

Содержание

Введение.....	4
Некоторые сведения о трехмерном твердотельном параметрическом моделировании	5
Информационная структура модели	5
Краткий обзор технологий хранения данных	8
Внешние текстовые файлы	10
Однопользовательские СУБД и электронные таблицы.....	10
SQL сервера и распределенные базы данных	11
Краткий обзор технологий обмена данными.....	11
SQL	11
ODBC и BDE	12
ADO	13
OLE – ActiveX	14
Модели, управляемые таблицами параметров в Solid Works	14
Источники данных, используемые в Solid Works.....	16
Добавление и редактирование таблицы параметров к файлу модели	16
Структура таблицы параметров	19
Примеры проектирования.....	23
Модели, управляемые таблицами параметров в AutoDesk Inventor	35
Примеры проектирования.....	37
Заключение	42
Литература	44

Введение

Проектирование деталей и сборок зачастую представляет собой использование готовых решений, с некоторой их модификацией под конкретные условия. Многие конструкции являются нормализованными, многие конструкции и отдельные детали регламентируются стандартами разных уровней – от международных, до стандартов уровня предприятия.

Применение стандартизованных, повторяющихся в той или иной форме деталей, конструкций и решений позволяет значительно интенсифицировать труд проектировщика.

Присутствующие на рынке САПР системы проектирования стимулируют определенный стиль конструирования, который поощряет использование существующих наработок и в значительной мере облегчает их адаптацию к изменившимся условиям за счет параметризации всех размеров моделей. Таким образом, можно сказать, что современные САПР хорошо сочетаются с системой стандартов, нормалей и сложившихся шаблонных приемов решения проектных задач, характерных для машиностроительного производства.

Далее, несколько отступая от принятой терминологии, будем называть деталь, размеры которой регламентированы тем или иным способом – стандартизованной деталью, а источник сведений о ее размерах – стандартом.

При создании моделей в САПР, с указанной точки зрения, представляются важными следующие проблемы:

Как создать модель, которая реализовывала бы требования стандарта?

Как связать ее с данными, приведенными в стандарте?

Как использовать такую деталь в проектировании?

В настоящем пособии излагается один из возможных путей проектирования – создание моделей, управляемых таблицами параметров.

Некоторые сведения о трехмерном твердотельном параметрическом моделировании

Современные САПР, как правило, реализуют трехмерное твердотельное параметрическое моделирование. Подробно эти вопросы изложены, например, в [1] и изучались студентами 5-го курса ММФ в курсе "САПР". Тем не менее, для дальнейшего изложения важно напомнить некоторые основные понятия, связанные с основами компьютерного проектирования.

Трехмерное моделирование позволяет проектировать детали именно такими, какими их видит конструктор.

Термин "твердотельные", означает, что модели, используемые САПР (в частности – рассматриваемыми далее Solid Works фирмы Dassault Systemes и Inventor фирмы AutoDesk) представляют собой модели твердых тел (в отличие от каркасных и поверхностных моделей).

Понятие "параметрические" означает, что конкретные размеры модели определяются размерами-параметрами. При последовательной реализации в программном продукте это позволяет управлять любым размером, меняя с его помощью размеры конструкции под конкретную проектную ситуацию.

Модель представляет собой комбинацию составляющих ее объемных элементов. Они могут сочетаться между собой, используя логические операции (объединение, вычитание или пересечение).

Объемные элементы получаются путем преобразования одного или нескольких плоских эскизов. Эскизы на плоскости служат базой для следующих операций: вытягивание, поворот, сдвиг вдоль траектории, сшивка по сечениям.

Операция создания объема обычно задается размером-параметром (дистанция сдвига или выреза, угол поворота...) или ограничивающим условием (вытянуть эскиз до следующей поверхности или вырезать профиль через всю модель...).

Эскизы состоят из геометрических примитивов (точка, прямая, окружность, дуга, сплайн и некоторые другие) связанных, с одной стороны – геометрическими взаимосвязями (такими как горизонтальность, коллинеарность, касательность...), а с другой – управляющими размерами (размерами-параметрами).

Изменение номинала размера ведет к пересчету эскиза, в котором он был задан, объемного элемента на базе этого эскиза и модели в целом. Размеры можно рассматривать как переменные. Тогда отдельный эскиз – это система уравнений из размеров параметров, с наложенными на них ограничениями в виде геометрических взаимосвязей. Модель в целом, в таком случае – это система систем уравнений.

Эскиз, как система уравнений, может иметь одно решение (тогда говорят о полностью определенном эскизе), ни одного (эскиз содержит слишком много взаимосвязей, то есть переопределен) или множество (отдельные элементы эскиза или даже все могут изменить свое положение).

Рекомендуется использовать нужно только полностью определенные эскизы.

Информационная структура модели

Подводя итоги сказанному выше можно представить следующую информационную структуру отдельной модели с точки зрения проектировщика:

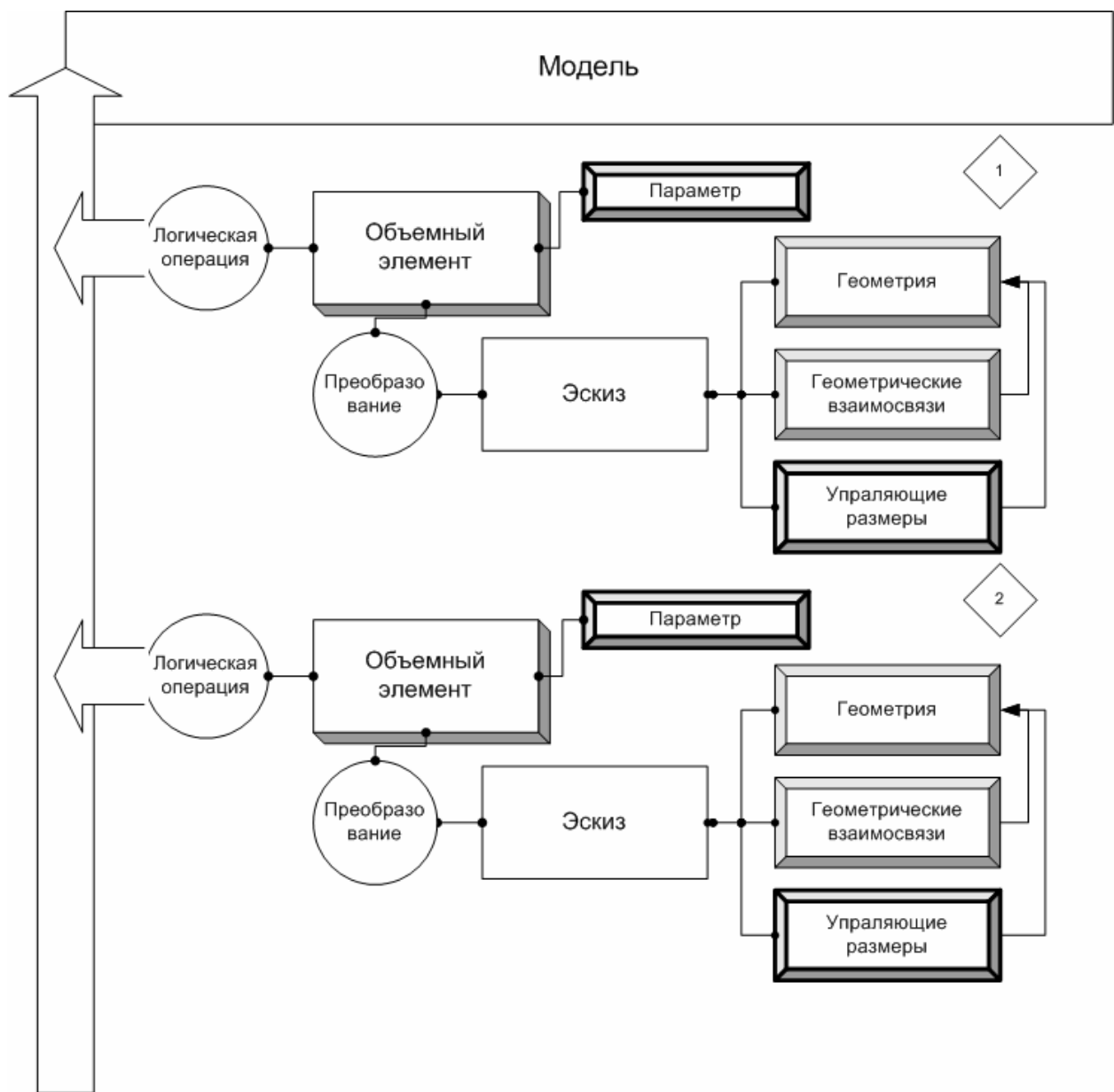


Рисунок 1

С точки зрения, интересующей нас в настоящей работе, можно считать, что геометрия модели (если используются полностью определенные эскизы) представляет собой условно постоянную часть проекта. Управляющие же размеры (включая сюда и параметры объемных операций) представляют собой условно переменную часть проекта (своего рода рукоятки управления), меняя которые можно получать геометрически подобные (в широком смысле слова) формы моделей, однако значительно отличающиеся по своим размерам и их соотношению.

Таким образом, можно выделить:

- управляемую часть модели (ее геометрическую форму);
- управляющую часть модели (управляющие размеры эскизов и параметры объемных преобразований).

Дополнительно, к управляющим параметрам можно отнести:

- состояние объемного элемента (включен – погашен);
- число повторов элемента в массиве.

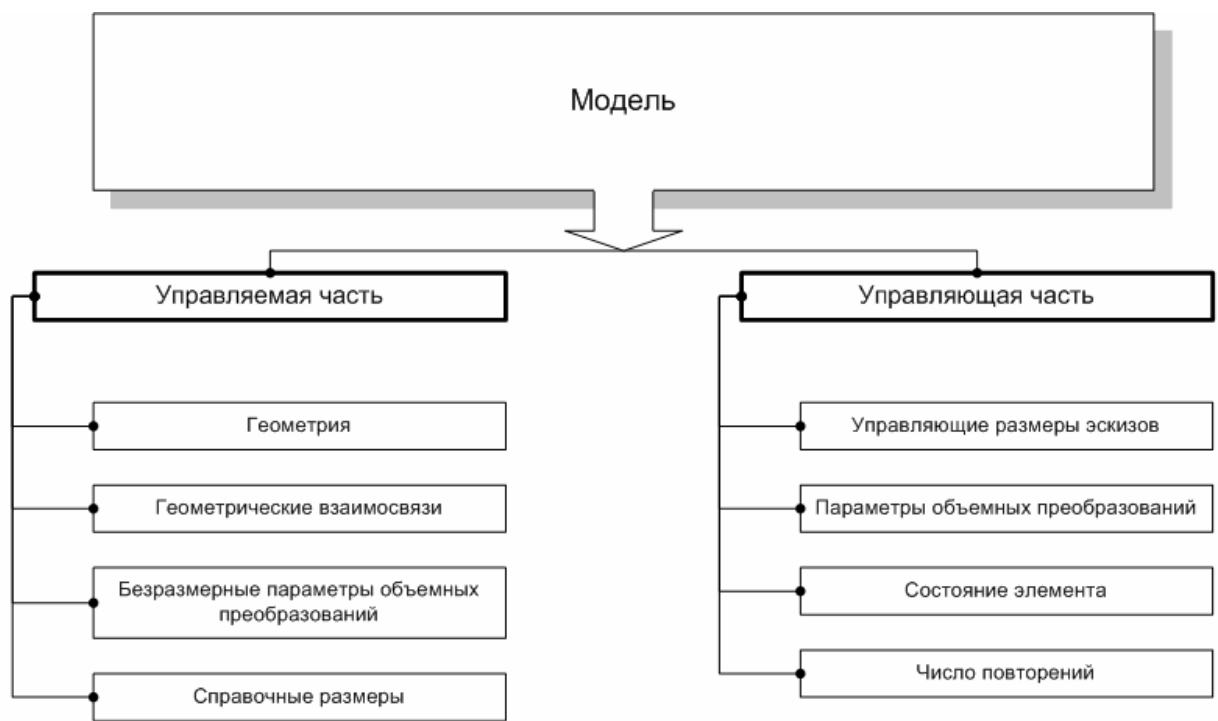


Рисунок 2

Приведенная выше структура весьма схожа с принятой в стандартах системой организации данных. Стандарт также содержит условно постоянную часть – чертеж обобщенной детали, на которую заданы управляющие размеры-параметры.

Конкретные значения параметров приводятся в таблицах, причем они носят характер, как числовых значений, так и выражений для расчета.

Выражения для расчета параметров имеют хорошую аналогию в САПР – это уравнения на управляющие размеры. Вместе с тем, в современных САПР существуют и специфические механизмы для хранения данных и их связывании с параметрами модели. Наиболее отработанным механизмом хранения структурированной информации являются базы данных (краткая информация о них приведена ниже).

Для эффективного их применения необходимо сопоставить понятия, характерные для САПР в понятия, удобные для реализации в виде элементов баз данных.

Будем рассматривать каждый размер-параметр в виде пары "имя размера" – "значение".

Тогда отдельный типоразмер модели – это совокупность конкретных значений параметров. Всегда выбран (реализован) хотя бы один типоразмер (текущий или активный). Сумма всех типоразмеров (а возможно и исполнений) модели – это единая совокупность данных, образующая множество всех возможных вариантов модели.

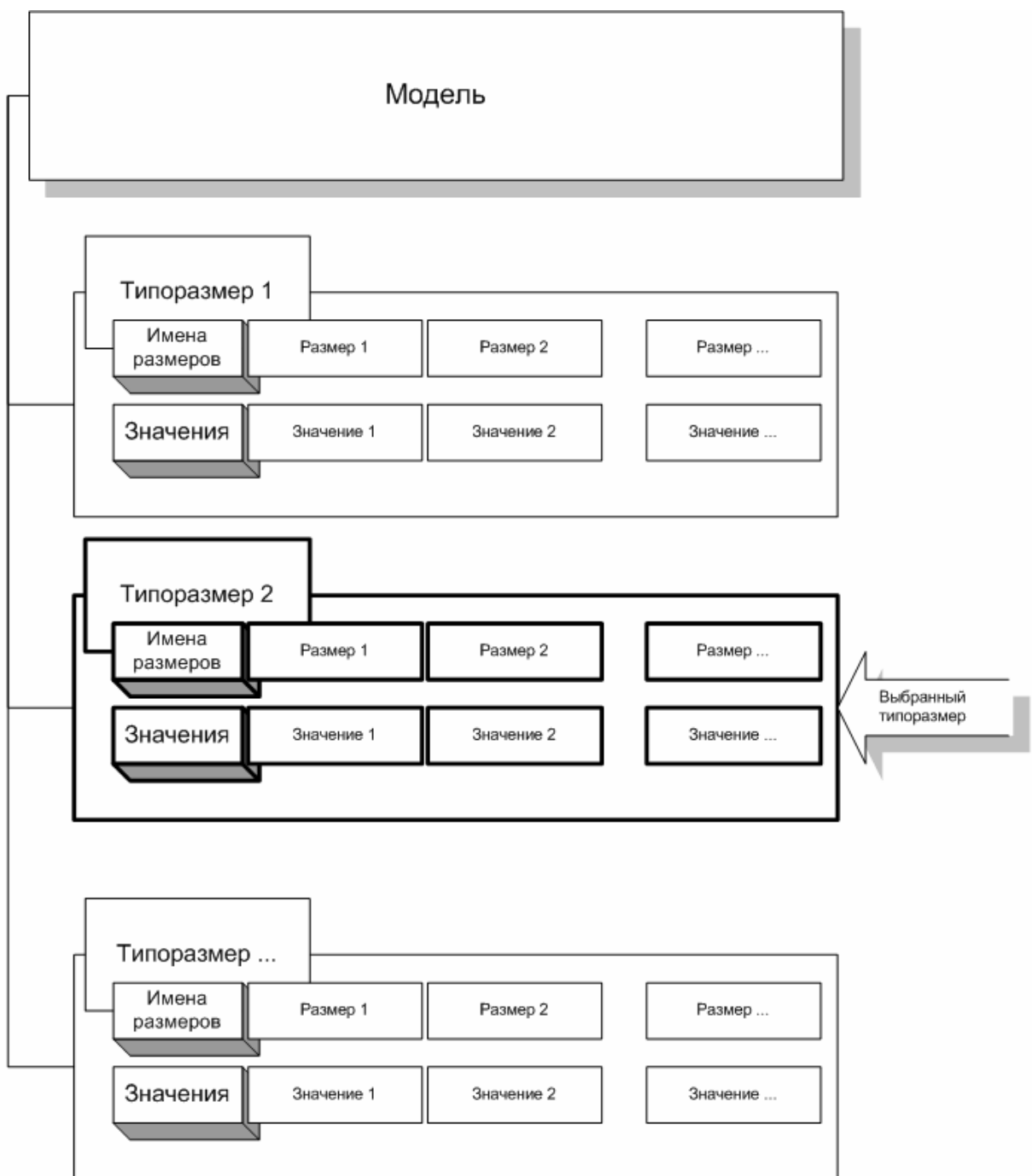


Рисунок 3

Хранение информации, тем более эффективное хранение – достаточно сложная задача. Поскольку настоящее методическое пособие рассчитано на студентов-механиков, далее приводятся краткие сведения о базах данных

Краткий обзор технологий хранения данных

Под базой данных понимают совокупность сохраненных данных. Информация хранится на носителях в специфическом формате. Для управления базой данных необходимо специальное программное обеспечение, которое принято называть СУБД – система управления базами данных,

Наиболее распространены реляционные базы данных. В них информация хранится в виде таблиц (как правило – нескольких) и взаимосвязей (relation – отношение, взаимосвязь) между этими таблицами.

Совокупность таблиц и их взаимосвязей называется структурой базы данных. Реально используемые базы данных имеют весьма сложную структуру.

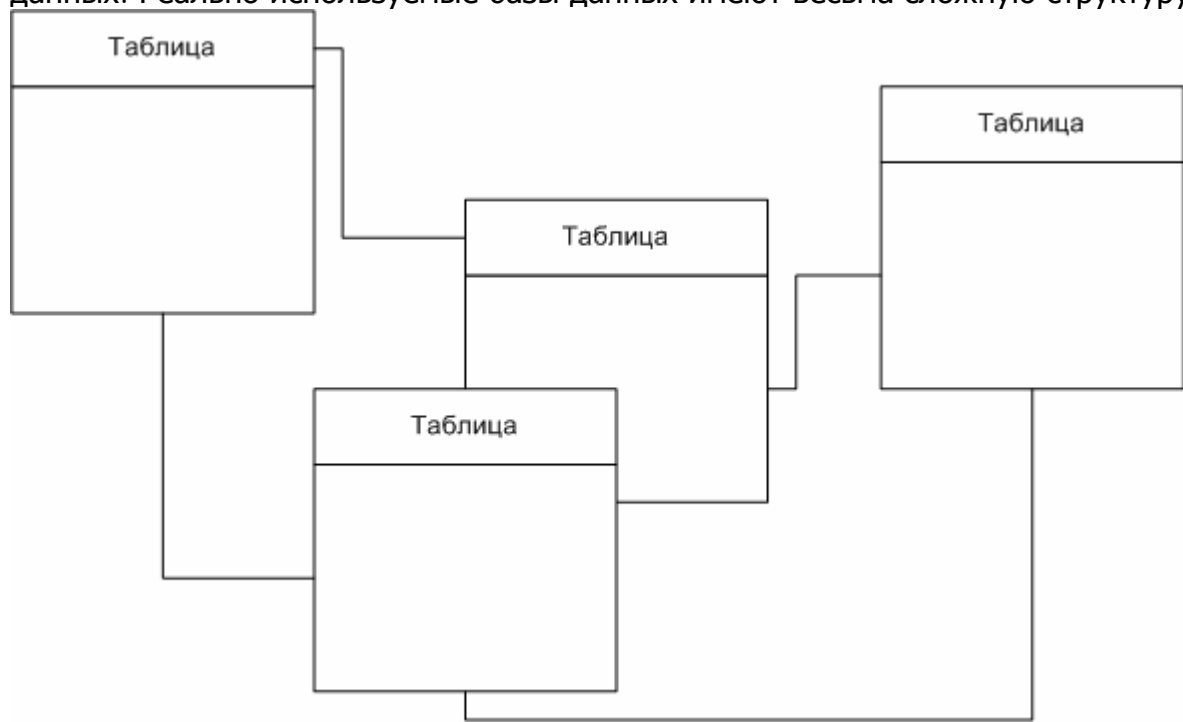


Рисунок 4

Каждая таблица представляет собой набор строк и столбцов. В отдельном столбце хранится информация одного вида (например, имена размеров, или их значения, или значения конкретного размера для разных типоразмеров изделия).

Столбцы таблицы базы данных называют **полями**. Совокупность полей в таблице образует структуру таблицы.

Отдельная строка в таблице содержит совокупность значений полей, которые относятся к единому по смыслу случаю и образуют **запись** в таблице базы данных. Для идентификации записей используются ключи (ключевые поля), а для упорядочивания – индексы.

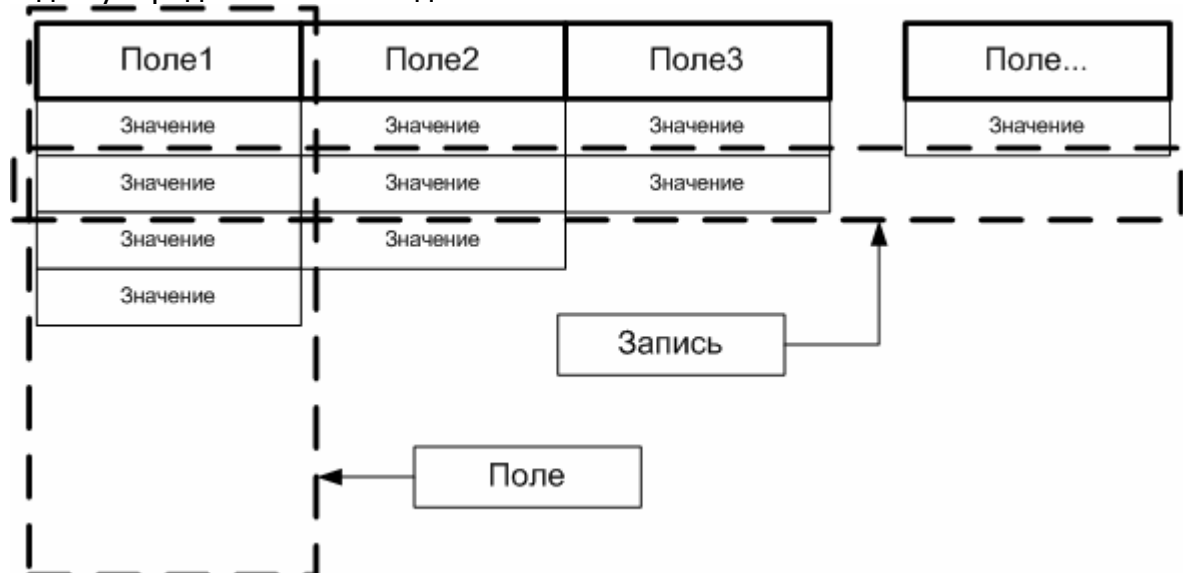


Рисунок 5

Данные хранятся на диске в виде файлов – одного или нескольких. Современные системы управления базами данных преимущественно однофайловые.

Формат, в котором база данных записана на диске, называется форматом базы данных. В настоящее время единый формат баз данных отсутствует, тем не менее, можно отметить некоторые наиболее распространенные форматы:

- txt – текстовый файл – информация записана в виде текстовых строк;
- dbf – файлы СУБД dBase и ее клонов – формат данных персональной СУБД, распространенной в конце 80-х годов на IBM совместимых персональных ЭВМ;
- mdb – формат базы данных MS Access – СУБД, входящей в состав офисного пакета Microsoft.

Данные в формате dbf хранят информацию по каждой таблице в отдельном файле. Файл СУБД Access содержит данные и всю информацию, необходимую для функционирования базы данных, в едином файле.

Современные САПР могут использовать различные источники информации. Конкретный их выбор определяется уровнем сложности САПР и конкретной организацией проектирования. Например, в тяжелых САПР (уровня предприятия) используются централизованные базы данных применяемых материалов, станочного парка и т.д.

Например, группа разработчиков единого проекта имеет доступ к единой базе данных крепежных изделий. В свою очередь, разработанные такой группой модели образуют распределенную базу данных моделей и сборок проекта.

Внешние текстовые файлы

Простейший способ хранения информации – в виде текстовых строк, записанных в текстовом файле.

Преимущество этого способа – простота и доступность, поскольку нет необходимости в дополнительном программном обеспечении для работы с данными.

Недостатки: практически невозможно производительно работать с хранимой в текстовом виде информацией. Затруднен поиск и упорядочивание информации. Также весьма тяжело хранить несколько таблиц с взаимосвязанными данными.

Текстовые файлы используются либо в очень простых случаях (небольшой объем данных и простая структура таблицы), либо для передачи информации между базами данных различных форматов.

Однопользовательские СУБД и электронные таблицы

Хранение и управление информацией, необходимой для отдельного проектировщика, осуществляют однопользовательские системы управления базами данных. Предполагается, что доступ к данным (чтение, редактирование, удаление, изменение структуры) осуществляется одновременно одним пользователем.

Однопользовательские СУБД позволяют хранить значительные объемы данных сложной структуры, осуществлять эффективное управление как данными в базе, так и ее структурой.

Вместе с тем, существуют серьезные ограничения на использование таких баз данных одновременно несколькими пользователями. Эти ограничения, частично, можно преодолеть программным способом.

В качестве однопользовательских баз данных чаще всего применяются клоны dBase, в том числе и FoxPro или MS Access, с файлами формата mdb и dbf.

Близкими возможностями по хранению данных располагают электронные таблицы, такие как Excel от фирмы Microsoft. Электронные таблицы не позволяют хранить в одном листе больше одной таблицы данных. С другой стороны, они обладают удобным интерфейсом, мощными средствами расчета. Важной особенностью электронных таблиц Excel является легкость программного доступа к данным.

SQL сервера и распределенные базы данных

Развитие ПЭВМ в настоящее время характеризуется не только взрывным ростом ресурсов отдельно взятого компьютера, но и интеграцией персонального компьютера в компьютерные сети, как глобальные (Интернет), так и локальные (интранет).

Широкое распространение компьютерных сетей и сетевых технологий означает, что информация, расположенная на отдельном компьютере может быть доступной и другим пользователям сети.

Одновременное использование общих баз данных – это естественная технология работы для систем автоматизации масштаба предприятия. При этом два или более пользователей одновременно могут читать, редактировать или удалять одни и те же данные. При этом возникают разнообразные проблемы, связанные с видимостью данных, их доступностью различным пользователям и т.д.

Крупные базы данных физически зачастую располагаются на нескольких компьютерах. Разнесенные таким образом базы называются распределенными.

Для управления большими объемами данных и разрешения проблем, связанных с многопользовательским доступом к ним используется специальное программное обеспечение – серверы баз данных. Одним из наиболее известных серверов, встроенных в новейшие версии операционных систем от Microsoft является Microsoft SQL Server. Мощные информационные системы используют дорогостоящие сервера, такие как Oracle или DB. Существует ряд менее мощных, но бесплатных серверов, например Firebird.

Краткий обзор технологий обмена данными

Ввиду огромного разнообразия форматов баз данных, серверов и способов организации информационных систем, кратко рассмотренных выше, ключевое значение приобретает технология доступа к данным. В этом вопросе наблюдается несколько большая степень унификации.

SQL

Практически все современные СУБД предоставляют единообразный способ работы с базой данных, а именно – специализированный язык запросов (SQL – structured query language).

SQL предоставляет средства для создания структуры базы данных (DDL – data definition language – язык определения данных). Эта группа операторов позволяет, например, создать или отредактировать таблицу, добавить в нее определенные поля, создать ключи, индексы и т.д. Структура базы данных определяется профессиональным разработчиком баз данных и является относительно постоянной.

Вторая часть языка – это средства манипуляции собственно данными базы (DML – data manipulation language). В отличие от распространенных процедурных языков программирования, которые дают компьютеру пошаговые инструкции по достижению желаемого результата, SQL является декларативным языком.

Это означает, что пользователь указывает желаемое подмножество данных, с которым необходимо выполнить ту или иную операцию. Как именно будет выбрано это подмножество, зависит от конкретной СУБД.

SQL позволяет выполнить следующие операции над данными:

Таблица 1

Операция	Назначение
Select	Отбор записей из одной или нескольких таблиц, как правило, удовлетворяющих определенному критерию отбора
Insert	Вставка записей
Update	Обновление множества записей, как правило, удовлетворяющих определенному критерию отбора
Delete	Удаление множества записей

Чаще всего используется операция выборки данных, которая может иметь следующий синтаксис (возможны варианты):

select названия полей таблицы (таблиц) from названия таблиц из которых происходит выборка where условия отбора

За ключевым словом select следуют названия полей, которые должны присутствовать в результирующей выборке. Эти поля выбираются из таблицы (таблиц), имена которых следуют за ключевым словом from. После ключевого слова where следует логическое выражение – критерий отбора данных из таблиц базы.

Язык SQL имеет некоторые отличия в зависимости от использующей его СУБД (так называемые диалекты SQL), однако это общепринятый способ работы с СУБД. Вместе с тем, данные, полученные через запрос SQL, надо еще и передать в ту программу, которой они нужны. Таким образом, важно не только хранить данные, но и выбирать их, а также предоставлять доступ к этим информационным ресурсам.

ODBC и BDE

Для единообразного подключения к базам данных различных форматов разработаны общие технологии подключения. Наиболее распространены так называемые engine – "двигатели" для работы с базами данных.

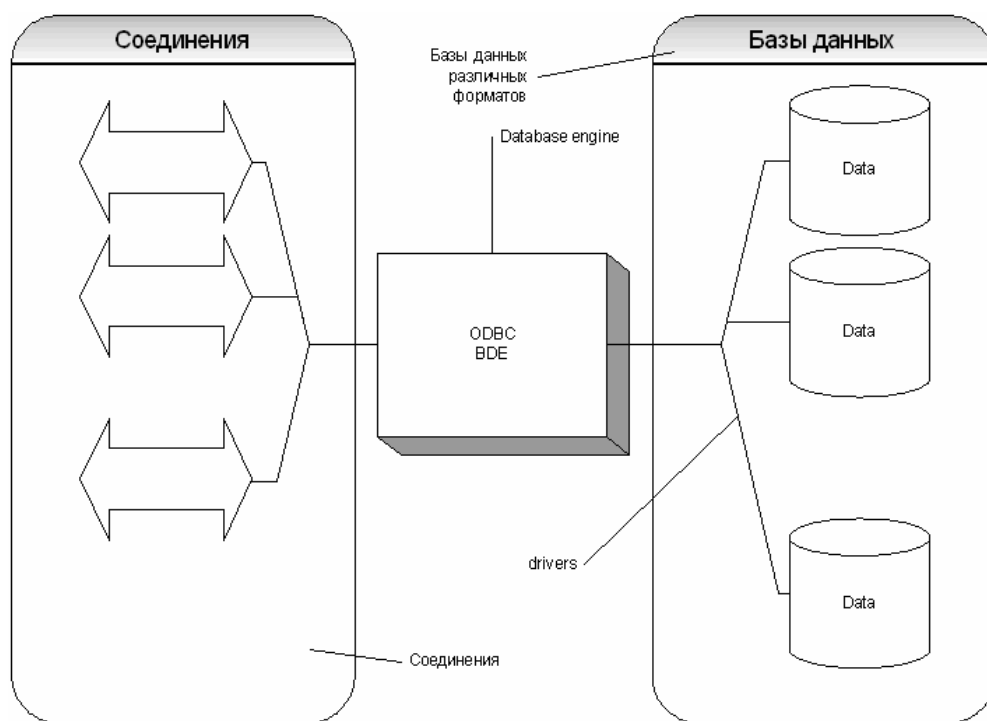


Рисунок 6

Пользователь, работающий с базами данных, использует так называемые **соединения** – подключения к доступным источникам данных. Все соединения позволяют работать с базами данных из различных источников одинаковым образом, не учитывая особенности конкретной СУБД.

Соединения обращаются не к самой базе данных, а к "двигателю", который учитывает специфику конкретной базы данных определенной фирмы-производителя, используя **драйверы** баз данных.

Применение "двигателей", с одной стороны упрощает работу с разнообразными источниками данных, с другой стороны – наличие программы двигателя усложняет систему и не позволяет в полной мере воспользоваться преимуществами конкретной системы управления базами данных или SQL сервера.

Наибольшее распространение получили Borland database engine (BDE) от фирмы Borland и Open Database Connectivity (ODBC) фирмы Microsoft.

ADO

Для современных информационных систем характерно их использование в среде компьютерных сетей, что означает распределение баз данных по различным компьютерам в сети и одновременную работу с базами нескольких пользователей.

Особенности распределенных многопользовательских сред привели к разработке решений, реализующих идею "information on fingertips" (информация на кончиках пальцев) (Б. Гейтс).

Основой этой технологии является COM – основная информационная технология, применяемая в среде Windows. COM предоставляет универсальный способ взаимодействия модулей информационной среды, которые рассматриваются с этой точки зрения как **компоненты**.

ActiveX Data Objects (ADO) позволяют работать с базами данных единообразным образом, без использования специальных программ-двигателей. Их функции берет на себя встроенные в операционную систему слой (системные библиотеки и программные средства) ADO (с которым взаимодействует

пользователь) и его системная основа (OLE DB вместе со средствами доступа к конкретным базам данных – **провайдерями**).

Основные преимущества ADO – относительная простота, отсутствие специальных дополнительных программ, возможность работы в сетевой среде, интеграция с другими сетевыми технологиями от фирмы Microsoft.

OLE – ActiveX

Операционная система Windows предоставляет также возможность (основанную на технологии COM) связывать между собой отдельные компоненты (linking) и внедрять один компонент в состав другого (embedding). Эта технология получила название OLE (Object linked embed) – ActiveX.

В результате получаются так называемые составные документы, составные части которых способны, в том числе и обмениваться данными между собой.

Несмотря на определенные недостатки, этот способ позволяет соединить в одно целое разнородные программные продукты, точнее – результаты их работы. В частности, можно внедрить в файл модели источник данных, информация из которого используется при проектировании.

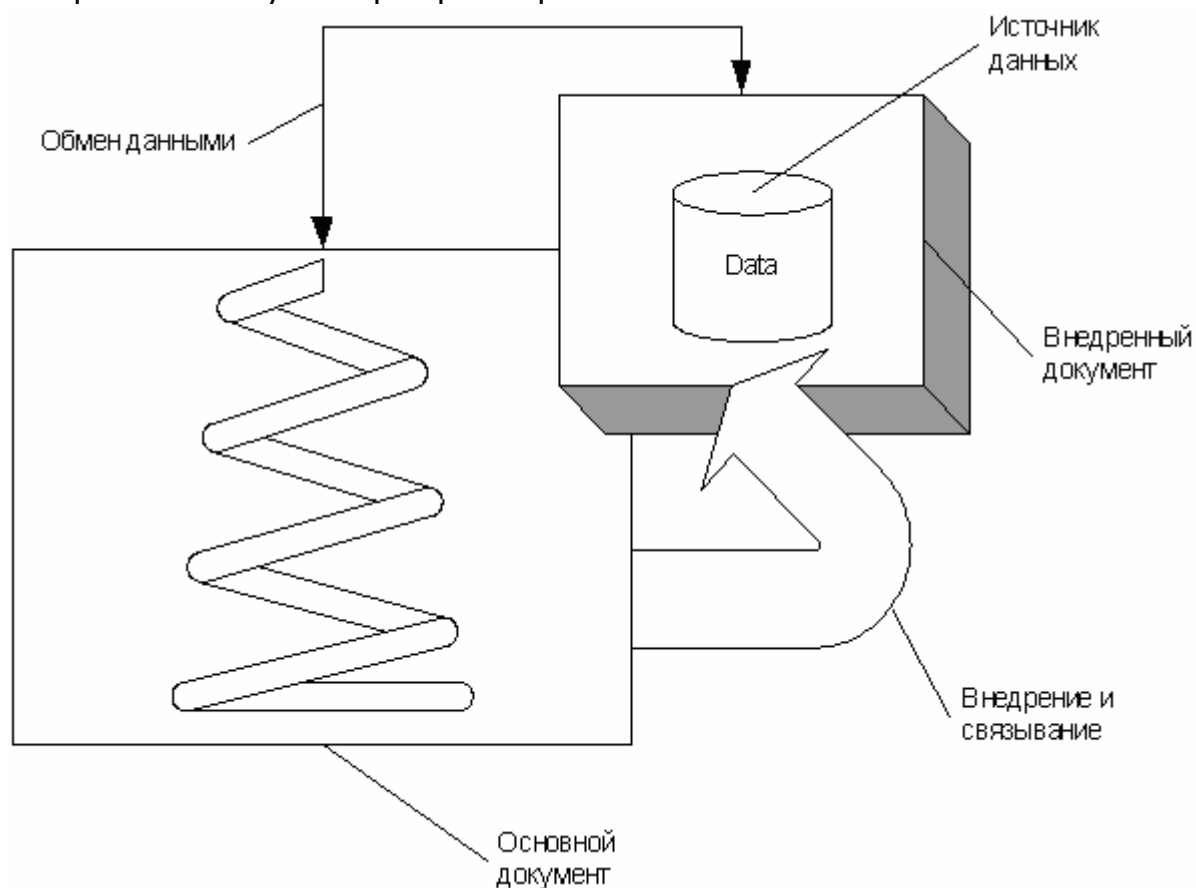


Рисунок 7

Схематически взаимодействие компонентов составного документа представлено на Рисунок 7. В основной документ – модель изделия, встроен источник данных, причем организован обмен данными между моделью и базой.

Модели, управляемые таблицами параметров в Solid Works

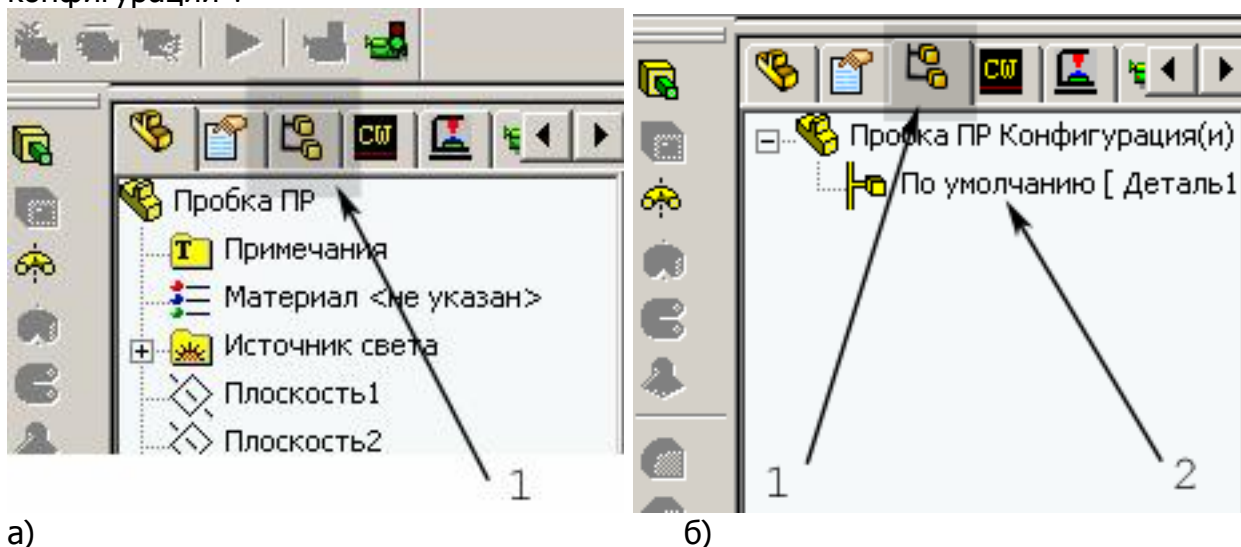
В Solid Works в пределах одного документа – сборки или модели – можно создавать различные варианты указанных компонентов. Эти варианты называются **конфигурациями**.

Всегда имеется хотя бы одна конфигурация – **по умолчанию**. Если конфигураций несколько, то одна из них является выбранной – **активной конфигурацией**.

Применение конфигураций разнообразно, в частности:

- В документах моделей конфигурации позволяют создавать ряд деталей различных размеров, с разными элементами и свойствами, включая свойства пользователя.
- В документах сборок конфигурации позволяют создавать:
 - § упрощенные варианты проекта путем погашения или скрытия компонентов;
 - § ряды сборок с различными конфигурациями компонентов, различными параметрами для элементов сборок, различными размерами или свойствами пользователя, относящимися к конфигурации;
 - § сборки с разнесенными в пространстве компонентами.

Для работы с конфигурациями используется вкладка браузера "менеджер конфигураций":



а)

б)

Рисунок 8

а) – дерево конструирования

1 – вкладка менеджера конфигураций

б) – менеджер конфигураций

1 – вкладка менеджера

2 – конфигурация по умолчанию

Очевидно, что с точки зрения рассматриваемой темы понятие "конфигурация" аналогично записи в базе данных. Входящие в конфигурацию параметры образуют поля базы данных. В целом множество конфигураций компонента образует таблицу базы данных. Ключом (уникальным идентификатором) записей-конфигураций являются их имена.

При использовании конфигураций в проектировании необходимо решить следующие проблемы:

- какие источники данных можно использовать в Solid Works;
- как создать источник данных;
- как определить структуру источника данных по конкретной модели;
- как объединить базу данных и документом модели;
- как выбрать интересующую пользователя информацию из базы.

Источники данных, используемые в Solid Works

Solid Works позволяет использовать в качестве источника информации о геометрии модели или сборке:

- внешний текстовый файл;
- внешнюю электронную таблицу Excel;
- внедренную в документ таблицу Excel;
- источник данных ADO через макрос на VBA (Visual Basic for Application – среду программирования, встроенную в Solid Works);
- источник данных ADO через дополнение (подключаемый модуль – Add In).

Внешние текстовые файлы используются в случае, если на компьютере пользователя отсутствуют электронные таблицы Excel.

Доступ к источникам данных через макросы VBA или подключаемые модули, хотя и обеспечивает (теоретически) доступ к произвольной информации достаточно сложен по организации.

Основным средством для хранения информации о геометрии является файл электронных таблиц. Недостатком этого подхода можно считать ограниченные возможности электронной таблицы по работе с базами данных, необходимость покупки и инсталляции на компьютере пользователя указанного программного продукта (пакет электронных таблиц MS Excel, начиная с версии 1997 года). С другой стороны – электронные таблицы весьма эффективны при проведении электронных расчетов и хранении табличной информации.

Подключение внешней таблицы данных требует формирования в ручном режиме определенной структуры электронной таблицы, что трудоемко и чревато ошибками. Поэтому как фирмой-разработчиком Solid Works, так и в настоящей работе рекомендуется работать с **внедренной** в документ таблицей параметров. В зависимости от настроек, работа с таблицей параметров может происходить либо в окне Solid Works, либо в отдельном окне Microsoft Excel. Далее предполагается, что редактирование происходит в окне САПР.

Добавление и редактирование таблицы параметров к файлу модели

Основными операциями при работе с таблицами параметров являются: добавление, редактирование и удаление (отсоединение) таблицы.

Для **добавления** необходимо выбрать команду меню **Вставка\Таблица параметров**, как показано на рисунке:

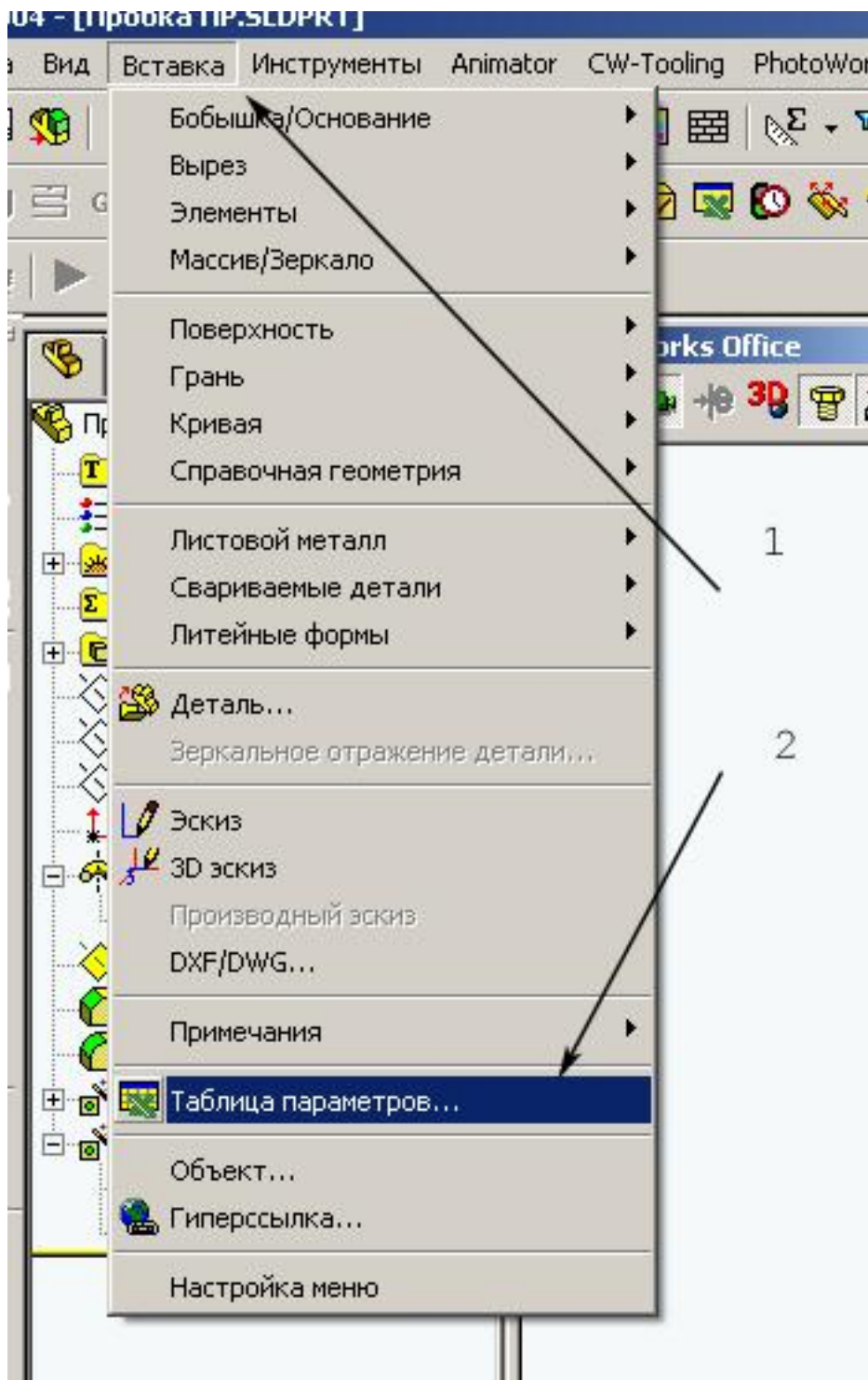


Рисунок 9

1 – раздел меню вставка

2 – команда "добавить таблицу параметров"

После выполнения команды откроется созданная таблица для редактирования. Экран программы в этом случае может выглядеть так:

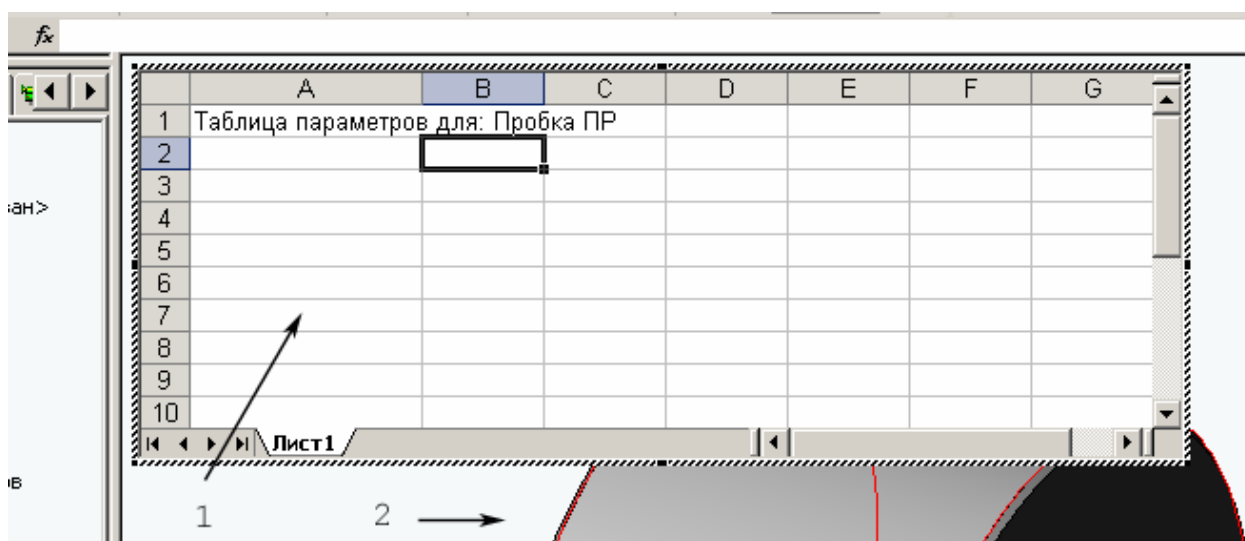


Рисунок 10

- 1 – электронная таблица
- 2 – поле чертежа

После редактирования таблицы (см. далее) необходимо завершить работу. для этого нужно щелкнуть мышью вне электронной таблицы (в поле чертежа). После этого к файлу модели будет добавлена таблица параметров.

Таблица будет добавлена даже в том случае, если в нее **не добавлено никакой информации**. Если файл уже содержит таблицу (пустой и пустую), команда вставки будет **недоступна**. Существующую таблицу можно либо отредактировать, либо удалить.

Наличие таблицы параметров отображается в браузере, как показано далее:

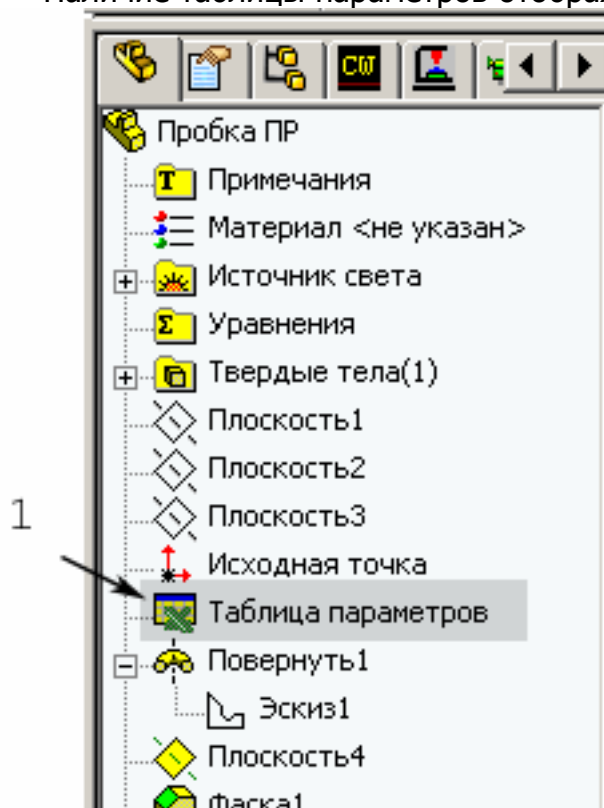


Рисунок 11

- 1 – элемент "таблица параметров" в браузере

Для редактирования используются либо команды меню **Правка\Таблица параметров**, либо контекстное меню (правая кнопка мыши) элемента браузера. Оба варианта приведены на рисунке ниже:

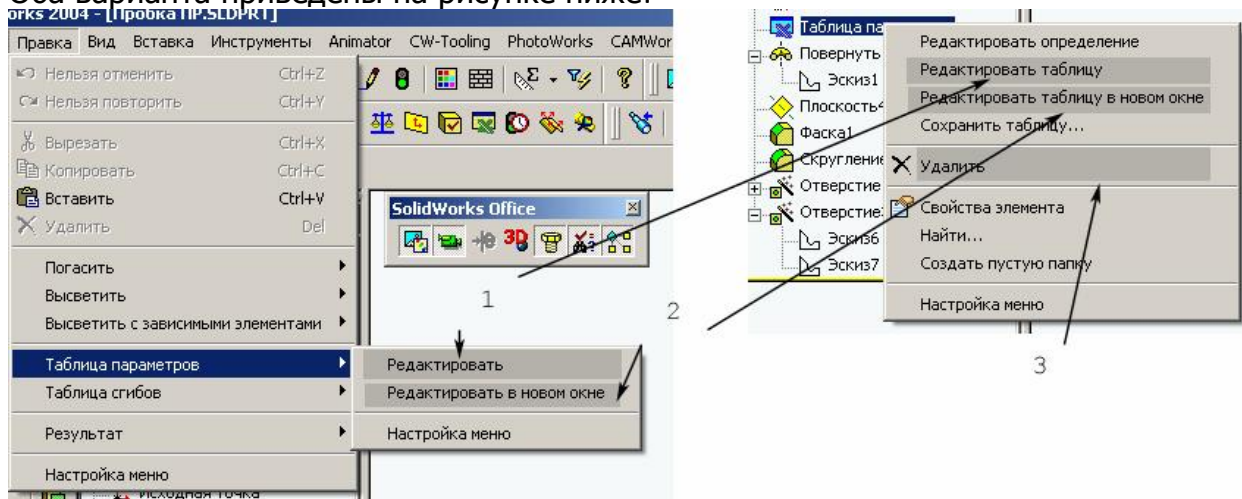


Рисунок 12

- 1 – редактирование в текущем окне
- 2 – редактирование в отдельном окне
- 3 – удаление таблицы параметров

Редактирование данных в таблице не отличается от обычной работы с Excel и в настоящей работе не рассматривается.

Далее рассмотрим процедуру создания таблицы параметров, ее структуру и особенности взаимодействия с Solid Works.

Структура таблицы параметров

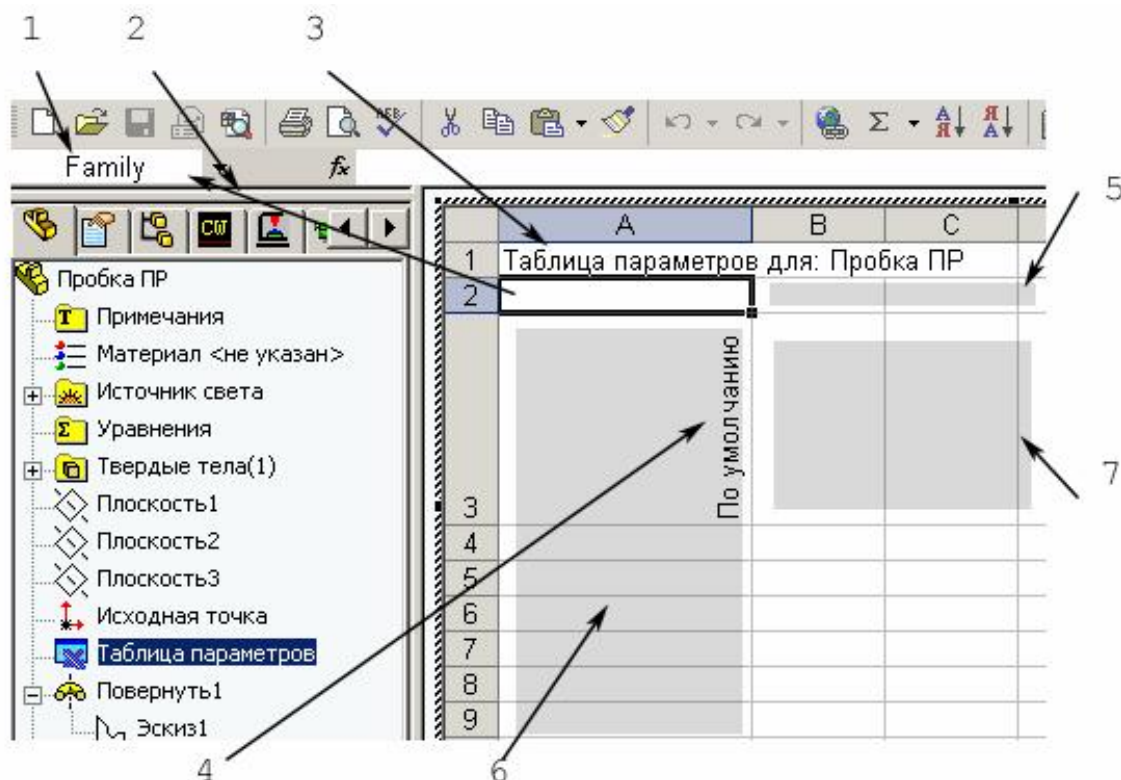


Рисунок 13

- 1,2 – положение и название ячейки начала данных о конфигурациях
- 3 – заголовок таблицы
- 4 – название первой созданной конфигурации
- 5 – названия управляющих параметров таблицы
- 6 – колонка для добавления названий конфигураций
- 7 – значения управляющих параметров конфигурации

Пример электронной таблицы приведен на Рисунок 13.

Таблица параметров начинается с заголовка (3) который носит информационный характер. Автоматически создается ячейка с именем Family (1,2). Система располагает информацией вниз и вправо от этой ячейки. Можно добавлять строки и столбцы влево и вверх, однако эта информация не учитывается Solid Works. Если такие столбцы и строки не добавлены, то адрес базовой ячейки – A2.

Как отмечалось выше, отдельную конфигурацию можно рассматривать как запись в базе данных. Названия конфигураций располагаются вниз от ячейки Family, в том же столбце (6). Названия не должны содержать некоторые специальные символы ("/", "@"). Первая созданная автоматически конфигурация получает имя "По умолчанию" ("default") (4).

Вправо от ячейки Family, в той же строке, располагаются **названия параметров**, управляющих моделью (5). Этими параметрами являются. прежде всего, названия размеров – управляющих размеров эскизов, размерных параметров преобразований объемных тел, а в сборках – размеры, характеризующие взаимное расположение компонентов. Вместе с тем, могут быть созданы и колонки (поля), содержащие следующую информацию:

Таблица 2

Синтаксис параметра (ячейка заголовка)	Допустимые значения (основная ячейка)	Значение по умолчанию, если значение не указано
Только детали		
\$configuration@part_name (\$конфигурация@имя_детали)	имя конфигурации	не определено
\$configuration@<feature_name> (\$конфигурация@имя_элемента)	имя конфигурации	не определено
Детали и сборки		
\$comment (\$заметка)	любая строка текста	пустое
\$partnumber (\$обозначение)	любая строка текста	имя конфигурации
\$state@feature_name (\$состояние@имя_элемента)	Suppressed (Погашен), S Unsuppressed (Не погашен), U	Unsuppressed (Не погашен)
dimension@feature (размер@элемент)	любое допустимое десятичное значение	не определено
\$parent (\$родитель)	имя родительской конфигурации	свойство не определено
\$prp@property (\$prp@свойство)	любая строка текста	свойство не определено
\$state@equation_number@equations (\$состояние@номер_уравнения@уравнения)	Suppressed (Погашен), S Unsuppressed (Не погашен), U	Unsuppressed (Не погашен)

Синтаксис параметра (ячейка заголовка)	Допустимые значения (основная ячейка)	Значение по умолчанию, если значение не указано
\$state@lighting_name (\$состояние@название_освещения)	Suppressed (Погашен), S Unsuppressed (Не погашен), U	Unsuppressed (Не погашен)
\$state@sketch relation@sketch name (\$состояние@взаимосвязь эскиза@имя эскиза)	Suppressed (Погашен), S Unsuppressed (Не погашен), U	Unsuppressed (Не погашен)
\$user_notes (\$заметки_пользователя)	любая строка текста	не определено
\$color (\$цвет)	32-битное целое число, определяющее цвета RGB (красный, зеленый, синий).	ноль (черный)
Только сборки		
\$SHOW@component<instance> \$SHOW@компонент<экземпляр designtimesp=6480>	Yes (Да), Y No (Нет)	No (Нет), N
\$STATE@component<instance> (\$СОСТОЯНИЕ@компонент<экземпляр designtimesp=6492>)	Resolved (Решен), R, Suppressed (Погашен), S	Resolved (Решен)
\$CONFIGURATION@component<instance> (\$КОНФИГУРАЦИЯ@компонент<экземпляр designtimesp=6504>)	имя конфигурации	"Текущая" или последняя сохраненная конфигурация компонента

Для добавления названия размерного параметра в соответствующее поле электронной таблицы можно либо напечатать его название (что чревато ошибками), либо показать соответствующий размер на рабочем поле и выбрать его при помощи мыши.

Для отображения размера необходимо выбрать соответствующий объемный элемент в браузере. При этом Solid Works добавляет в таблицу параметров параметр состояния элемента (погашен – не погашен). Соответствующие колонки далее можно удалить, либо оставить в таблице.

При выборе размера, кроме его названия, в строке конфигурации по умолчанию появляются значения параметров в спроектированной детали.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Таблица параметров для: Пробка ПР						
2			\$СОСТОЯНИЕ@Повернуть1		1		
			D4@Эскиз1		2		
					3		
3		По умолчанию	НЕ ПОГАСН		4		
4			21		5		

Рисунок 14

- 1 – название параметра (состояние повернутого вокруг оси элемента)
- 2 – название размерного параметра
- 3 – ячейка для ввода названия следующего параметра
- 4 – значение параметра состояния (элемент не погашен, то есть виден в модели)
- 5 – текущее значение размера

На приведенном выше рисунке к конфигурации по умолчанию добавлены параметр состояния элемента (1,4) модели и размерный параметр(2,5). Следующий параметр будет добавлен в ячейку, выделенную рамкой (3).

После добавления всех необходимых параметров получим корректно сформированную электронную таблицу параметров и конфигурацию по умолчанию.

Для создания следующей конфигурации достаточно скопировать строку с конфигурацией по умолчанию, сменить название конфигурации и ввести новые значения параметров.

Можно дать некоторые дополнительные рекомендации по оформлению электронной таблицы.

1. Excel позволяет сохранять в файле электронной таблицы графику. Таким образом, можно добавлять вспомогательные чертежи, эскизы и т.д.
2. Рекомендуется также выполнять форматирование таблицы параметров (например, при помощи средства "автоформат").
3. Над строкой с названиями параметров, полученных из файла Solid Works, которые нельзя назвать излишне информативными, можно добавить строку,

в которой приводятся "говорящие" – осмысленные – названия параметров модели (см. рисунок ниже).

4. Excel позволяет использовать в ячейках формулы. Таким образом, можно задать уравнения связи между отдельными параметрами модели. В файл Solid Works будут считаны результаты расчетов.
5. Файл электронной таблицы может служить мощным калькулятором и хранить вспомогательные расчеты, результаты которых могут влиять на параметры модели. Таким образом, можно реализовать альтернативу не очень богатым возможностям по расчету уравнений в Solid Works. Например, лист Excel может хранить таблицу расчета зубчатой передачи по передаваемому крутящему моменту, а таблица параметров - использовать эти результаты для расчета геометрии зубчатого колеса.
6. Формулы могут быть использованы для автоматического формирования названий конфигураций. Например, если таблица содержит данные о диаметре резьбы болта "M" и длине резьбовой части "L", то формула для формирования названия может выглядеть так: ="Болт_"&M&"*"&L, а результат: "Болт_10*25". Знак = обозначает начало формулы, вместо M и L необходимо подставить адреса ячеек с параметрами, а знак & означает соединение строк. За более подробными сведениями необходимо обратиться к документации по электронным таблицам Excel.

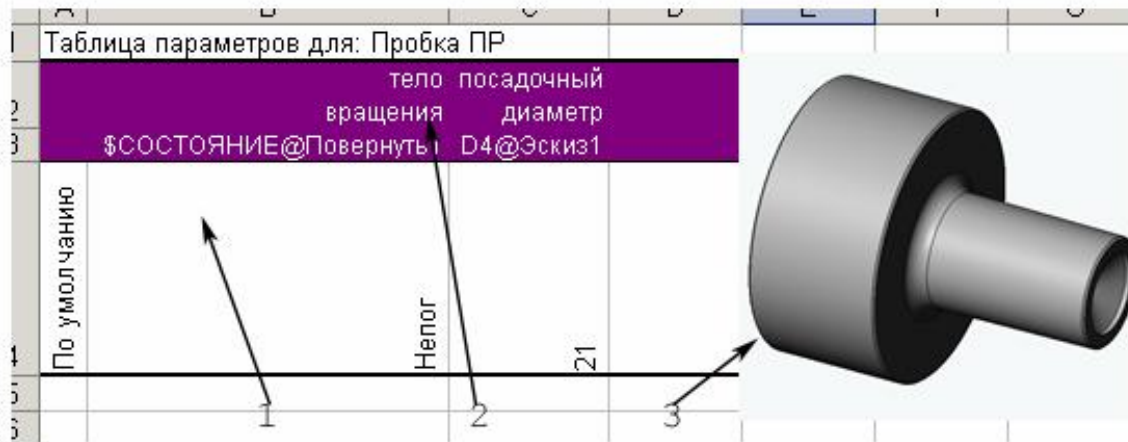


Рисунок 15

- 1 – форматированная таблица
- 2 – расшифровка параметров
- 3 – графика

На рисунке выше приведен условный пример таблицы параметров, в которой выполнено форматирование, добавлена строка расшифровки параметров и графический материал.

Примеры проектирования

Рассмотрим пример проектирования моделей и сборок, управляемых таблицами параметров. В качестве примера спроектируем гладкий калибр-пробку для отверстий в диапазоне диаметров 3-50 мм. Размеры калибров регламентированы ГОСТ 14807-69 – ГОСТ 14827-69.

Анализ конструкции

Калибр-пробка представляет собой рукоятку (ГОСТ 14748-69), в которую запрессованы две вставки – проходная (обозначение ПР) и непроходная (НЕ). Диаметры вставок рассчитываются так, что проходная пробка может войти в годное отверстие, а непроходная – нет.

Сборка состоит из трех отдельных деталей, которые надо спроектировать как отдельные модели.

Вставки представляют собой тела вращения с центровыми отверстиями, фасками и галтелью. Тело вращения состоит из цилиндрической части (собственно измерительной поверхности) и конуса для заделки в рукоятку. Конусность задана параметром 1:50. В Solid Works такой способ задания конуса отсутствует, таким образом, для построения конуса потребуется уравнение. Стандартом регламентирован диаметр заделки вставки в рукоятку и расстояние от торца рукоятки до торца вставки (см. чертеж далее), что также создает определенные трудности при моделировании.

Рукоятка представляет собой цилиндр с лыской (допускается две лыски, либо правильный шестигранник), со сквозным отверстием по оси для заделки вставок. По краям отверстия имеются участки с конической частью под конус вставок. Со стороны вставки ПР выполнено радиальное отверстие. Рукоятка покрыта сетчатым рифлением.

Рукоятка со вставками в сборе имеет регламентированный габаритный линейный размер.

Таким образом, в состав сборки входят три детали, размеры которых регламентированы стандартом. Эти детали являются естественными кандидатами для создания управляющих таблиц.

Сначала спроектируем проходную вставку ПР, далее модифицируем ее для получения вставки НЕ. После этого спроектируем рукоятку и сборку рукоятки со вставками.

Проектирование вставки ПР

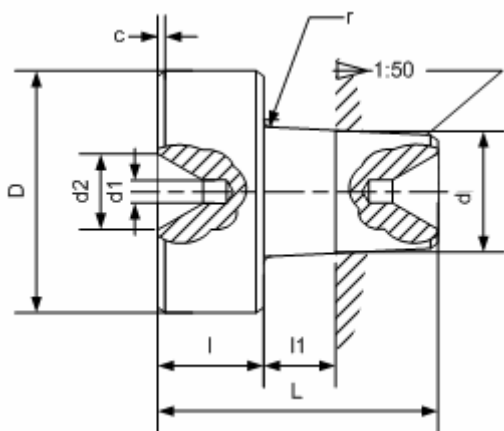
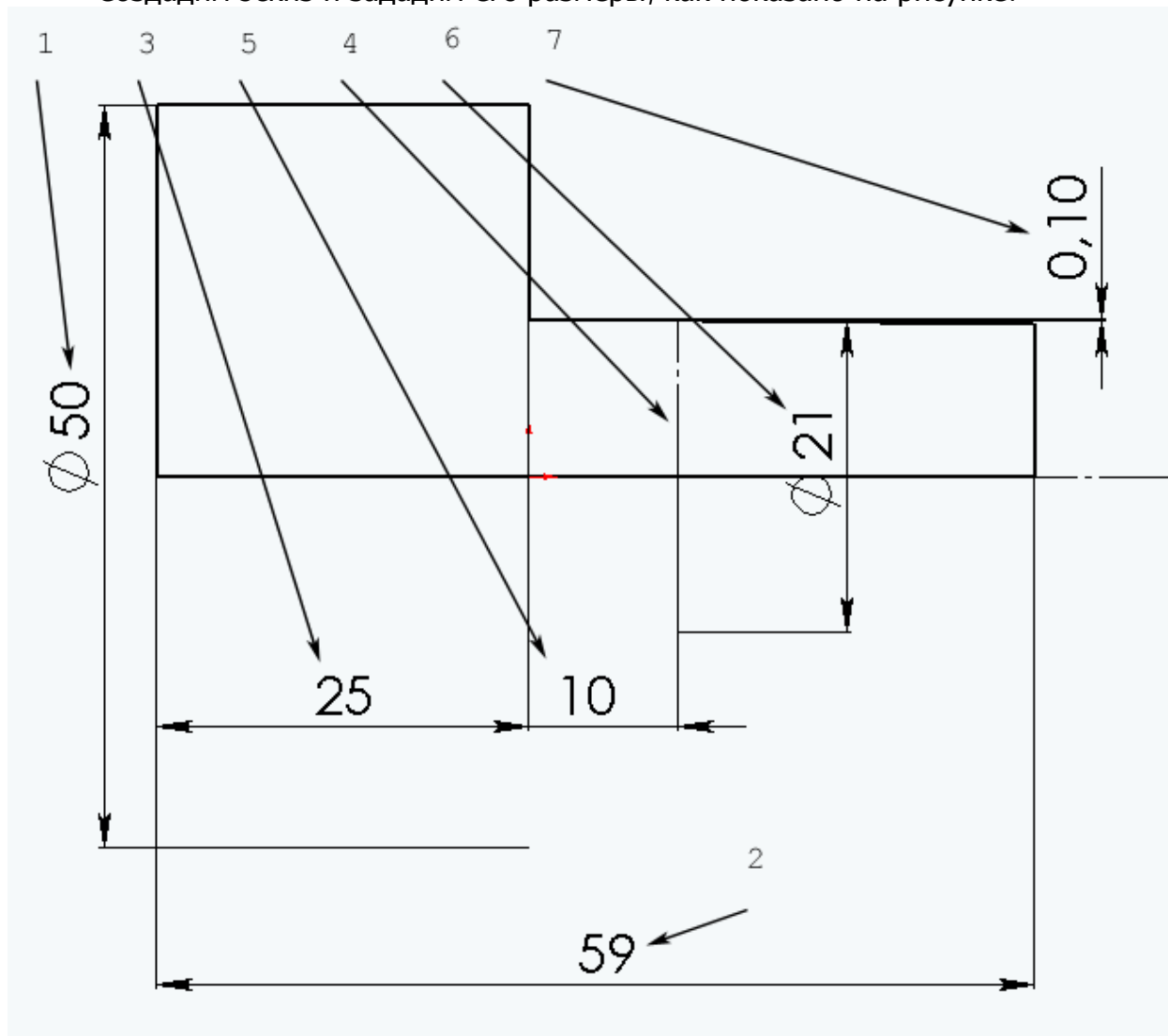


Рисунок 16

Назначение параметров очевидно из приведенной схемы. При проектировании эскиза сначала создадим тело вращения, потом добавим фаски, галтель и центровые отверстия. Параметры, приведенные в ГОСТ неудобны для использования в качестве имен размерных параметров в Solid Works. Поэтому в таблице параметров создадим поясняющую назначение параметров строку и добавим приведенный выше рисунок в качестве иллюстрации.

Рассмотрим процесс проектирования пошагово.

Создадим эскиз и зададим его размеры, как показано на рисунке:



1 – номинальный диаметр
2 – габаритная длина
3 – длина вставки
4 – линия заделки (по которой задан диаметр под рукоятку)
5 – расстояние от торца вставки до торца рукоятки
6 – диаметр в заделке
7 – размер, определяющий конусность (см. далее задание уравнения).

25

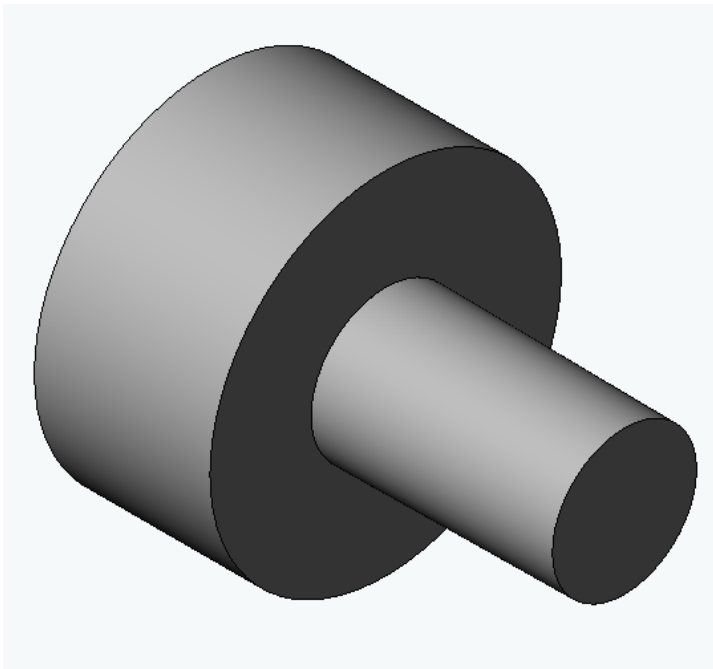


Рисунок 18

Для задания конусности ножки зададим размер, показанный выше (Рисунок 17 7) через уравнение. Конусность 1:50 соответствует уменьшению диаметра в пропорции 1/50 мм на 1 мм, что и отражает уравнение ("D5@Эскиз1" = "I_1@Эскиз1"/100). Коэффициент 1/100 соответствует радиальному размеру.

Для упрощения базирования вставки в сборке удобно задать плоскость, параллельную торцу на расстоянии I1 (см. выше Рисунок 16 и рисунок далее).

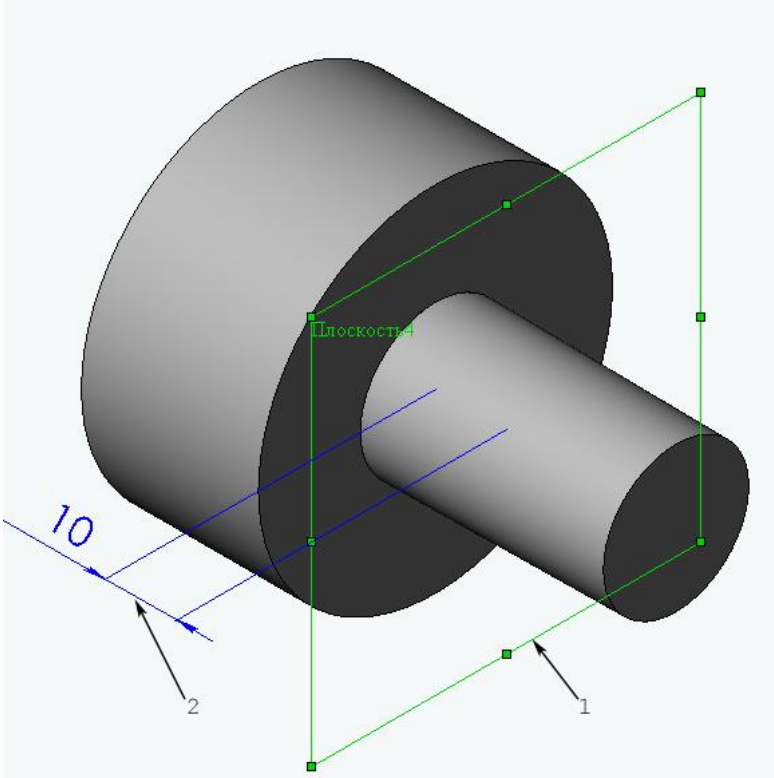


Рисунок 19

1 – плоскость для сборки
2 – размер-параметр

Значение размера-расстояния до плоскости (Рисунок 19 2) связан с размером до плоскости заделки на эскизе (Рисунок 17 5).

Добавим фаски, скругления и центровые отверстия с параметрами, соответствующими стандарту. Эти операции не требуют дополнительных пояснений. Модель приобретает следующий вид:

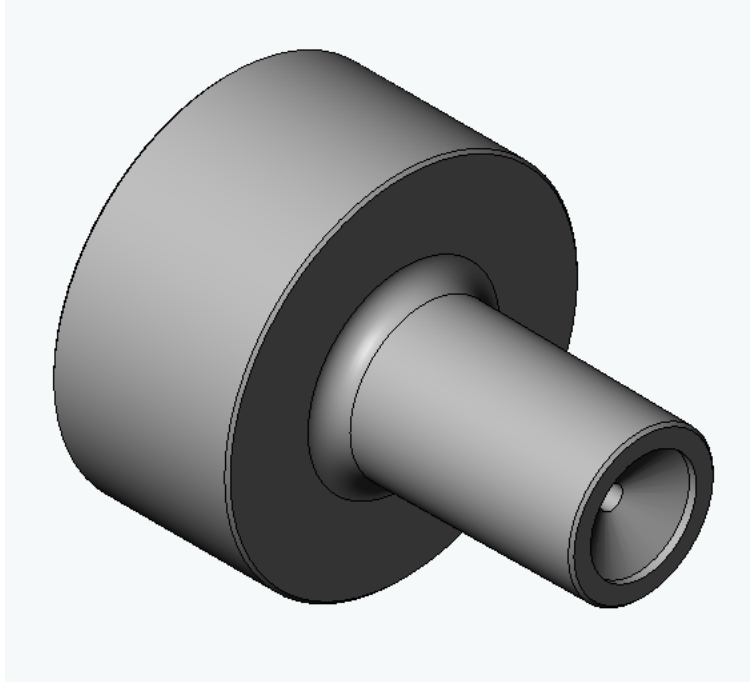


Рисунок 20

Добавим к созданной модели таблицу параметров (см. материал выше). Вновь созданная таблица параметров выглядит следующим образом:

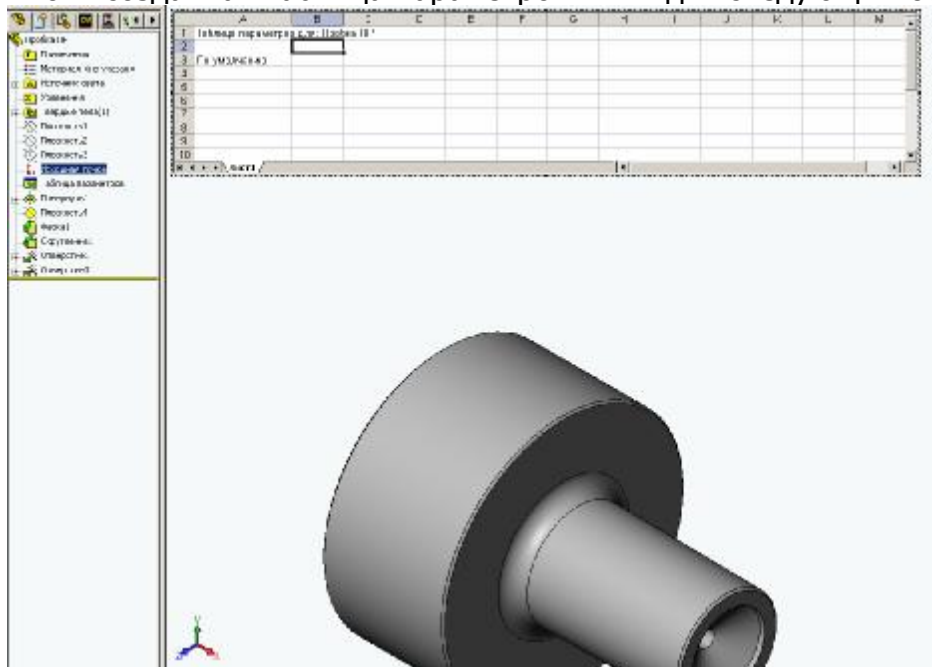


Рисунок 21

Создана конфигурация по умолчанию, к которой надо добавить управляющие параметры. Добавим их в порядке, который соответствует приведенному в ГОСТ (номинальный диаметр, длина и т.д.) по приведенной выше схеме: выбор элемента в браузере, выбор размера-параметра.... Полностью

сформированная таблица имеет вид, приведенный на рисунке далее (некоторые параметры выходят за границы экрана и не показаны):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2	Таблица параметров для: Пробка ПР								
3	Номинальный диаметр	Длина	Диаметр заделки	Диаметр сверла	Диаметр рассверл.	Длин пробки	Длина до торца	Фаска	Галтель
4	По умолчанию	50	59	21	3,15	15	25	10	0,4

Рисунок 22

Добавим выше строки с названиями параметров (для чего необходимо выделить строку с названиями, щелкнув мышью по номеру строки слева, щелкнуть правой кнопкой мыши по номеру выделенной строки и из контекстного меню выбрать пункт "добавить ячейки") их расшифровку, саму строку с названиями скроем (контекстное меню строки с соответствующей информацией – "скрыть"), а полученную в результате таблицу отформатируем.

Указанные манипуляции требуют некоторых знаний о работе в среде электронных таблиц Excel, справка по ним может быть получена либо в специальной литературе, либо в справочной системе этой программы. Полученный результат представлен ниже:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Таблица параметров для: Пробка ПР										
2		Номинальный диаметр	Длина	Диаметр заделки	Диаметр сверла	Диаметр рассверл.	Длин пробки	Длина до торца	Фаска	Галтель	
4	По умолчанию	50	59	21	3,15	15	25	10	0,4	3	

Рисунок 23

Для формирования названия конфигурации введем в соответствующую ячейку формулу: ="Пробка ПР "&B4&"ГОСТ 14810-69", а над таблицей поместим схему, приведенную выше (Рисунок 16). Результат приведен на рисунке ниже:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Таблица параметров для: Пробка ПР									
2		Номинальный диаметр	Длина	Диаметр заделки	Диаметр сверла	Диаметр рассверл.	Длин пробки	Длина до торца	Фаска	Галтель
4	Пробка ПР 50 ГОСТ 14810-69	50	59	21	3,15	15	25	10	0,4	3

Рисунок 24

- 1 – формула
- 2 - результат

Скопируем строку с конфигурацией вниз, и изменим данные в скопированных строках по данным стандарта. Полученная таблица приведена далее:

Таблица 3

Technical drawing of a plug (Пробка ПР) showing dimensions: D (outer diameter), d2 (inner diameter), d1 (thread diameter), c (thread length), r (fillet radius), 1:50 (taper), l (total length), l1 (thread length), and L (length to end face).

Таблица параметров для: Пробка ПР

	Номинальный диаметр	Длина	Диаметр заделки	Диаметр сверла	Диаметр рассверл.	Длина пробки	Длина до торца	Фаска	Галтель
Пробка ПР 50 ГОСТ 14810-69	50	59	21	3,15	15	25	10	0,4	3
Пробка ПР 40 ГОСТ 14810-69	40	50	18	2	15	20	9	0,4	3
Пробка ПР 30 ГОСТ 14810-69	30	43	15	2	2	16	8	0,4	2
Пробка ПР 24 ГОСТ 14810-69	24	35	11	2	2	12	7	0,4	2
Пробка ПР 18 ГОСТ 14810-69	18	33	8	1,6	1,6	12	6	0,4	1,6
Пробка ПР 14 ГОСТ 14810-69	14	29	6	1,25	1,25	10	5	0,4	1
Пробка ПР 10 ГОСТ 14810-69	10	26	4	0,8	0,8	10	4	0,4	0,5
Пробка ПР 5 ГОСТ 14810-69	5	23,5	2,5	0,5	0,5	8	4	0,2	0,5

Созданные в таблице параметров конфигурации, полученные Solid Works, отображаются в диалоговом окне:

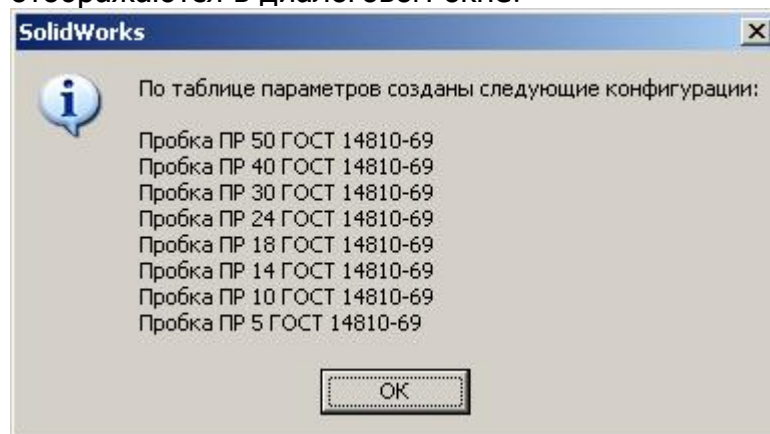


Рисунок 25

В менеджере конфигураций появятся добавленные конфигурации, одна из которых является в данный момент активной, что отмечено на рисунке далее.

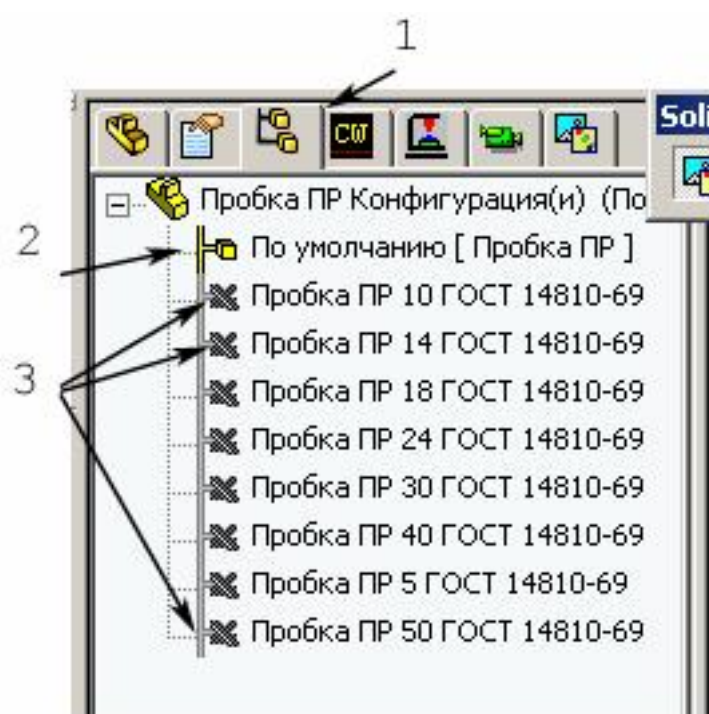


Рисунок 26

- 1 – менеджер конфигураций
- 2 – активная (выбранная) конфигурация
- 3 – доступные конфигурации

Далее приведены в сравнимом масштабе пробки ПР 10, 24 и 50, созданные по конфигурациям в таблице параметров¹.

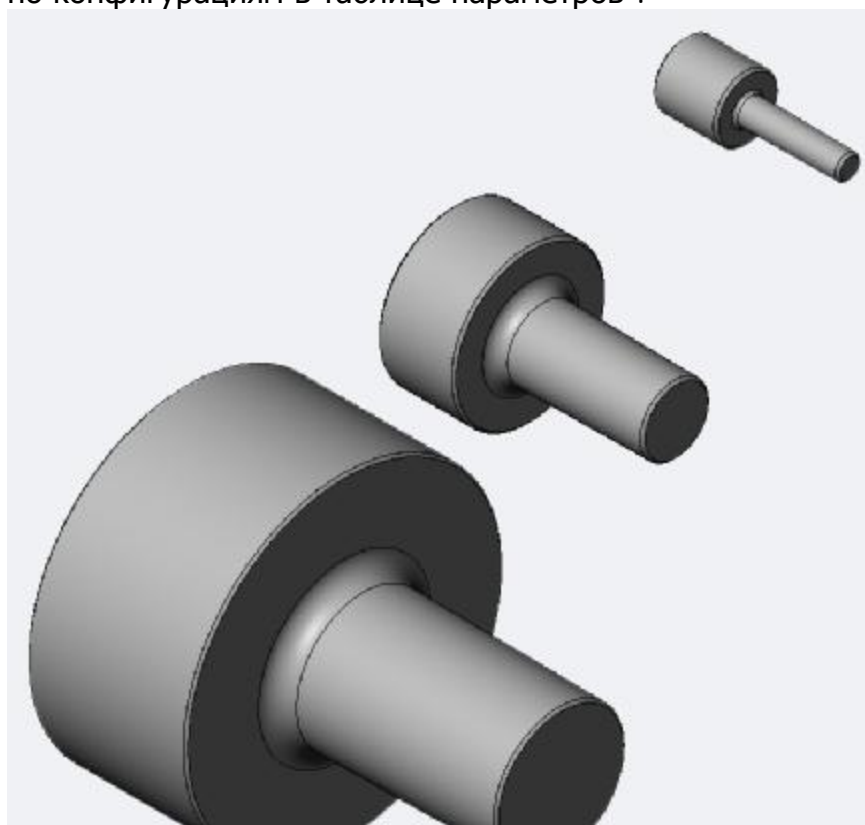


Рисунок 27

¹ Центровые отверстия не отображены.

Аналогично спроектируем и непроходную пробку. В данном случае можно использовать пробку ПР в качестве прототипа, внося в файл модели необходимые изменения. Подробно этот процесс не рассматривается, так как полностью аналогичен проектированию пробки ПР.

Для проектирования рукоятки по ГОСТ 14748-69 – ГОСТ 14752-69 используем следующий прием: создадим сборку со вставками ПР и НЕ и спроектируем в контексте сборки рукоятку. Далее зададим необходимые по стандарту размеры с помощью таблицы параметров.

При использовании компонентов, имеющих конфигурации, Solid Works предлагает выбрать одну из них для работы. Например, при вставке компонента в сборку из файла (см. рисунок ниже) имеется возможность выбрать конфигурацию в диалоговом окне.

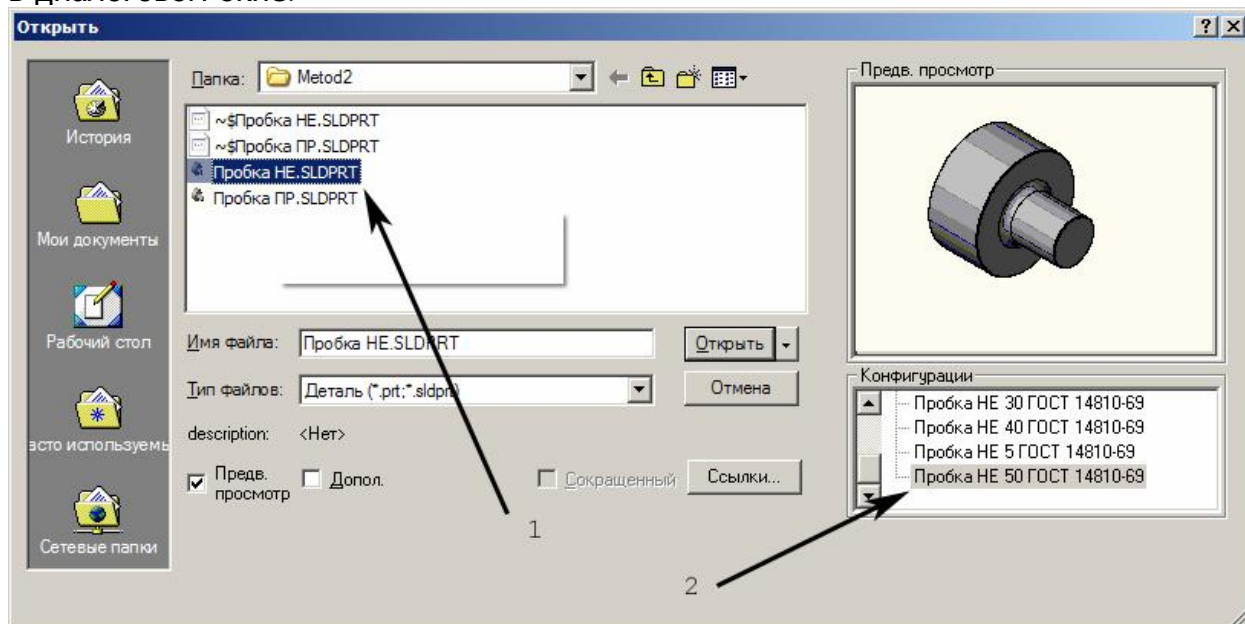


Рисунок 28

- 1 – выбранный файл
- 2 – доступные конфигурации

Сначала в файл сборки добавляем две вставки – ПР и НЕ, выбираем конфигурацию для номинального размера 50. Добавляем взаимосвязь «соосность» и расстояние между торцами по ГОСТ. Полученная в результате сборка имеет вид, как показано на следующем рисунке:

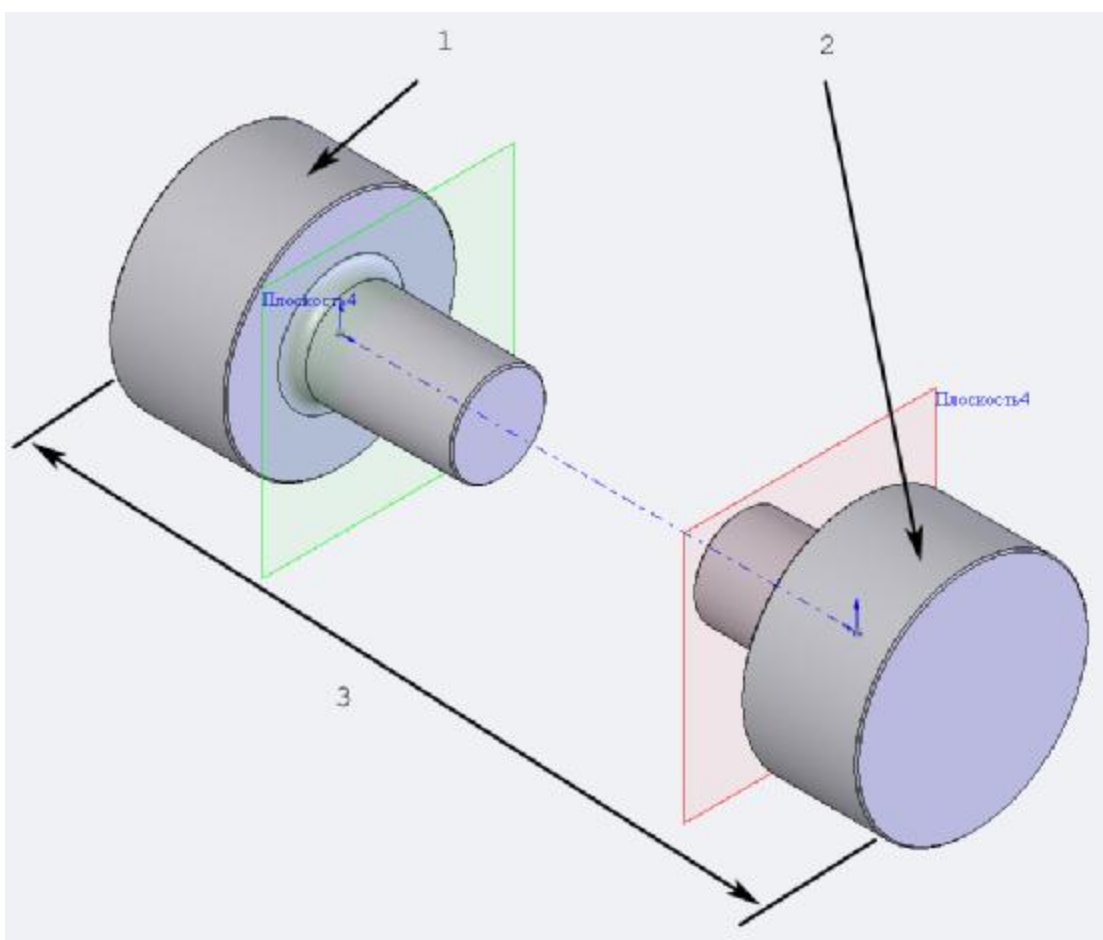


Рисунок 29

- 1 – вставка ПР
- 2 – вставка НЕ
- 3 – взаимосвязь «расстояние между торцами»

Проектируем в контексте сборки рукоятку.

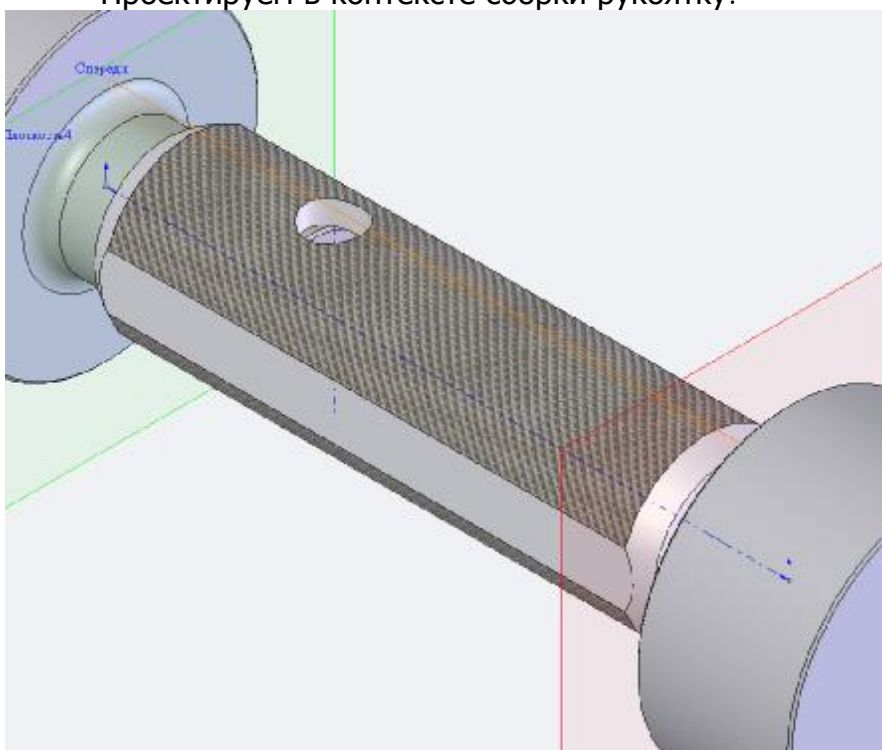


Рисунок 30

Рукоятка соответствует исполнению 1 (круглая с одной лыской). Накатка имитирована средствами Solid Works, позволяющими задать оптические свойства поверхности.

Откроем файл рукоятки отдельно, добавим таблицу параметров и необходимые управляющие размеры этой таблицы, а именно:

- наружный диаметр рукоятки;
- размер лыски;
- размеры фасок;
- диаметр радиального отверстия;
- расстояние до радиального отверстия.

Построение таблицы было подробно рассмотрено выше, поэтому далее не приводится.

Для согласования размеров вставок и рукоятки необходимо также добавить таблицу параметров в сборку. Конфигурации этой таблицы соответствуют номинальному диаметру пробки. Поля таблицы соответствуют конфигурациям вставок и рукоятки для заданного диаметра, а также задают некоторые размеры компонентов сборки в ее контексте.

Пример таблицы параметров для сборки приведен ниже. Таблица, кроме уже известных колонок для размеров содержит специфические для сборок поля, позволяющие выбрать конфигурацию компонента. Например, при номинальном диаметре 50, необходимо выбрать определенный по стандарту габаритный размер, вставки ПР и НЕ номиналом 50 и рукоятку под вставки указанного диаметра.

Таблица 4

Таблица параметров для: Сборка1

	Длина калибра	Конфигурация вставки ПР	Конфигурация вставки НЕ	Конфигурация рукоятки
	D1@Расстояние1	\$КОНФИГУРАЦИЯ@Пробка ПР<1>	\$КОНФИГУРАЦИЯ@Пробка НЕ<2>	\$КОНФИГУРАЦИЯ@Рукоятка<1>
По умолчанию	161	Пробка ПР 50 ГОСТ 14810-69	Пробка НЕ 50 ГОСТ 14810-69	Для ф50
50	161	Пробка ПР 50 ГОСТ 14810-69	Пробка НЕ 50 ГОСТ 14810-69	Для ф50
40	140	Пробка ПР 40 ГОСТ 14810-69	Пробка НЕ 40 ГОСТ 14810-69	Для ф40
30	132	Пробка ПР 30	Пробка НЕ 30	Для ф30

		ГОСТ 14810-69	ГОСТ 14810-69	
24	114	Пробка ПР 24 ГОСТ 14810-69	Пробка НЕ 24 ГОСТ 14810-69	Для ф24
18	102	Пробка ПР 18 ГОСТ 14810-69	Пробка НЕ 18 ГОСТ 14810-69	Для ф18
14	86	Пробка ПР 14 ГОСТ 14810-69	Пробка НЕ 14 ГОСТ 14810-69	Для ф14
10	76	Пробка ПР 10 ГОСТ 14810-69	Пробка НЕ 10 ГОСТ 14810-69	Для ф10
5	66	Пробка ПР 5 ГОСТ 14810-69	Пробка НЕ 5 ГОСТ 14810-69	Для ф5

Далее в сравнимом масштабе приведены калибры-пробки номинальным диаметром 50, 24 и 5 мм. Модели сгенерированы автоматически, только по конфигурациям без какой бы то ни было корректировки.

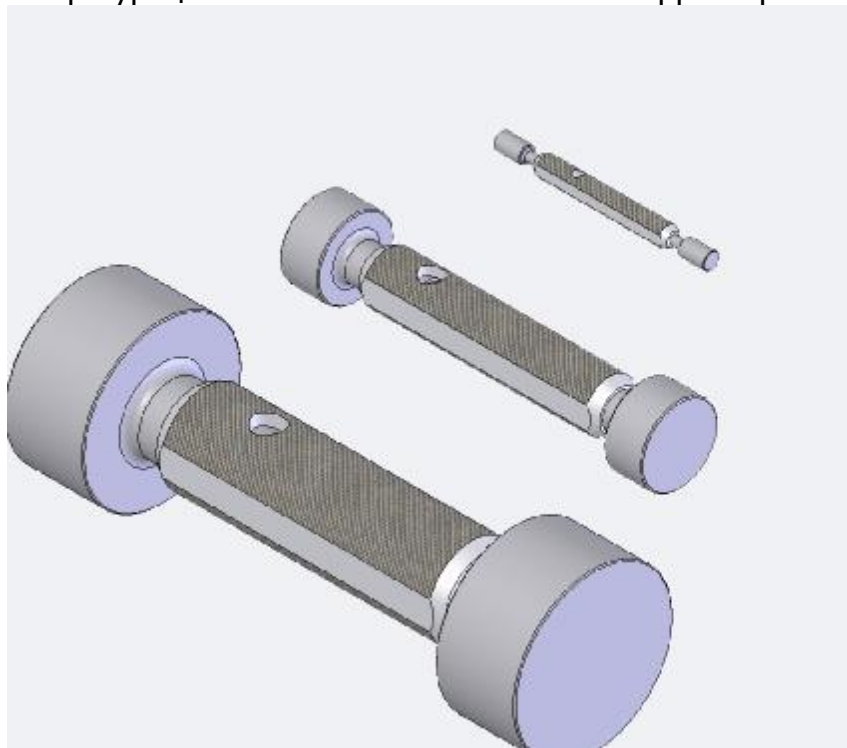


Рисунок 31

Преимущества использования таблиц параметров очевидны из рассмотренных примеров – в том случае, когда изделие имеет несколько разновидностей или образует размерный ряд, который не сводится к простому пересчету уравнениями – применение таблиц параметров и деталей с конфигурациями весьма эффективно. Особенно удачно указанный инструмент применяется для стандартизованных деталей и сборок.

Построим на базе указанной сборки чертеж. Основные вопросы, связанные с построением и оформлением чертежей рассматриваются в другой работе, однако сейчас нас интересует специфика построения чертежей изделий с таблицами параметров.

Чертеж строится на конфигурации по умолчанию. Изменение размеров или текущей конфигурации при настройках среды по умолчанию – не изменяет чертеж. Это с одной стороны – непривычно для Solid Works, в котором весьма последовательно реализована идея об ассоциативности, с другой – позволяет проектировщику разработать качественный чертеж конфигурации по умолчанию и не беспокоиться о возможных перестройках чертежа.

Пример чертежа приведен ниже:

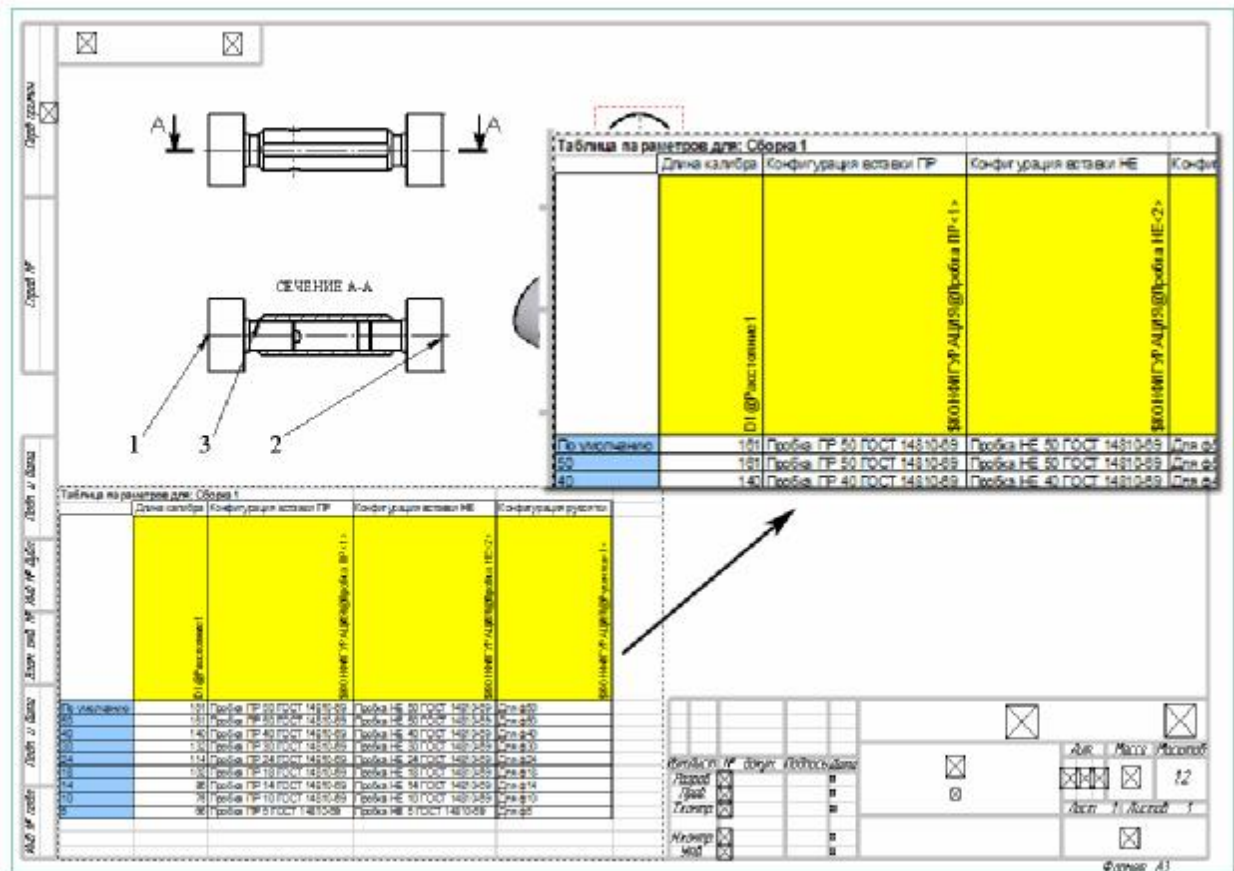


Рисунок 32

К чертежу можно добавить таблицу параметров (выделено на рисунке), что значительно повышает информативную ценность чертежа.

Модели, управляемые таблицами параметров в Autodesk Inventor

В сравнении с Solid Works, реализованные в Inventor возможности по связи со внешними базами данных и в частности с электронными таблицами Excel представляются несколько менее гибкими. Для обычных деталей и сборок предоставляется возможность связать (link) или встроить (embed) электронную таблицу с общими параметрами для нескольких файлов проекта. Таблица может содержать справочные данные, начиная с произвольной ячейки и в произвольном направлении (по строкам или столбцам). Данные в таблице должны содержать в обязательном порядке: имя параметра и его значение, а также могут содержать: единицы измерения и комментарий. До известной степени такое ограничение

оправдано более удобной организацией работы с параметрами и простотой создания взаимосвязей между отдельными размерами.

С другой стороны, в AutoDesk Inventor, в сравнении с Solid Works, задача создания деталей с конфигурациями принципиально отделена от процесса проектирования обычных деталей. Этот подход до известной степени снижает гибкость проектирования, которое достигается широким применением конфигураций в Solid Works, однако представляется более логичным с концептуальной точки зрения.

Inventor оперирует понятием «iPart», то есть «интеллектуальная деталь», аналогом термина «конфигурация» в Solid Works, является термин «версия». Фактически под iPart понимается:

базовая модель с данными, необходимыми для построения всех ее конфигураций (версий) – прототип;

конкретный экземпляр прототипа, реализованный в данном конкретном проекте.

Схематически разработку и использование деталей прототипов можно представить на следующем рисунке:

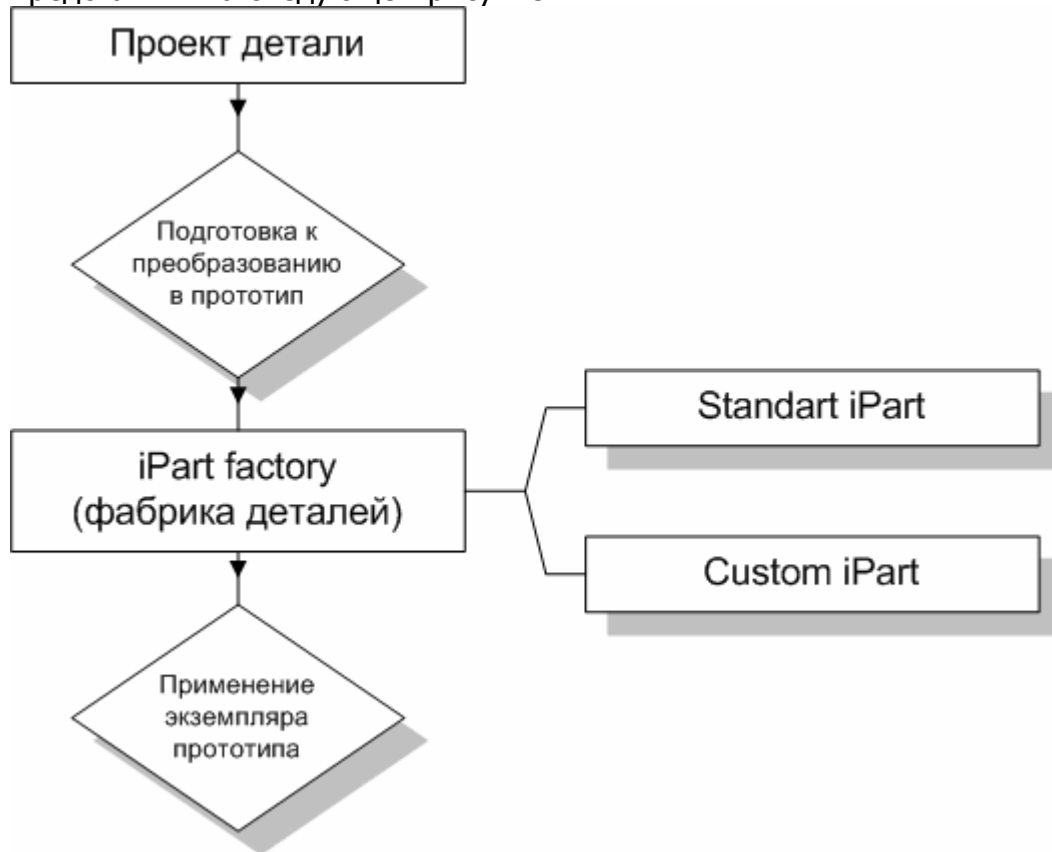


Рисунок 33

Первым шагом в разработке прототипа является разработка конкретной модели изделия. Далее разработчик должен определить постоянные параметры, неизменные во всех конфигурациях, и переменные. Группа переменных параметров далее будет включена в таблицу версий (конфигураций), поэтому рекомендуется задать «говорящие» (осмысленные) имена соответствующим параметрам. По завершении указанной подготовки используется специальный инструмент – «Create iPart» (создание детали-прототипа), который формирует необходимую таблицу с конфигурациями.

Примеры проектирования

Рассмотрим пример проектирования. Пусть требуется спроектировать плиту прямоугольного сечения с цилиндрическими отверстиями под винт и штифт, как показано на рисунке (с необходимыми фасками):

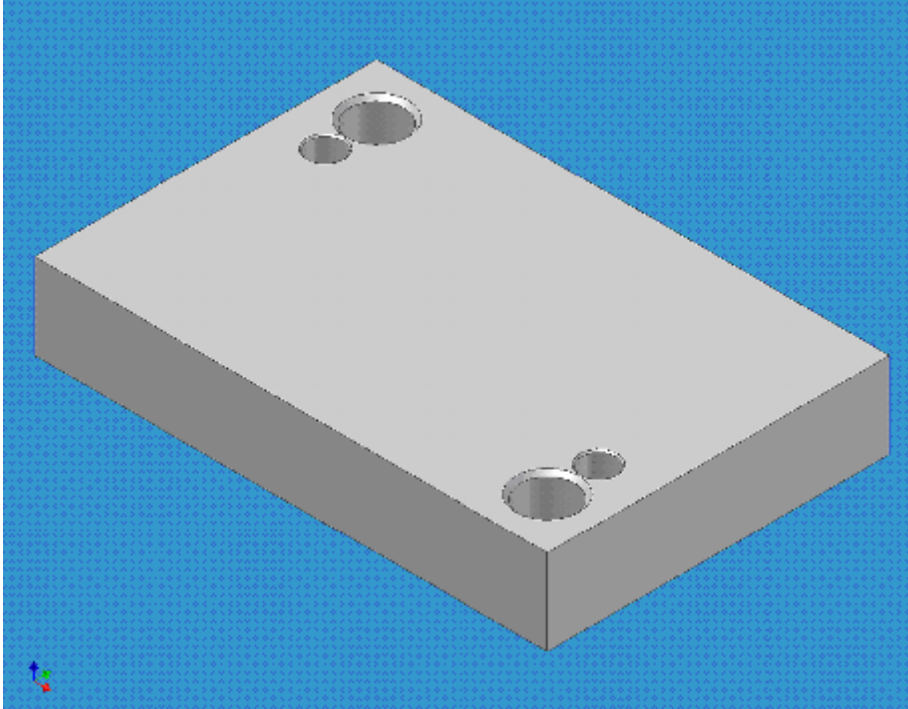


Рисунок 34

В данном случае, переменными параметрами будут:

- размеры плиты;
- диаметр отверстий под штифт;
- диаметр отверстий под винт;
- координатные размеры отверстий;
- размеры фасок.

Зададим необходимые уравнения связи и понятные имена публикуемым параметрам. После выполнения команды **"Tools\Create iPart"**, Inventor автоматически выделит все размеры, на которые заданы «нестандартные» имена, как имена полей базы данных конфигураций. Для созданной плиты соответствующее диалоговое окно может выглядеть так, как показано на Рисунок 35.

Цифрами отмечены:

1-7 вкладки свойств, которые могут быть меняться от версии к версии и требуют настройки при создании конкретного экземпляра детали (1 – размерные параметры, 2 – свойства модели, такие как материал, автор и т.д... 3 – состояние отдельных элементов модели, например – добавить или погасить дополнительное резьбовое отверстие к плите, 4 – интеллектуальные сборочные сопряжения, 5 – вспомогательная геометрия, например – оси, плоскости... 6 – резьба, 7 – свойствами элементы, дополнительно заданные проектировщиком). Каждая вкладка организована аналогично, поэтому рассмотрим только вкладку с размерными параметрами (1).

В списке слева приведены все размеры по каждому объемному элементу (8). Справа – экспортированные в таблицу параметров размеры и их имена (9), причем имена параметров, измененных проектировщиком автоматически перенесены в

область экспорта. Для манипуляции выделенными элементами этих списков предназначены кнопки (10).

Поля таблицы параметров, сформированные на основании всех отображенных элементов на всех вкладках, приведены в нижней части диалогового окна (11). Сформированная версия, соответствующая текущей конфигурации плиты (12) отмечена светло-зеленым цветом. Эта конфигурация выбирается по умолчанию, причем можно изменить как порядок следования версий, так и версию по умолчанию.

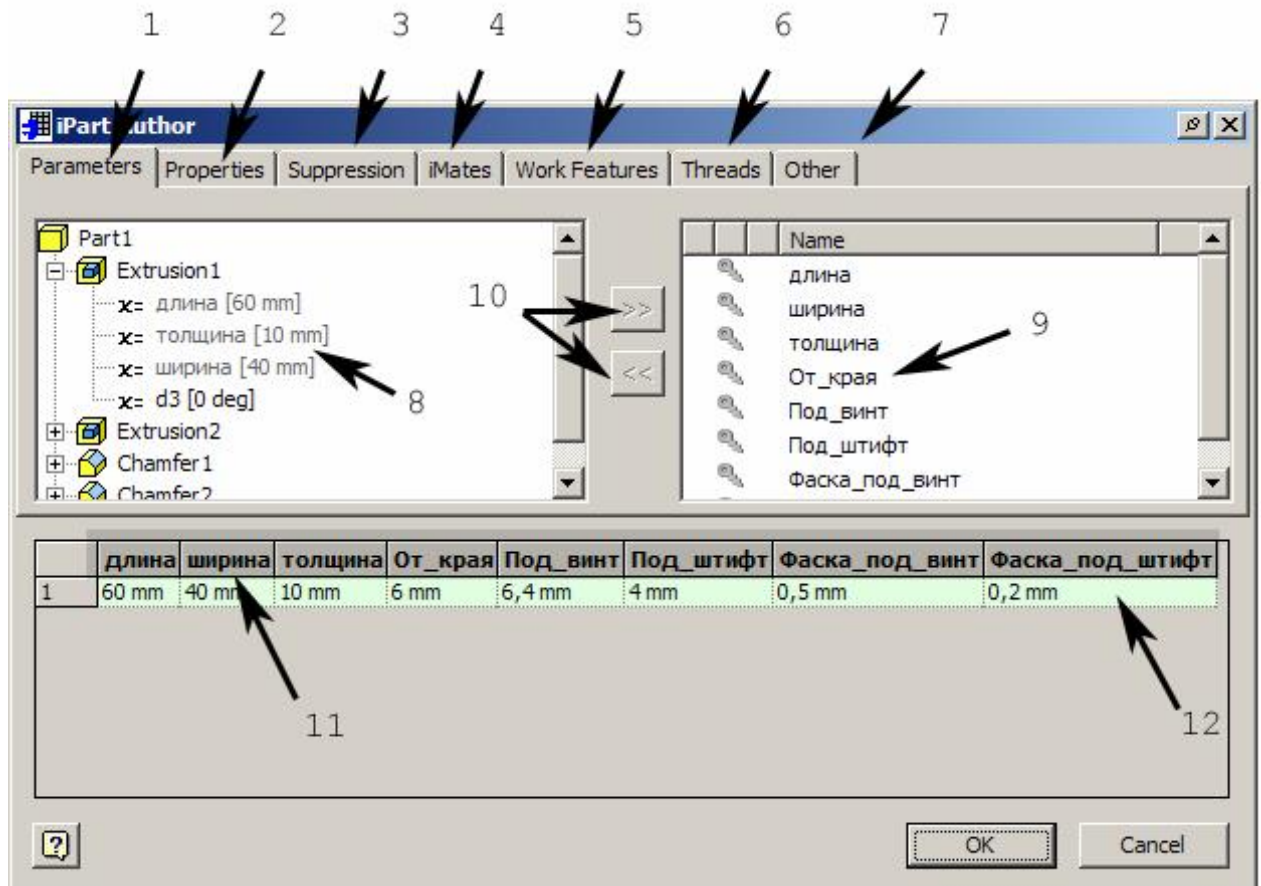


Рисунок 35

После создания нескольких конфигураций и сохранения прототипа, в браузере появляется дополнительный элемент – таблица параметров изделия. Для рассматриваемого примера были созданы еще две конфигурации.

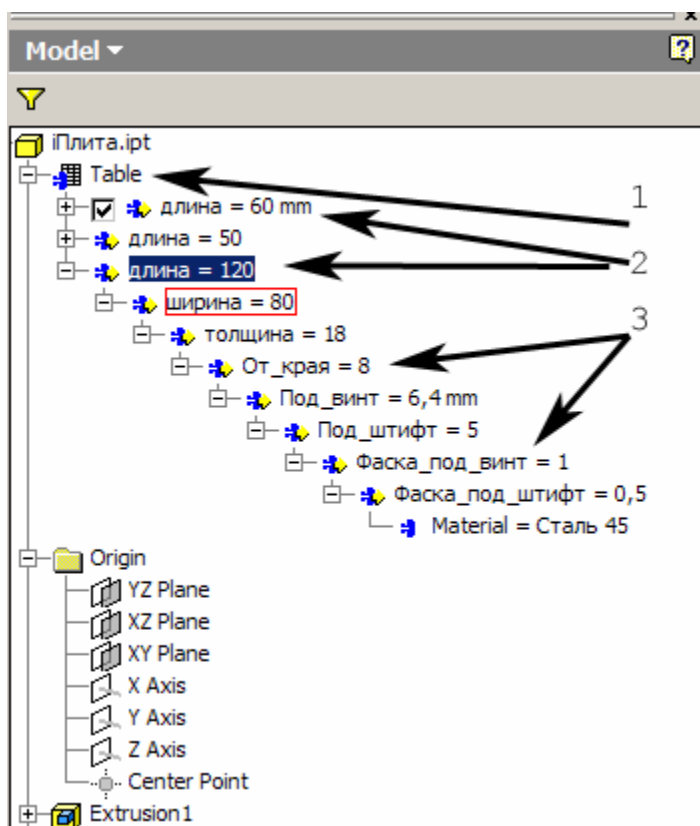


Рисунок 36

1 – таблица параметров

2 – конфигурации

3 – параметры отдельной конфигурации

Созданная таким образом деталь при ее использовании (вставке в сборку) не добавляется в нее сама, а создает (производит) экземпляр, который характеризуется конкретными значениями параметров из таблицы.

При вставке предлагается выбрать конфигурацию, которую необходимо реализовать. Рассмотрим процесс вставки компонента в сборку шаг за шагом. Предварительно создана сборка. Следующий этап – вставка компонента. Для вставки надо выполнить одно из следующих действий:

- Выбрать команду меню **Insert/Place component** (Рисунок 37, 1);
- Выбрать кнопку на панели инструментов **Assembly panel** (Рисунок 37, 2)
- Нажать клавишу быстрого доступа к команде **P** (Place).

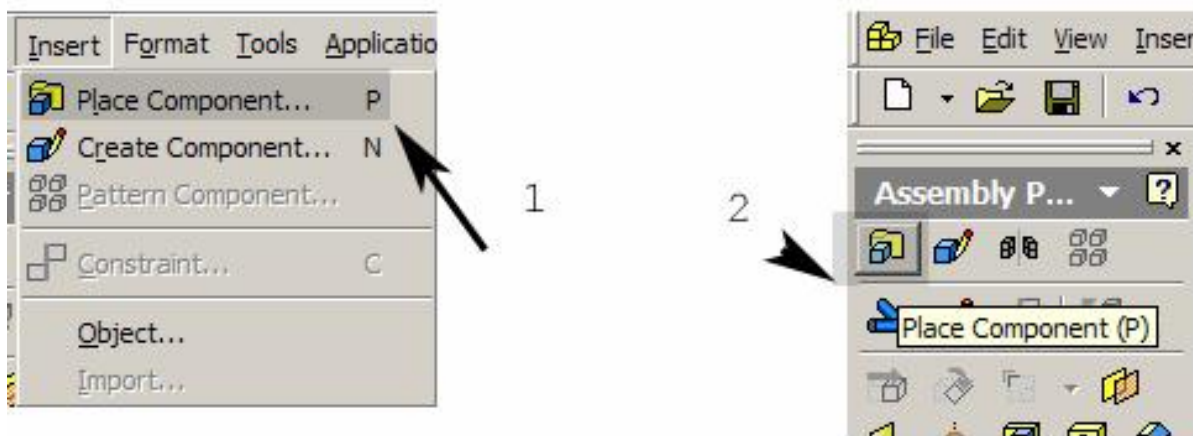


Рисунок 37

Далее в диалоговом окне выбора компонента для вставки надо указать компонент, в данном случае – предварительно спроектированную плиту с таблицей параметров, как показано на следующем рисунке:

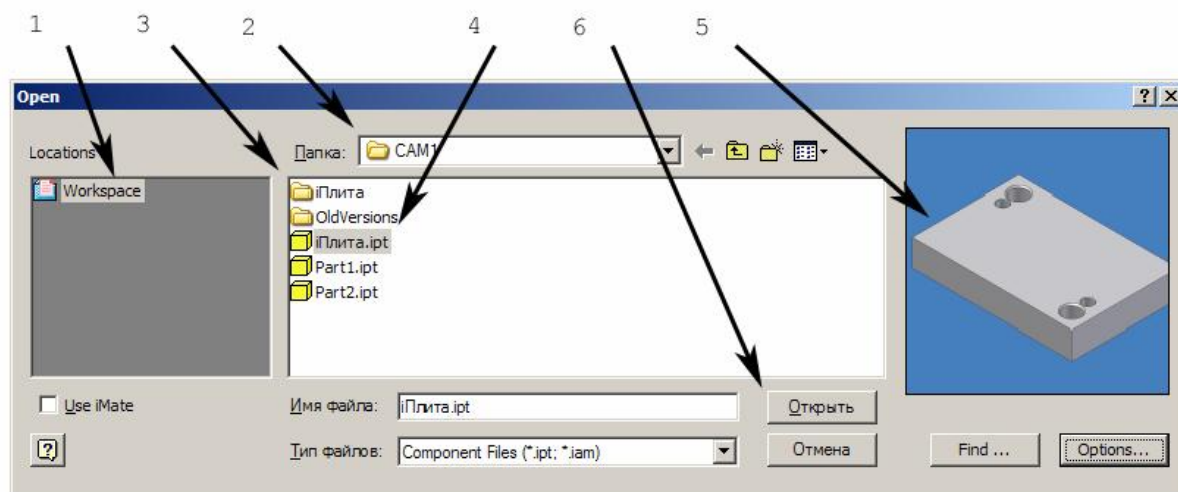


Рисунок 38

- 1 – общие директории проекта
- 2 – выбранная папка
- 3 – доступные файлы
- 4 – выбранный компонент (плита)
- 5 – предварительный просмотр внешнего вида компонента
- 6 – кнопка открытия и вставки файла

После выбора компонента и вставки его в сборку открывается диалоговое окно, которое позволяет выбрать нужную конфигурацию компонента и проверить текущие значения параметров в выбранной конфигурации.

Окно содержит три вкладки, первая из которых отражает значения параметров выбранной конфигурации (вкладка «Keys»), последующие две – позволяют выбрать конфигурацию, причем вкладка «Tree» отображает конфигурации в виде древовидной структуры, а последняя – в более привычном виде таблицы (вкладка «Table»). Все три варианта предоставляют возможность выбрать желаемую конфигурацию. На следующем далее рисунке приведены только первая и последняя вкладки (1 и 2). Разберем элементы каждой из этих вкладок подробнее.

На вкладке «Keys» (она открывается по умолчанию), конфигурация представлена в виде пар «название параметра» - «значение» (1a – 1b). Выбор одного из параметров (1c) позволяет выбрать из выпадающего окна (1d) подходящее значение параметра, а вместе с ним – и конфигурацию, которой соответствует это значение параметра. На рисунке выбрана конфигурация, у которой параметр «длина» равен 60 мм. Необходимо отметить, что при выборе значения одного размера изменяются в соответствии с выбранной конфигурацией и значения остальных параметров.

Вкладка «Table» представляет доступные конфигурации в виде электронной таблицы. Заголовки ее столбцов (2a) – имена параметров, строки содержат набор значений параметров для доступных конфигураций (2b). Выбранная конфигурация (2c) выделена цветом.

После выбора конфигурации для вставки компонента в выбранной конфигурации надо нажать кнопку ОК. После этого можно вставить несколько экземпляров компонента, причем в различных конфигурациях. На приведенном ниже примере сборки добавлено два экземпляра плиты длиной 60 и 120 мм.

В процессе вставки можно использовать процедуру автоматического сопряжения компонентов (см. справку к программе). Добавленные экземпляры можно редактировать, и изменять конфигурацию, определяющую размеры конкретного экземпляра компонента в сборке. Эти вопросы выходят за рамки настоящей работы и подробно не рассматриваются.

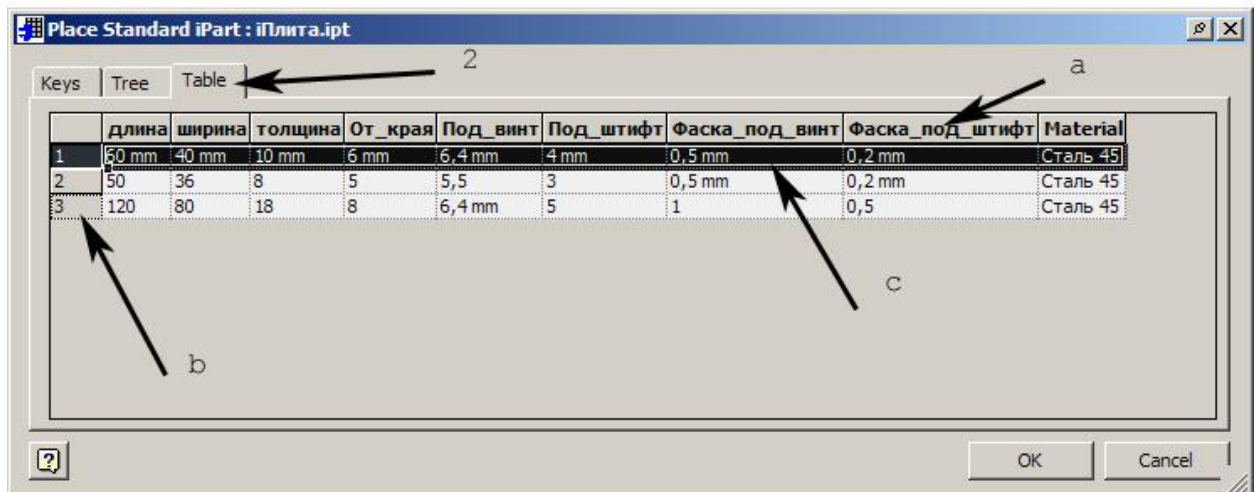
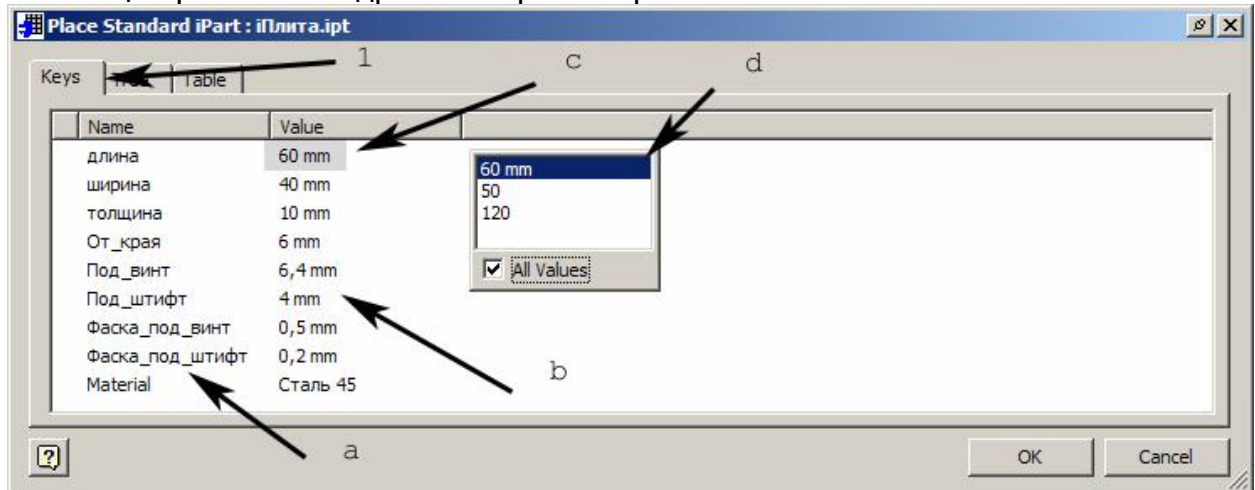


Рисунок 39

Пример сборки с двумя экземплярами плиты в разных конфигурациях приведен ниже:

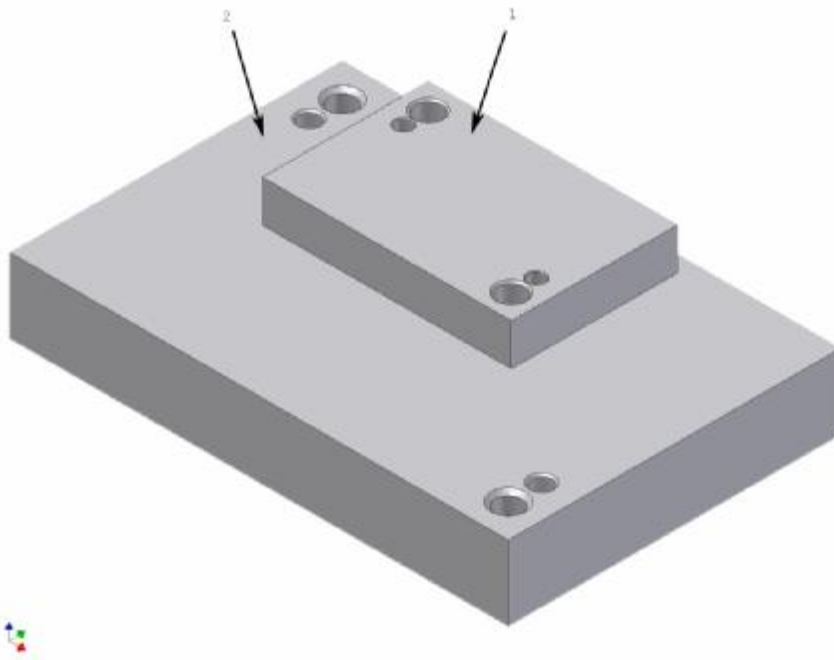


Рисунок 40

- 1 – конфигурация «длина = 60»
- 2 – конфигурация «длина = 120»

Заключение

Создание деталей, управляемых таблицами параметров – один из эффективных инструментов разработки повторно используемых компонентов. Несмотря на определенные трудности, вытекающие из необходимости подключать источник данных к разрабатываемым компонентам, реализация указанной возможности весьма наглядна и после небольшой тренировки не вызывает никаких трудностей у проектировщика.

Основная область применения параметризованных компонентов – это стандартизованные детали. Безусловно, создание таблиц параметров – это дополнительный труд, который, к тому же, требует определенной строгости в проектировании. Тем не менее, как показывает практика, значительная часть работы проектировщика заключается в дублировании уже существующих решений. Конкретное множество повторяющихся компонентов зависит от области работы проектировщика, однако можно дать следующую рекомендацию: если вы использовали компонент в разных исполнениях или разных типоразмеров дважды, то имеет смысл сделать его параметризованным.

В работе автора [4] рассматривалось добавление уравнений связи на размерные параметры. Указанный инструмент хорошо дополняет таблицы параметров. Сравнивая возможности уравнений и таблиц, можно отметить, что основное назначение уравнений – это задание соотношений между отдельными размерами параметрами, например – длина направляющей части кондукторной втулки равна 2-3 диаметрам сверления. Добавление уравнений сравнительно просто.

Таблицы же позволяют хранить значения параметров, не связанные функционально и дополнительный труд по их созданию оправдан лишь в случае, когда компоненты будут использоваться повторно и не один раз, с одной стороны,

а с другой – если можно ограничить множество сочетаний размеров компонентов разумным количеством конфигураций.

Сравнивая возможности Solid Works и AutoDesk Inventor, можно отметить, что в Solid Works основной упор сделан на конфигурации, которые используются не только как области для хранения значений параметров размеров. Конфигурации позволяют, например, создавать версии одного компонента – от эскизного проекта до готового изделия или создавать сборки с разнесенными компонентами. С другой стороны, в работе используется сам компонент и его конкретная конфигурация, тогда как в Inventor при создании таблицы параметров создается производящая обобщенная деталь («фабрика»). В сборках используются экземпляры, созданные фабрикой. С концептуальной и практической точек зрения этот подход более удобен. Вместе с тем, отсутствие конфигураций отдельного компонента в Inventor несколько затрудняет работу с ним. Тем не менее, взаимная конкуренция (и взаимное влияние) САПР различных производителей повышает удобство работы с этими программными продуктами для конечных пользователей.

Литература

1. Solid Works 2004, User manual, 2004 г., 680 стр.
2. AutoDesk Inventor, User Reference, 2003 г., 590 стр.
3. Pro Engineer, Специальный справочник, Санкт-Петербург: Питер, 2001. – 752 стр.
4. Самаркин А.И., Проектирование моделей с функциональными связями между размерами, Псков: 2004. 50 стр.