2009

**Цель работы:** освоить основные приемы трехмерного (3D) проектирования сборок на примере системы автоматизированного проектирования SolidWorks 2009.

#### Основные положения

**Сборка** – это узел, состоящий из двух или более деталей, называемых компонентами, в одном документе SolidWorks. Расположение и ориентация компонентов задается с помощью сопряжений, устанавливающих взаимосвязи между компонентами.

**Ограничения** – объект (элемент) проекта, обозначающий добавления ограничений в геометрии модели. **Взаимосвязь** и **размеры** ограничивают степени свободы и геометрию деталей, а сопряжения ограничивают компоненты в сборках путем добавления взаимосвязей.

**Взаимосвязи** отображаются на эскизе. Существует несколько видов взаимосвязей: *горизонтальность, вертикальность, зафиксированный, совпадение, концентрический.*

**Сопряжения** – объект проекта. Вид и количество сопряжений определяют геометрические условия существования сопряжения деталей в сборке.

#### Выполнение работы

##### 1. Выполнение тренировочного упражнения

В меню *Справка* → *Учебные пособия* выберите пункт *Упражнение 1 Детали и последовательно осуществите его выполнение*. Затем выберите пункт *Упражнение 2 Сборки* и *Упражнение 3 Чертежи*. Также **осуществите последовательное их выполнение**.



Определите самостоятельно условия сопряжения размещенных деталей.

Для того чтобы отобразить список имеющихся крепежных деталей в подключаемых библиотеках, при активном документе **Сборка** зайдите в главное меню *Инструменты* → *Добавления*. Выберите *SolidWorks Toolbox Browser* и *SolidWorks Toolbox*. В правой части чертежа выберите закладку **Библиотеки проектирования**, разверните список *Toolbox*.

Самостоятельно подберите необходимый крепежный инструмент и определите его параметры: диаметр стержня, длину и длину резьбы, исходя из вашего проекта.

Для того чтобы поместить крепежный инструмент в место отверстия на создаваемой сборке, необходимо просто поднести, удерживая левую кнопку мыши, выбранный крепежный элемент в зону пустого пространства отверстия. При этом произойдет его автоматическое перемещение, если у вас не будет ошибок в сопряжениях.

В случае необходимости исправлений в **Дереве конструирования** укажите необходимую деталь, нажмите на правую кнопку мыши и выберите пункт **Редактировать деталь**. При этом остальные детали на **Сборке** «скроются».

### Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Основные положения.
4. Чертеж с размерами разработанного корпуса 2 нажимной пластины.
5. Сборочный чертеж всего проекта.

### Контрольные вопросы

1. Перечислить свойства режима **Сборка** в SolidWorks.
2. Назвать свойства **Взаимосвязи** в сборке SolidWorks.
3. Перечислить набор действий с деталью в режиме **Сборка** в SolidWorks.

## Лабораторная работа № 6

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИМПОРТА 2D-ЧЕРТЕЖЕЙ В 3D

**Цель работы:** освоить основные приемы преобразования 2D-чертежей в 3D на примере программных комплексов семейства AutoCAD и SolidWorks.

#### Основные положения

На сегодняшний день наибольшее распространение получили два подхода к пространственному проектированию конструкторских моделей.

Суть первого (семейство AutoCAD) заключается в построении трехмерной модели по трем взаимосвязанным проекциям двухмерного чертежа. Основной особенностью данного подхода является необходимость учета всех взаимосвязей на трех его проекциях при выполнении любого элемента чертежа. При возрастании сложности и увеличении количества элементов чертежа это приводит к существенному снижению производительности вследствие наличия возможных ошибок и трудности их исправления при перестроении любого элемента разрабатываемой конструкции.

Суть альтернативного подхода (семейство SolidWorks) заключается в первоначальном выборе *главного* эскиза, рисуемого на выбранной плоскости, для проектируемого трехмерного элемента и последующего его преобразования в трехмерный элемент детали. Основным достоинством данного подхода является возможность проектирования «с нуля» деталей, узлов и машин без последующих сложностей необходимых перестроений любых элементов проектируемой конструкции. Недостатком данного подхода являются большие потребности в ресурсах компьютера при работе с подобными системами автоматизированного проектирования.

На практике ввиду широкого распространения среди применяемых комплексов САПР программных продуктов обоих семейств возникает необходимость в конвертации чертежей AutoCad в программные комплексы SolidWorks. В то же время необходимо учитывать принципиальные различия в проектировании и применении подобных САПР.

Существующие различия в подходах семейств AutoCAD и SolidWorks к проектированию представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1 – Различия в проектировании

<b>Раздел/свойства</b>	AutoCAD	SolidWorks
Документы чертежей	Двухмерные линии, нарисованные на шаблоне «модель»	Трехмерные детали и сборки, из которых генерируются двухмерные чертежи
Черчение	Инструменты черчения (основная процедура)	Инструменты эскиза (альтернативный подход)
Точное расположение объектов	Линии и другие объекты отображены в полном размере и имеют точное расположение	Сначала рисуются объекты, затем наносятся размеры и взаимосвязи, контролирующие размер и расположение
Примечания	Заметки и блоки	Заметки, блоки и множество инструментов примечаний
Распечатки	Эпюры из «компоновок» на основе нарисованной «модели»	Печать непосредственно с документа чертежа

Существующие различия в интерфейсах пользователя AutoCAD и SolidWorks представлены в табл. 6.2.

Таблица 6.2 – Различия в интерфейсах

Раздел/свойства	AutoCAD	SolidWorks
Доступ к инструментам	Командная строка, горячие клавиши, панели инструментов, меню и контекстные меню	Панели инструментов, меню, горячие клавиши и контекстные меню
Цвет фона	Черный фон с белыми линиями по умолчанию может быть настроен пользователем	Фон с полутоновым переходом и цветными линиями (цвет указывает на состояние) и цветными твердотельными моделями по умолчанию; лавсановый фон для чертежей; могут быть настроены пользователем
Меню	Можно настраивать путем программирования	Контекстный, возможность настройки в диалоговом окне
Контекстные меню	Для копирования и вставки, повторного выполнения последней команды и т. д.	Контекстный, возможность настройки в диалоговом окне
Панели инструментов	Можно изменить посредством программирования меню и настроек диалогового окна	Контекстный, возможность настройки в диалоговом окне
Командная строка	Точка входа по умолчанию для пользователя	Дополнительный модуль эмулятора команд для двумерного рисования
Системы координат	Пользовательская система координат (UCS)	Система исходных точек, включая исходную точку детали, исходную точку сборки и исходные точки эскизов

Продолжение табл. 6.2

Раздел/свойства	AutoCAD	SolidWorks
Плоскости	Изменение UCS для создания других ориентаций	Плоскости по умолчанию – <b>Передняя</b> , <b>Верхняя</b> и <b>Правая</b> , а также настраиваемые плоскости
Ориентация	Панель инструментов со стандартными видами, плюс дополнительные ориентации изометрии	Панель инструментов со стандартными видами, плюс дополнительные ориентации изометрии, перпендикулярные и настраиваемые
Панель управления	AutoCAD Design Center управляет файлами и компоновками	Панель задач с <b>Ресурсами SolidWorks</b> , <b>Библиотекой проектирования</b> и <b>Проводником файлов</b> ; левая панель с деревьями конструирования FeatureManager, PropertyManager, ConfigurationManager и менеджерами сторонних фирм доступны путем нажатия на вкладки или разделения панели
Элементы многоразового использования	Инструменты палитры	Библиотека проектирования
Способы выбора	Нажмите на объект, выделите его рамкой или выберите поперечно, нажмите клавишу <Ctrl> при выборе нескольких объектов	Нажмите на объект, выделите его рамкой или выберите поперечно, нажмите клавишу Ctrl при выборе нескольких объектов или нажмите на дерево проектирования FeatureManager

Продолжение табл. 6.2

Раздел/свойства	AutoCAD	SolidWorks
Изменение вида курсора при выборе	Отклик в командной строке	Указатель изменяет форму, показывая тип рисуемого или выбираемого объекта, а также в строке состояния
Функции отображения	Масштаб и перемещение, а также каркасное представление, в режиме с отображенными невидимыми линиями, со скрытыми невидимыми линиями	Масштаб, перемещение и вращение, а также отображение модели в каркасном представлении, в режиме с отображенными невидимыми линиями, со скрытыми невидимыми линиями, в режиме <b>Закрасить</b> , с закрашенными кромками и тенями в режиме <b>Закрасить</b> , в перспективе и модели в разрезе
Сетка и привязка	Панель инструментов с инструментами привязки; отображаемая сетка и сетка привязки, возможность установки угла сетки; отображаемая сетка и сетка привязки помогают добиться точности построения	Привязки эскиза; привязка к геометрии прямо во время построения; отображаемая сетка и сетка привязки, выравнивание сетки по кромке модели; точность обеспечивается размерами и взаимосвязями
Перетаскивание	Перетаскивание объектов с помощью «хваток»	Выбор и перетаскивание объекта, а также изменение формы объекта путем перетаскивания

Раздел/свойства	AutoCAD	SolidWorks
Параметры	Диалоговое окно с вкладками для: <ul style="list-style-type: none"> <li>• файлов;</li> <li>• дисплея;</li> <li>• открытия и сохранения;</li> <li>• вывода на плоттер;</li> <li>• системы;</li> <li>• настроек пользователя;</li> <li>• набросков;</li> <li>• выбора;</li> <li>• профилей</li> </ul>	Диалоговое окно с вкладками для: <ul style="list-style-type: none"> <li>• системных параметров, относящихся ко всем документам;</li> <li>• параметров документов, относящихся к текущему документу</li> </ul>

Общая концепция конвертации представленных в AutoCAD чертежей в SolidWorks модели состоит из трех основных этапов:

- импортирование чертежа AutoCad в рабочее пространство SolidWorks;
- построение трехмерной модели детали SolidWorks;
- составление конструкторского чертежа в SolidWorks.

## Выполнение работы

### 1. Выполнение тренировочного упражнения

В меню *Справка* → *Учебные пособия* выберите пункт *Введение* → *Импортирование чертежей AutoCAD* и **последовательно осуществите его выполнение.**

При выполнении тренировочного упражнения необходимо учесть следующее:

*Слой* – это отображение любого типа линии отдельным цветом или оттенком цвета и весом линии (толщиной) в зави-

симости от типа линии. Система устанавливает принадлежность линии к выбранному слою по заданному типу линии (первая колонка, рис. 6.1).

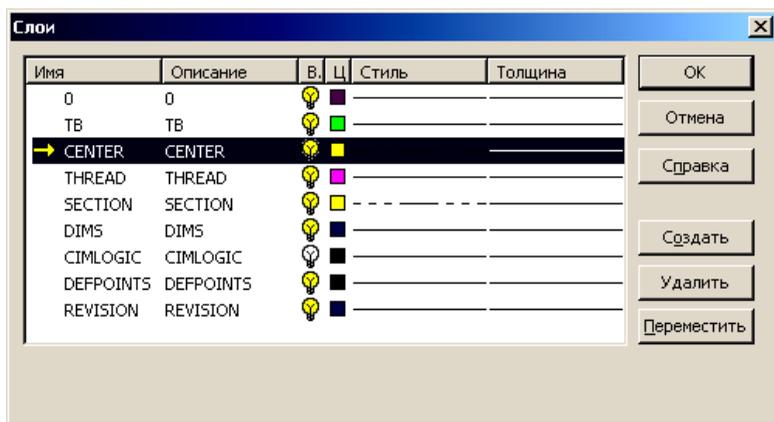


Рис. 6.1. Установка слоев модели SolidWorks

При размещении отверстия в трехмерной модели после импортирования трех проекций модели в SolidWorks из AutoCAD на заданном удалении от осевой линии:

- установите точку на центральной осевой линии *Ось I*;
- переверните деталь на  $90^\circ$  так, чтобы ее продольная плоскость стала фронтальной;
- зайдите в эскиз основного элемента (*Повернутая бобышка*) модели и осуществите *Автоматическое измерение* необходимых размеров.

При вставке рамки чертежа для того, чтобы не отображалась стандартная рамка, в свойствах листа необходимо выбрать *Пользовательский размер листа* (рис. 6.2).

### Задание

По усмотрению преподавателя создайте трехмерную модель в SolidWorks по трем проекциям из чертежа, выполняемого в AutoCAD на протяжении семестра.

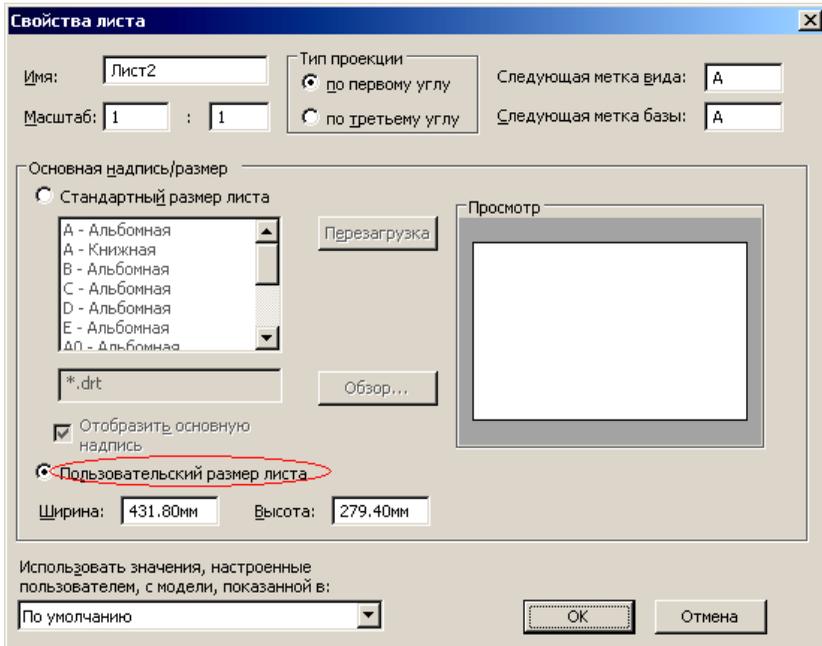


Рис. 6.2. Выбор свойств листа

## Содержание отчета

1. Титульный лист.
2. Цель работы.
3. Общие положения.
4. Чертеж выполненного элемента семестрового задания, представленного в AutoCAD и в SolidWorks.

## Контрольные вопросы

1. Какова цель преобразования 2D-чертежей в 3D?
2. Перечислить подходы к пространственному проектированию конструкторских моделей.
3. Перечислить различия в интерфейсах пользователя AutoCAD и SolidWorks.

Учебное издание

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Лабораторные работы  
для студентов специальности 1-37 01 01  
«Двигатели внутреннего сгорания»

Составители:  
ИВАНДИКОВ Михаил Петрович  
ПИЛАТОВ Александр Юрьевич

Редактор Т.А. Подолякова  
Компьютерная верстка Н.А. Школьниковой

---

Подписано в печать 01.07.2011.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 3,49. Уч.-изд. л. 2,73. Тираж 200. Заказ 1158.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.