МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева

Кафедра «Ракетное вооружение»

Утверждено на заседании кафедры
«Ракетное вооружение»
«16» 01 2019 г., протокол №5

Заведующий кафедрой
_____Н.А. Макаровец

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине (модулю)
«Вычислительный практикум»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы специалитета

по специальности
24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

со специализацией
Проектирование ракетных двигателей твердого топлива

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 240502-01-19

Тула 2019 год

Разработчики методических указаний

Дунаев Валерий Александрович, профессор, д.т.н., профессор
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание) *(подпись)*

Морозов Виктор Викторович, доцент, к.т.н.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание) *(подпись)*

Содержание

Лабораторная работа №1 _____7

ИЗУЧЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРФЕЙСА ТЕКСТОВОГО РЕДАКТОРА. ФОРМАТИРОВАНИЕ ТЕКСТА_____7

Лабораторная работа №2 _____13

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕДАКТОРОВ ФОРМУЛ И ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. РАБОТА С ТАБЛИЦАМИ И СПИСКАМИ _____13

Лабораторная работа №3 _____21

РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТА, ФОРМАТИРОВАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ДОКУМЕНТА В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ_____21

Лабораторная работа № 4_____23

ИЗУЧЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММ РАБОТЫ С ЭЛЕКТРОННЫМИ ТАБЛИЦАМИ. СОРТИРОВКА ДАННЫХ В ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦАХ _____23

Лабораторная работа № 5_____31

ПРОВЕДЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ. РАБОТА С ДИАГРАММАМИ. ПОЛУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ ОТ ВЫСОТЫ_____31

Лабораторная работа №6 _____41

РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА СНАРЯДА РСЗО _____41

Лабораторная работа № 7_____45

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ПРЕЗЕНТАЦИИ _____45

Лабораторная работа №8 _____52

СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙПРЕЗЕНТАЦИИ НА СВОБОДНУЮ ТЕМУ_____52

Лабораторная работа № 9_____54

ИЗУЧЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРФЕЙСА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ _____54

Лабораторная работа №10 _____60

УПРАВЛЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯМИ, МЕНЮ СИМВОЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ _____60

Лабораторная работа №11 _____75

СРЕДСТВА ОБЫЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ _____75

Лабораторная работа №12 _____88

РАБОТА С ГРАФИКОЙ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ _____88

Лабораторная работа №13 _____99

ФОРМАТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ 99
Лабораторная работа №14 106
ВЕКТОРНЫЕ, МАТРИЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ 106
Лабораторная работа № 15 109
РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ 109
Лабораторная работа № 16 111
РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ. РЕШЕНИЕ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ТОЛЩИНЕ МНОГОСЛОЙНОЙ СТЕНКИ 111
Лабораторная работа № 17 126
ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В СООТВЕТСИВИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ГОСТ И ЕСКД 126
Лабораторные работы № 18 132
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ В ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРАХ. СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ 132
Лабораторные работы №19 136
ПОСТРОЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ. РАБОТА С ДЕТАЛЯМИ 136
Лабораторная работа №20 143
НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ 143
Лабораторные работы №21 145
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫ СРЕДСТВА ФОРМАТИРОВАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ. ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ «ШПАНГОУТ», «ВТУЛКА», «КРОНШТЕЙН» 145
Лабораторная работа №22 150
РЕДАКТИРОВАНИЕ СБОРОК. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ИЗ ДОКУМЕНТА ДЕТАЛИ ИЛИ СБОРКИ 150
Лабораторная работа №23 155
ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗРЕЗОВ И СЕЧЕНИЙ 155
Лабораторная работа №24 160
СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ 160
Лабораторная работа №25 161
СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ 161
Лабораторная работа №26 162
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ. ПОСТРОЕНИЕ ЭСКИЗОВ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ 162

Лабораторная работа №27 _____171
СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ ПО СЕЧЕНИЯМ. СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ЛА ТВЕРДОГО ТОПЛИВА _____171
Лабораторная работа №28 _____172
СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА _____172
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ _____176

Введение

Целью лабораторных работ по дисциплине «*Вычислительный практикум*» является привитие у студента навыков применения современных программных продуктов в процессе исследовательской деятельности, при проектировании изделий и разработке технической документации, а также при оформлении пояснительных записок или научных отчетов.

Задачами дисциплины являются изучение:
- программных продуктов, предназначенных для проведения вычислений различного уровня сложности;
- графических и текстовых редакторов;
- приложений для трехмерного твердотельного моделирования.

Оборудование: ЭВМ.

Лабораторная работа №1

ИЗУЧЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРФЕЙСА ТЕКСТОВОГО РЕДАКТОРА. ФОРМАТИРОВАНИЕ ТЕКСТА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является получение практических навыков по редактированию текстовых документов в программе MS Office Word.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

К основным **этапам создания документов** относятся:

- ввод текста (таблиц, рисунков, графических объектов);
- редактирование содержимого документа;
- форматирование документа;
- проверка правописания;
- печать текста;
- сохранение файла.

Ввод текста

Для ввода в документ Word текста используется главным образом клавиатура. Ввод текста осуществляется в позицию текстового курсора, который в документе имеет вид мигающей вертикальной черты.

При вводе символов в документ Word переход на новую строку осуществляется автоматически. Клавишу **Enter** следует нажимать только для завершения текущего абзаца и перехода к следующему абзацу. Неправильное использование клавиши **Enter** затрудняет в дальнейшем форматирование текста.

Абзац – очень важное понятие в Word, так как существует группа операций, которая действует на весь абзац в целом. Абзац всегда начинается с новой строки и заканчивается маркером конца абзаца ¶ (пи). Этот непечатаемый символ появляется при нажатии клавиши **Enter**.

Маркер абзаца ¶ – это не просто значок, помечающий конец абзаца. В нем содержится информация о форматировании, которое применено к этому абзацу. Удаление маркера абзаца удаляет и все параметры форматирования. Чтобы избежать случайного удаления маркеров абзацев, а с ними и всего их форматирования, во время работы над документом на экран выводят отображение маркеров абзацев, щелкнув по кнопке (**Непечатаемые знаки**), которая находится на панели инструментов **Стандартная.**

Существуют и другие непечатаемые символы Word (пробелы, знаки табуляции и др.), которые также выводятся на экран щелчком мыши по кнопке **Непечатаемые символы**.

Символ	Фрагмент документа	Клавиши для ввода
¶	Конец абзаца	Enter
→	Табуляция	Tab
↵	Принудительный конец строки	Shift+Enter
¬	Возможный (мягкий) перенос	Ctrl+(-)дефис
○	Нерастяжимый пробел	Shift+Ctrl+Пробел
▪	Пробел	Пробел

▪	Метка заголовка	
☼	Конец текста в ячейке таблицы	
	Маркер перемещения таблицы	
□	Маркер изменения размера таблицы	

При завершении текущего абзаца новый абзац наследует стиль предыдущего.

Объединение двух абзацев означает удаление символа конца абзаца между ними. При этом весь объединенный абзац форматируется, как нижний присоединенный фрагмент.

Разбиение одного абзаца на два достигается вставкой символа конца абзаца в место разбиения текста. Для этого в место разбиения нужно установить текстовый курсор и нажать клавишу **Enter**. Допускаются пустые абзацы.

Для того чтобы внутри абзаца перейти на новую строку (не начиная новый абзац), следует использовать комбинацию клавиш **Shift+Enter**.

Текстовый курсор можно установить двойным щелчком мыши в любом месте пустой страницы, если в диалоговом окне **Параметры** на вкладке **Правка** установлен флажок **Разрешить свободный ввод**.

Свободный ввод может выполняться только в режимах **Разметка страницы** и **Web-документ**. В режиме **Обычный** свободный ввод недоступен.

Удаление символов, стоящих справа от курсора, осуществляется клавишей **Delete**. Символы, стоящие слева от курсора, удаляются клавишей **Backspace (←)**.

Использование комбинации клавиш **Shift+F3** позволяет изменить регистр выделенного текста – перевести прописные (заглавные) буквы в строчные, и наоборот. Для этой цели можно также использовать команду меню **ФОРМАТ - Регистр**.

Ввод текста может производиться в режиме **Вставки** или **Замены**. Для переключения режимов нужно дважды щелкнуть мышью в строке состояния на индикаторе ЗАМ.

Точка вводится клавишей, расположенной слева от правой клавиши **Shift**.

Запятая вводится этой же клавишей при нажатой одновременно клавише **Shift.**

Некоторые символы и знаки препинания удобно вводить, используя вторую сверху строку клавиатуры - строку с цифрами (см. таблицу).

Ряд клавиатуры с цифрами	**ё**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**	**-**	**=**	****
На русском регистре + Shift	Ё	!	“	№	;	%	:	?	*	(	)	_	+	/
На латинском регистре + Shift	~	!	@	#	$	%	^	&	*	(	)	_	+	|

При выравнивании текста документа по ширине иногда образуются большие интервалы между словами. Для улучшения внешнего вида документа используют «мягкие» переносы. Перенос слов можно производить вручную или автоматически.

Автоматическую расстановку переносов устанавливают с помощью команды меню **СЕРВИС – Язык - Расстановка переносов**. Не следует расставлять переносы в словах с использованием клавиши "–" (минус), так как это осложнит последующее форматирование.

При вводе текста документ Word автоматически разделяется на страницы. При необходимости можно вставить жесткий конец страницы с помощью команды **ВСТАВКА – Разрыв - Начать новую страницу**. Жесткий конец страницы можно также вставить с помощью комбинации клавиш **Ctrl+Ente**r. Граница раздела страницы в виде пунктирной линии видна на экране при работе в режиме **Обычный** и может быть удалена нажатием клавиши **Delete**.

Существует несколько способов выделения отдельных фрагментов текстового документа.

Фрагмент	Способ выделения
Слово	2 раза щелкнуть мышью по слову
Предложение	Щелкнуть мышью в любом месте предложения при нажатой клавише **Ctrl**
Строка	Щелкнуть мышью в полосе выделения — слева от текста
Абзац	Дважды щелкнуть мышью в полосе выделения напротив абзаца или трижды щелкнуть внутри абзаца
Любой фрагмент	Щелкнуть мышью в начале выделяемого фрагмента, затем нажать клавишу **Shift** и щелкнуть по последнему символу выделяемого фрагмента
Вертикальный блок	При выделении держать нажатой клавишу **Alt**
Рисунок, объект	Щелкнуть мышью по объекту
Весь документ	Ввести команду меню **ПРАВКА⇨Выделить все** Трижды щелкнуть мышью в полосе выделения Нажать клавишу **Ctrl** и щелкнуть в полосе выделения Нажать комбинацию клавиш **Ctrl+A** или **Ctrl+5**

Изменить размеры границ текста можно с помощью масштабной линейки - установите абзацные отступы слева и справа.

Отмену последнего действия (одного или нескольких) и восстановление отмененных действий можно осуществить с помощью кнопок на панели инструментов **Стандартная** – (**Отменить**) и (**Вернуть**), с помощью команд меню **Правка**, а также комбинацией клавиш **Alt+Backspace**.

Повторить последнее действие редактирования можно командой меню **ПРАВКА - Повторить** или с помощью клавиши **F4**.

Редактирование текста

Редактирование предназначено для устранения ошибок, перемещения символов, слов, строк, фрагментов и внесение других изменений в содержимое документа. Редактирование документа осуществляется как в процессе ввода текста, так и после его ввода. Как правило, редактирование текста выполняется перед форматированием и применением стилей.

К средствам редактирования относятся следующие команды (кнопки, которых расположенные на вкладке **Главная**):

- проверка правописания;
- выделить, вырезать, копировать, вставить через буфер обмена;
- Найти и заменить;
- Отменить и Вернуть (кнопки на панели быстрого доступа).

Кроме того, для редактирования текста используются клавиши клавиатуры **Del, Backspace, Space bar** и применяется средство **Drag and Drop** («перетащи и отпусти» при нажатой левой или правой кнопки мыши).

В приложении Microsoft Word 2007 по умолчанию установлены следующие способы проверки правописания:

- Автоматически проверять орфографию;
- Использовать контекстную проверку орфографии.

Способы проверки, установленные по умолчанию, можно отменить, для этого надо выполнить команду **Office - Параметры Word - Правописание** и в появившемся окне диалога удалить соответствующие флажки.

Суть проверки орфографии заключается в том, что для проверки написания слова редактор сравнивает это слово со словарем, при этом неизвестные слова редактор подчеркивает волнистой красной линией. Таким образом, волнистая красная линия свидетельствует либо об ошибке в слове, либо о том, что в словаре Office 2007 такое слово отсутствует.

Что касается проверки грамматики, то редактор проверяет грамматические и стилистические правила письма (несогласованность подлежащего и сказуемого, неверные предложные сочетания). При наличии возможных ошибок в предложении редактор подчеркивает волнистой зеленой линией предложение или его часть.

Для проверки и исправления ошибок можно использовать контекстное меню, щелкнув правой кнопкой мыши на слове с волнистой линией. При проверке орфографии - в появившемся контекстном меню выберите одно из действий: пропустить слово, откорректировать его или занести в словарь. При проверке грамматики - для устранения ошибок выберите одну из предлагаемых команд в контекстном меню.

Для ручной проверки орфографии и грамматики необходимо установить курсор вначале текста и выбрать команду **Рецензирование - Правописание**, появится окно диалога **Правописание**, с помощью которого можно выполнить требуемую проверку.

В появившемся окне диалога **Правописание** отображается первое предложение с ошибкой и записью в разделе **Варианты - Не хватает запятой после слова документ**. Для устранения ошибки надо щелкнуть на кнопке **Изменить** и продолжать работу с окном диалога до завершения полной проверки текста.

Форматирование текста

После завершения редактирования текста документа надо выполнить его форматирование, т.е. изменить его внешний вид.

К ***атрибутам форматирования символов текста*** относятся: гарнитура шрифта, размер шрифта, начертание шрифта (полужирное, курсивное, подчеркнутое), цвет выделения текста, цвет текста, регистр, интервал между символами в слове и т.д.

К ***параметрам форматирования абзацев*** следует отнести: выравнивание текста (по левому или правому краю, по центру, по ширине), отступы абзацев, отступы первой строки абзацев, межстрочный интервал, заливка цвета фона, маркеры и нумерация списков и т.д.

Основные параметры форматирования (оформления) страниц: границы рабочего поля (поля сверху, снизу, слева, справа), размеры страницы, ориентация страниц

К ***форматированию разделов*** относится создание новых разделов со следующей страницы или на текущей странице, колонтитулы разделов, создание колонок и т.д.

Форматирование документа в целом - это форматирование номеров страниц, оформление автособираемого или ручного оглавления и т.д.

В **Word 2007** основные средства форматирования текста, абзацев и таблиц помещены на вкладке **Главная**. Для быстрого форматирования вручную символов (текста) и абзацев можно использовать команды в группе **Шрифт** и **Абзац** на вкладке **Главная**.

Кроме того, команды форматирования доступны на **Мини-панели** инструментов, которая появляется при наведении указателя мыши на выделенный фрагмент текста.

Также существует еще один инструмент для быстрого форматирования текста - это кнопка **Формат по образцу** в группе **Буфер обмена** на вкладке **Главная**, которая позволяет копировать параметры форматирования одного фрагмента и переносить на другой фрагмент текста при его выделении.

Для быстрого и одновременного изменения нескольких атрибутов форматирования символов и абзацев можно использовать **Экспресс-стили** из группы стили на вкладке **Главная**.

Стили предназначены для оформления текста документа и его абзацев. Для форматирования символов и абзацев вручную используют не только кнопки для быстрого форматирования, но и окна диалога Шрифт и Абзац, которые активизируются кнопками на вкладке Главная в группах Шрифт и Абзац соответственно.

Основные этапы форматирования текста документа:

- открыть отредактированный документ и изменить стиль **Обычный** на **Без интервала** в группе **Стили**;
- установить **Параметры** (гарнитуру) **шрифта** Times New Roman, размер 12 пунктов - выделить весь текст, навести на него указатель мыши и в появившейся Мини-панели инструментов выбрать шрифт: Times New Roman и размер 12 пунктов;
- выровнять текст по ширине, для этого выделить весь текст и щелкнуть на кнопке **По ширине** в группе **Абзац**;
- установить отступ первой строки, для этого выделить текст, щелкнуть на кнопке **Абзац** и в открывшемся окне диалога установить величину отступа первой строки 1, 25 см;
- добавить к тексту заголовок (например, Мой первый документ), установить ему уровень заголовка: Заголовок 1 и выровнять его по центру, для этого выделить заголовок, щелкнуть на кнопке Заголовок 1 в группе **Стили** (заголовок форматируются с помощью встроенного стиля заголовков «Заголовок 1»), а затем на кнопке **По центру** в группе **Абзац**;
- в первом абзаце фрагменту текста (Мой первый документ) назначить начертание - курсив, подчеркнутый, для этого выделить указанный фрагмент и щелкнуть на кнопках **Курсив** и **Подчеркнутый**;
- установить размеры полей страницы: верхнее и нижнее - 2 см, левое - 2,5 см, правое - 1,5 см, для этого на вкладке **Разметка страницы** щелкаем на кнопке запуска окна диалога **Параметры страницы** в группе **Параметры страницы**.

Для больших документов (рефератов, курсовых и дипломных работ) кроме форматирования символов, абзацев и страниц выполняется форматированию разделов и документа в целом. Большие документы (структурированные документы, содержащие несколько страниц), как правило, разбиваются на разделы. Создание новых разделов со следующей страницы или на текущей странице, вставка верхнего и нижнего колонтитулов для предыдущего и следующего разделов, создание газетных колонок - все это относится к этапам форматирования документа.

Разрывы разделов выполняются на вкладке **Разметка страницы** в группе **Параметры страницы**, кнопка **Разрывы**. **Вставка колонтитулов** выполняется на вкладке **Вставка** в группе **Колонтитулы**, а работа с колонтитулами выполняется на вкладке **Конструктор**, которая появляется на **Ленте** при работе с колонтитулами.

Форматирование документа в целом - это форматирование номеров страниц, оформление автособираемого или ручного оглавления и т.д. **Номера страниц** вставляются на вкладке **Вставка** в группе **Колонтитулы**. В диалоговом окне необходимо установить параметры формата номера страницы: **Формат номера,**

Включить номер главы, Нумерация страниц (Продолжить или Начать с). Оглавление добавляется в документ на вкладке **Ссылки в группе Оглавление**, кнопка **Оглавление**.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Ввести текст, предложенный преподавателем, с использованием программы Microsoft Word.
3) Отредактировать и отформатировать полученный текст в соответствии с требованиями ГОСТ.
4) Сохранить соответствующим образом полученные результаты работы.

Лабораторная работа №2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕДАКТОРОВ ФОРМУЛ И ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. РАБОТА С ТАБЛИЦАМИ И СПИСКАМИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является получение практических навыков работы с редактором формул, создание и редактирование рисунков и диаграмм в программе Microsoft Word.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1 Использование редакторов формул и графических объектов

Редактор формул

Математическая формула - принятая в математике (а также физике и прикладных науках) символическая запись законченного логического суждения (определения величины, уравнения, неравенства или тождества), представляющая собой комбинацию стандартных математических знаков.

Для создания формул в программе Microsoft Word можно использовать коды символов Юникода и записи автозамены математическими символами для замены текста символами. При вводе формулы приложение Word может автоматически преобразовать формулу в профессионально-форматированную формулу.

Для ввода формул необходимо выполнить следующие действия:

1) установите курсор на месте ввода формулы;
2) на вкладке **Вставка** в группе **Символы** щелкните стрелку рядом с надписью **Формула**;
3) выберите нужную формулу или команду **Вставить новую формулу**, чтобы ввести формулу;
4) щелкните мышкой вне поля формулы, чтобы выйти из редактора формул.

В Microsoft Word существует возможность добавления часто используемых формул в так называемый список часто используемых формул. Для этого необходимо:

1) в документе выберите формулу, которую нужно добавить в список;
2) на вкладке **Конструктор** в области **Работа с формулами** в группе **Сервис** щелкните **Формулы**, а затем щелкните **Сохранить выделенный фрагмент в коллекцию формул**;
3) в диалоговом окне **Создание нового стандартного блока** введите имя формулы;
4) в списке **Коллекция** щелкните **Формулы**;
5) выберите другие необходимые параметры.

Вставка математических структур общего пользования (дробь, корень, функция и т.д.) осуществляется следующим образом:

1) на вкладке **Вставка** в группе **Символы** щелкните стрелку рядом с надписью **Формула** и выберите нужную формулу;
2) на вкладке **Конструктор** в группе **Работа с формулами** в группе **Структуры** выберите необходимый тип структуры (например, дробь или радикал), а затем щелкните значок необходимой структуры;
3) если структура содержит местозаполнители (небольшие пунктирные поля), щелкните местозаполнитель и введите нужные числа или символы.

Существует несколько способов редактирования уже существующих формул, в зависимости от того, как именно они были созданы:

1) изменение формулы, созданной в Office Word 2007, 2010:
   - щелкните формулу, которую нужно отредактировать;
   - внесите необходимые изменения.
2) изменение формулы, созданной в предыдущих версиях Word, созданной с помощью надстройки **Equation 3.0** (если открыт документ с формулой, созданной в предыдущей версии Word, встроенная поддержка для создания и изменения формул будет недоступна):
   - дважды щелкните формулу, которую нужно отредактировать;
   - внесите необходимые изменения;
   - для получения справочных сведений в редакторе формул выберите команду **Вызов справки** в меню **Справка**;
3) изменение формулы, созданной с помощью надстройки **Math Type**:

для изменения формулы, созданной с помощью **Math Type**, необходимо установить надстройку **Math Type**;

- дважды щелкните формулу, которую нужно отредактировать;
- отредактируйте формулу в **Math Type**;
- в меню **Файл** выберите пункт **Закрыть** и вернуться в имя документа с формулой;
- для доступа к справке **Math Type** выберите **Содержание** и индекс в меню **Справка**.

Если преобразовать документ и сохранить его в виде файла **DOCX**, для изменения любых его формул нельзя будет использовать предыдущие версии Word:

1) откройте вкладку **Файл**;
2) щелкните **Сведения**, а затем щелкните пункт **Преобразовать**;
3) откройте вкладку **Файл**;
4) щелкните пункт **Сохранить как**;
5) в списке **Тип файла** выберите **Документ Word**, чтобы сохранить документ в файле **DOCX**.

Диаграммы и графики в Word

В Office Word предлагается возможно создание разных типов диаграмм и графиков, используемых в различных типах документов. Диаграммы полностью интегрированы с Office Word 2007. Если установлена программа Excel, можно создавать диаграммы Excel непосредственно в Word: достаточно нажать кнопку **Диаграмма** на ленте (вкладка **Вставка - Иллюстрации**) и затем воспользоваться средствами для работы с диаграммами для изменения или форматирования диаграммы. Созданные диаграммы будут внедрены в документ Word, а данные диаграммы сохранены в листе Excel, включенном в файл Word.

Можно также скопировать диаграмму из Excel в Word. При копировании диаграммы она может быть внедрена как статический объект или связана с книгой. Для связанной диаграммы, к которой пользователь имеет доступ, можно задать автоматическую проверку изменений в связанной книге при каждом открытии диаграммы.

Возможны два способа добавления диаграммы или графика к документу:

1) добавление диаграммы в документ путем внедрения (при внедрении данных из диаграммы Excel в Word эти данные редактируются в Excel и этот лист сохраняется с документом Word);
2) вставка диаграммы Excel в презентацию и установка связи с данными в Excel (при копировании диаграммы из Excel и вставке их в документ данные диаграмме связываются с листом Excel. Лист Excel является отдельным файлом и не сохраняется с документом Word. Поскольку в этом случае рабочий лист Excel не является частью документа Word, то для изменения данных в диаграмме необходимо внести соответствующие изменения в связанный лист в Excel).

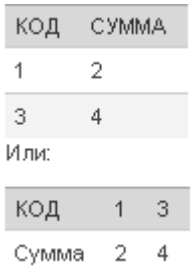
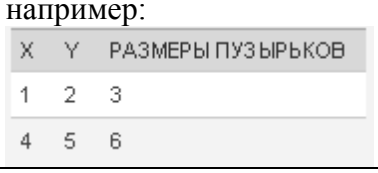
Для вставки диаграммы в документ ***путем внедрения*** необходимо выполнить следующие действия:
1) в документе Word щелкните в месте вставки диаграммы;
2) на вкладке **Вставка** в группе **Иллюстрации** выберите пункт **Диаграмма**;
3) в диалоговом окне **Вставка диаграммы** щелкните диаграмму и нажмите кнопку **ОК;**
4) после того как в разделенном окне запустится Excel с таблицей, содержащей образец данных, щелкните ячейку в листе и замените примерные данные, введя нужные реальные данные;
5) замените примерные подписи осей в столбце A и название элемента легенды в строке;
6) в окне Excel нажмите кнопку **Microsoft Office** и выберите команду **Сохранить как**;
7) в диалоговом окне **Сохранение документа в списке папок** выберите папку или диск, на котором нужно сохранить рабочий лист (чтобы сохранить лист в новой папке, нажмите кнопку **Создать папку**);
8) в поле **Имя файла** введите новое имя файла;
9) нажмите кнопку **Сохранить;**
10) в Excel нажмите кнопку **Microsoft Office**, а затем нажмите кнопку **Закрыть**.

В Excel можно создать рабочий лист, связанный с документом Word. При обновлении данных в листе Excel данные обновляются и в документе Word.

Чтобы установить связь с данными внешнего рабочего листа Excel , следуйте этой инструкции:
1) в Excel выберите диаграмму, щелкнув ее границу, и затем на вкладке **Главная** в группе **Буфер обмена** нажмите кнопку **Вырезать**;
2) диаграмма удаляется, но ее данные остаются в Excel;
3) в документе Word щелкните в месте вставки диаграммы;
4) на вкладке **Начальная страница** в группе **Буфер обмена** выберите команду **Вставить**;
5) кнопка **Параметры вставки** указывает на то, что диаграмма связана с данными в Excel;
6) сохраните документ Word с диаграммой, связанной с данными в Excel;
7) при следующем открытии документа Word в ответ на предложение обновить данные Excel нажмите кнопку **Да.**

Подготовка данных для диаграммы или графика

Для большинства диаграмм, таких как гистограммы и линейчатые, можно вычерчивать данные, расположенные в строках или столбцах на листе Excel. Однако некоторые типы диаграмм, такие как круговые и пузырьковые, требуют определенной подготовки данных.

<table>
<tr><th>Тип диаграммы</th><th>Расположение данных</th></tr>
<tr><td>Гистограмма
Линейчатая
График
С областями
Поверхность
Лепестковая</td><td>По столбцам или строкам, например,
 
</td></tr>
<tr><td>Круговая
Кольцевая (с одним рядом)</td><td>Один столбец или строка данных и один столбец или строка подписей данных, например
</td></tr>
<tr><td>Точечная
Пузырьковая</td><td>Данные расположены по столбцам, причем значения оси X - в первом столбце, а соответствующие значения оси Y и/или размеры пузырьков в соседних столбцах, например:
 
</td></tr>
</table>

Графические объекты в Word

Графика - это один из важнейших элементов документа Word 2007. Графика бывает двух видов - растровая и векторная. Растровая графика в Word 2007 может быть загружена из графического файла (с расширением BMP, TIFF, PNG, JPG или GIF) или из другой программы (например, графического редактора Adobe Photoshop).

Графические иллюстрации, находящиеся в документе Word, могут иметь разную природу и формат:

- иллюстрации ***векторного типа***, сформированные с помощью линий и геометрических фигур; их обычно называют *рисунками*;
- ***растровые объекты***, состоящие из отдельных точек; обычно их называют изображениями.

По способу *взаимодействия с окружающим их текстом* иллюстрации могут подразделяться на два основных типа:

1) ***внедренные в строку текста*** – расположенные в слое текста;

2) ***обтекаемые текстом*** – расположенные вне слоя текста .

Иллюстрации, расположенные в слое текста, можно рассматривать как отдельные символы, поэтому при работе с ними используются некоторые приемы форматирования символов и абзацев.

При выделении рисунков вокруг них появляются ***маркеры изменения размеров.*** Вид этих маркеров позволяет судить о характере взаимодействия иллюстрации с окружающим их текстом.

Векторная графика может быть создана в документе Word 2007 или вставлена в документ с помощью встроенных графических средств Word 2007.

В документ Word 2007 можно вставить следующие типы графики (рисунок, клип, графические объекты, рисунок SmartArt, диаграмма) с помощью кнопок **Рисунок, Клип, Фигуры, SmartArt и Диаграмма**, расположенных на вкладке **Вставка** в группе **Иллюстрации**.

Кроме того, графические объекты или векторную графику **Надпись** и **WordArt** можно вставить из группы **Текст** на вкладке **Вставка**.

После вставки графики в документ Word 2007, на **Ленте** появятся контекстно-зависимые инструменты под общим названием, которое отображается в строке заголовка окна приложения. Контекстные инструменты, разделенные на контекстные вкладки, появляются только тогда, когда в документе выделен объект определенного типа:

- формат в группе **Работа с рисунками** (вставка растровых рисунков из файла и клипа);
- формат в группе **Средства рисования** (вставка в документ готовых фигур);
- конструктор, формат в группе **Работа с рисунками SmartArt** (вставка рисунка SmartArt для визуального представления информации);
- конструктор, макет, формат в группе **Работа с диаграммами** (вставка диаграммы для представления и сравнения данных);
- формат в группе **Работа с надписями** (вставка предварительно отформатированных надписей);
- формат в группе **Работа с объектами WordArt** (вставка декоративного текста в документ).

Растровые рисунки (растровую графику) и клипы можно вставлять или копировать в документ из множества различных источников. Растровые рисунки создаются различными графическими приложениями или техническими средствами (сканерами, фотоаппаратами и т.д.) и вставляются в документ Word 2007 из файла или прикладной программы. Вставку графики в Word 2007 осуществляют в то место документа, где установлен курсор.

Готовые иллюстрации из документов, созданных другими прикладными программами, могут быть помещены в документ Word различными способами:

1) непосредственным *перетаскиванием* фрагментов из одного документа в другой с помощью мыши;
2) с помощью команд **ВСТАВКА - Файл** (**Рисунок**, **Объект**);
3) с помощью *буфера обмена* (с использованием команд меню **ПРАВКА - Копировать** (**Вырезать)**, а затем **ПРАВКА - Вставить** или **Специальная вставка**.

Вставить в документ Word иллюстрацию можно с помощью следующих команд и кнопок:

1) **ВСТАВКА – Рисунок - Картинки** или (**Добавить картинку**) на панели инструментов **Рисование**;
2) **ВСТАВКА – Рисунок - Из файла** или (**Добавить рисунок**) на панели инструментов **Настройка изображения**;
3) **ВСТАВКА - Объект,** на вкладке **Создание из файла** выбрать файл из папки **ClipArt.**

Вставка рисунка осуществляется следующим образом:

1. в документе надо определить место вставки рисунка;
2. установить курсор на месте вставки рисунка;

3. щелкнуть на кнопке **Рисунок на вкладке Вставка** в группе **Иллюстрации**;
4. в открывшемся окне диалога выбрать требуемый файл и дважды щелкнуть на нем;
5. когда рисунок будет вставлен в документ, на **Ленте** окна приложения Word 2007 появятся контекстные инструменты с названием **Работа с рисунками**, которые помещены на контекстной вкладке **Формат**.

2.2 Работа с таблицами и списками

К основным **этапам создания документов** относятся:

- ввод текста (таблиц, рисунков, графических объектов);
- редактирование содержимого документа;
- форматирование документа;
- проверка правописания;
- печать текста;
- сохранение файла.

Работа с таблицами

Таблицы Word применяются для структурирования содержимого страницы. Кроме того, таблицы используются для вычислений. В Word используется технология вставки и создания таблиц. Вставку и создание таблиц Word можно осуществить с помощью кнопки **Таблица**. Кнопка расположена на вкладке **Вставка** в группе **Таблицы.** Перед вставкой любого объекта в документ Word необходимо установить курсор в то место документа, где он будет находиться.

При нажатии кнопки **Таблица** отображаются опции всех пяти методов вставок и создания таблиц:

- для того чтобы быстро вставить таблицу, например таблицу 4x6, необходимо в области **Вставка таблицы** выделить нужное количество столбцов (4) и строк (6), и щелкнуть левой клавишей мыши на выделенной области;
- второй способ осуществляется с помощью окна диалога **Вставка таблицы**. Для применения этого метода надо выбрать из списка команду **Вставить таблицу**. Затем в появившемся окне диалога выбрать число столбцов и строк, выбрать ширину столбцов и нажать **ОК;**
- вставка таблицы из коллекции с помощью окна диалога **Встроенный**. Для этого после щелчка на пункте **Экспресс-таблицы** нужно выбрать в окне диалога **Встроенный** требуемый шаблон (стиль) таблицы;
- создание таблицы можно осуществить с помощью указателя мыши, который принимает вид карандаша после щелчка мышью на команде **Нарисовать таблицу**. Рисование (создание) выполняется в свободной форме. Сначала можно нарисовать прямоугольник, обозначающий внешние границы таблицы, затем в прямоугольнике нарисовать линии строк и столбцов. Чтобы удалить линию в нарисованной таблице нажмите кнопку **Ластик** на вкладке **Конструктор** в группе **Нарисовать границы** и щелкните на линии, которую необходимо удалить. Чтобы выйти из режима **Ластик**, нажмите на кнопке **Ластик**. Для выхода из режима рисования необходимо нажать кнопку **Нарисовать таблицу** на вкладке **Конструктор** в группе **Нарисовать границы;**
- еще один способ создания таблицы позволяет преобразовать текст в таблицу. Преобразование текста в таблицу осуществляется редактором Word 2007 в том случае, когда имеются знаки разделителей, такие как запятая или знак табуляции, в тех местах, где текст должен быть разбит по столбцам.

Кроме того, в документе Word 2007 можно легко выполнить вложение таблиц. Например, для расположения рядом двух таблиц. Сначала создается таблица с двумя ячейками, а затем в эти две ячейки вставляются таблицы.

После вставки, создания или выделения таблицы на **Ленте** окна приложения появляются контекстные инструменты под общим названием **Работа с таблицами**, которые разделены на две контекстные вкладки **Конструктор** и **Макет**. Общее название контекстных инструментов отображается в строке заголовка.

После вставки или создания таблицы щелкните на одной из ее ячеек, чтобы начать ввод текста или вставить изображение. Для редактирования и форматирования таблиц можно использовать инструменты, помещенные на вкладках **Макет** и **Конструктор**, которые активизируются при выделении таблицы или установке курсора в одну из ее ячеек.

Для создания нового стиля таблицы на вкладке **Конструктор** в группе стили таблиц надо щелкнуть на кнопке **Дополнительные параметры**, а затем выбрать команду **Создать стили таблицы**. Откроется окно диалога **Создание стиля**, в котором можно создать новый стиль. Редактирование и форматирование таблиц можно выполнить, используя контекстное меню и всплывающую мини-панель форматирования, которая появляется при каждом выделении объекта.

Работа со списками

В Microsoft Word можно добавить маркеры к существующим строкам текста или автоматически создавать маркированные списки при вводе. Использовать один из перечисленных ниже подходов можно в зависимости от конкретной ситуации.

Добавление маркеров или нумерации к существующему тексту:

- запустите Word и откройте документ;
- выделите элементы списка, к которым требуется добавить маркеры или нумерацию;
- на вкладке **Панель инструментов - Форматирование**, выполните одно из следующих:
- нажмите кнопку **Маркированный список - Кнопка для добавления маркеров**;
- нажмите кнопку **Нумерация**, чтобы добавить нумерацию;
- по умолчанию (или выбранный в данный момент) маркера или числовой формат добавляется к элементам списка.

Добавление маркеров или номеров списка существующих элементов текста можно использовать формат маркированного или нумерованного списка:

- запустите Word и откройте документ;
- выделите элементы списка, к которым требуется добавить маркеры или нумерацию;
- на вкладке **Формат меню**, нажмите кнопку **Маркеры и нумерация**, а затем выполните одно из следующих действий:
- нажмите кнопку **Маркированные вкладки**, если требуется добавить маркеры;
- нажмите кнопку **Нумерация вкладки**, если вы хотите добавить нумерацию;
- выберите формат маркированного или нумерованного списка, и нажмите кнопку **ОК**.

Многоуровневые списки и структурирование маркированных списков:

- запустите Word и откройте документ;
- на вкладке **Формат меню**, нажмите кнопку **Маркеры и нумерация**, а затем нажмите кнопку **Пронумерованной структурой Вкладка**;
- выберите любой стиль (кроме стиля **Заголовок 1**) в верхнем ряду и нажмите кнопку **ОК**;
- первый номер списка отображается в документе;

- введите текст списка;
- не забудьте нажать клавишу **ENTER** после каждого элемента.

Word автоматически вставляет номера последовательности в начале каждой строки на первом уровне.

Чтобы переместить элемент многоуровневого желаемый уровень, выполните одно из следующих действий:

- чтобы переместить элемент на более низкий уровень, выберите элемент и нажмите кнопку **Увеличить отступ**;
- чтобы переместить элемент на более высокий уровень, выберите элемент и нажмите кнопку **Уменьшить отступ**;
- элемент перемещен на уровень, который можно указать и соответствующий уровень нумерации вставляется в начало строки.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Выполнить предложенные преподавателем действия с использованием программы Microsoft Word.
3) Сохранить соответствующим образом полученные результаты работы.

Лабораторная работа №3

РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТА, ФОРМАТИРОВАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ДОКУМЕНТА В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ

1.ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является получение практических навыков по созданию и редактированию текстовых документов в программе MS Office Word, освоение операций форматирования символов и абзацев, освоение приемов работы с таблицами и списками.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

К основным **этапам создания документов** относятся:

- ввод текста (таблиц, рисунков, графических объектов);
- редактирование содержимого документа;
- форматирование документа;
- проверка правописания;
- печать текста;
- сохранение файла.
-

ГОСТ и ЕСКД

Государственные стандарты (ГОСТ) – это нормативы, которые устанавливают взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями, предприятиями и учебными заведениями.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – это комплекс государственных стандартов с нормами, согласно которым разрабатываются, составляются и применяются конструкторские чертежи.

ЕСКД – это единая система, а ГОСТ – это стандарты, используемые в этой системе. В связи с развитием промышленности и совершенствованием инженерной графики стандарты периодически пересматриваются.

Основные требования ГОСТ, применяемые к оформлению текстовых документов

Большинство текстовых документов (рефераты, пояснительные записки и т.д.) оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-68 ЕСКД. Наиболее часто встречающиеся требования приведены в таблице.

Требования к оформлению текста в редакторе Word

Формат бумаги	А4 (210 ×297)
Гарнитура текста	Times New Roman Cyr
Кегль (размер шрифта)	14
Межстрочный интервал	Полуторный
Абзац (красная строка)	1.5 см
Перенос	Автоматический
Выравнивание	По ширине листа
Редактор формул Размеры: обычный;	Microsoft Equation 2.0/3.0 12

крупный индекс; мелкий индекс; крупный символ; мелкий символ	8.4 7.2 16 9

С левой стороны листа необходимо оставить поле, шириной 25 мм, служащее для сшивки листов, все остальные поля должны иметь ширину 10-15 мм. Все страницы текста должны быть пронумерованы. Нумерация страниц сквозная, проставляется в правом верхнем углу. Первой страницей является титульный лист, на котором номер страницы не ставится, далее идут содержание и изложение всего материала.

Рисунок (таблица) помещается в записке на листе, имеющем номер, причем не ранее той страницы, на которой на него сделана ссылка в тексте. В записке не должно быть рисунков и таблиц, на которые нет ссылок. Каждый рисунок (таблица) должны иметь название.

Формулы, уравнения и другие математические выражения могут появиться в тексте только после соответствующего пояснения.

При использовании литературных источников обязательно делается ссылка на источник. В конце документа приводится список литературы, которая была использована при его составлении, под заголовком «Список использованных источников». Список и ссылки на него в тексте оформляются по ГОСТ 7.32 -91. В список следует включить все использованные источники в порядке появления ссылок в тексте записки или в алфавитном порядке. При этом в квадратных скобках указывается его порядковый номер в списке использованной литературы и номер страницы или рисунка, например [7, с.15], [10, с.203, рис.2.15].

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Выполнить предложенные преподавателем действия с использованием программы Microsoft Word.
3) Сохранить соответствующим образом полученные результаты работы.

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРФЕЙСА ПРОГРАММ РАБОТЫ С ЭЛЕКТРОННЫМИ ТАБЛИЦАМИ. СОРТИРОВКА ДАННЫХ В ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦАХ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является получение практических навыков работы с электронными таблицами и данными в программе Microsoft Exsel.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Настройка экрана Excel

1) Запустите табличный процессор Excel.
2) Ознакомьтесь с панелями инструментов в окне программы Excel.
3) Введите параметры настройки программы Excel (или проверьте их установку), не снимая ранее установленные другие флажки и переключатели.
4) С помощью команды меню **ВИД - Панели инструментов** выведите на экран панели инструментов: **Стандартная, Форматирование, Область задач**.
5) С помощью команды меню **СЕРВИС - Параметры** на вкладке **Вид** установите: строку состояния, строку формул, окна на панели задач, область задач при запуске.
6) Установите переключатель **Объекты – Отображать.**
7) В поле **Параметры окна** установите следующие флажки: сетка, заголовки строк и столбцов, символы структуры, вертикальная полоса прокрутки, горизонтальная полоса прокрутки, ярлычки листов, авторазбиение на страницы.
8) Снимите флажок **ФОРМУЛЫ** в поле **Параметры окна** должен быть снят
9) На вкладке Общие установите следующие параметры:
   - снимите флажок **Стиль ссылок R1C1**. В этом случае по умолчанию устанавливается стиль ссылок **A1** при котором столбцы обозначаются буквами от A до Z; При установленном флажке **R1C1** и столбцы, и строки обозначаются цифрами;
   - листов в новой книге - 3;
   - стандартный шрифт - Arial Cyr, размер 10;
   - укажите рабочий каталог для сохранения новых файлов (по умолчанию) - введите путь и имя вашей папки;
   - введите имя пользователя.
10) На вкладке **Вычисления** установите переключатели: **Вычисления – автоматически, точность как на экране.**
11) На вкладке **Правка** установите следующие флажки:
   - Правка прямо в ячейке;
   - Перетаскивание ячеек;
   - Переход к другой ячейке после ввода;
   - Автозавершение значений ячеек.

Адресация ячеек

Электронная таблица - это работающая в диалоговом режиме программа обработки числовых данных, хранящая и обрабатывающая данные в прямоугольных таблицах.

Электронная таблица состоит из столбцов и строк. Столбцы обозначаются буквами (A, B, C,...,Z, AA, AB,..., IV) а строки - числами (от 1 до 16384). Пересечение столбца и строки - ***ячейка***.

Адрес ячейки электронной таблицы составляется из заголовка столбца и заголовка строки (A4, C7).

В Excel таблицы называются ***рабочими листами***. Имена и порядок расположения листов можно менять.

Каждый файл электронной таблицы Excel является ***рабочей книгой***.

Для ввода данных в ячейку можно нажать клавишу **Enter** или щелкнуть мышью на другой ячейке.

Основными ***типами данных*** являются**:** число, текст, формула.

Числа могут быть записаны в обычном числовом или экспоненциальном формате.

Текстом является последовательность символов.

Формула должна начинаться со знака равенства и может включать в себя числа, имена ячеек, функции и знаки математических операций.

Основные ***форматы данных*****:** Числовой, Экспоненциальный, Денежный, Дата, Время, Текстовый и т.д.

Обозначение ячейки, составленное из номера столбца и номера строки, называется ***относительным адресом*** (относительной ссылкой) или просто ссылкой или адресом.

Абсолютный адрес ячейки (абсолютную ссылку) используют в том случае, если при копировании формулы ссылка на ячейку не должна изменяться.

Абсолютная ссылка создается из относительной ссылки путем вставки ***знака доллара*** ($) перед заголовком столбца и/или номером строки, например: A1.

Абсолютная адресация ячеек используется, например, при вычислении процентов (доли) отдельных компонентов относительно какого-либо числа (суммы). Адрес суммы должен быть постоянным (абсолютным), а адреса других компонентов вычисления должны быть относительными.

Иногда используют ***смешанный адрес,*** где остается постоянным только один из компонентов, например,

$B7 — не будет изменяться номер столбца;

B$7 — не будет изменяться номер строки.

Изменение типа ссылки для редактируемого адреса производится с помощью клавиши **F4.**

В Excel предусмотрен удобный способ ссылки на ячейку путем присвоения этой ячейке произвольного ***имени.***

Имена ячеек используют в формулах вместо адресов. Имена ячеек представляют собой *абсолютные ссылки.*

Присвоить ячейке собственное имя (или *удалить* имя) можно с помощью команды **ВСТАВКА – Имя - Присвоить** или используя ***поле имени.***

В последнем случае необходимо:

• выделить ячейку (или диапазон ячеек);

• щелкнуть мышью в поле имени (в строке формул), после этого там появится текстовый курсор;

• ввести имя и нажать клавишу Enter.

Имя должно начинаться с *буквы* русского или латинского алфавита. В имени *нельзя использовать пробелы.*

Для быстрого присвоения ячейке собственного имени используется комбинация клавиш **Ctrl+F3.**

Для быстрой *вставки имени в формулу* используется клавиша **F3.**

Для *перехода* к ячейкам, имеющим собственные имена (или указания их адреса в формулах), раскрывают список *поля имени* и выбирают необходимое имя.

Для быстрого перехода к ячейкам, которым присвоены имена, используют клавишу **F5.**

Форматирование данных

Программа Excel с помощью команды **ФОРМАТ - Условное форматирование** позволяет выполнять ***условное форматирование***, т.е. выделять в таблице отдельные ячейки, удовлетворяющие определенным условиям, и применять к ним оформление, отличное от форматирования всей таблицы. Если значение ячейки изменяется и перестает удовлетворять заданным условиям, то программа автоматически отменяет (скрывает) примененное к этим ячейкам форматирование.

В качестве условий (критериев) форматирования отдельных ячеек таблицы можно использовать:

• постоянные значения ячеек (константы);

• формулы, содержащие ссылки на другие ячейки и даты.

Для применения условного форматирования (выделения ячеек, удовлетворяющих определенным условиям) нужно:

1) Выделить необходимые ячейки.
2) Ввести команду **ФОРМА - Условное форматирование**;
3) В диалоговом окне **Условное форматирование** выполнить одно из следующих действий:

- выбрать параметр **Значение** и ввести нужное значение или формулу, поставив перед ней знак равенства (=);
- выбрать параметр **Формула** и в поле справа ввести нужную формулу.

4) Щелкнуть по кнопке **Формат** и выбрать тип шрифта, цвет, подчеркивание, рамку, а также цвет заливки и узор.

Для **отмены** примененных к ячейкам условных форматов нужно:

1) выделить необходимые ячейки;
2) ввести команду **ФОРМАТ - Условное форматирование**;
3) в диалоговом окне **Условное форматирование** щелкнуть по кнопке **Удалить** и указать нужные условия.

Выделение ячеек, строк, столбцов, блоков и листов

Блок (диапазон) ячеек может быть указан непосредственным набором с клавиатуры начального и конечного адресов ячеек, формирующих диапазон, например, **A1:C12**.

При вводе данных в ячейки электронной таблицы их необходимо зафиксировать, т.е. сообщить программе об окончании ввода.

Зафиксировать данные можно одним из способов:

• нажать клавишу Enter;

• щелкнуть мышью по другой ячейке;

• перейти к другой ячейке с помощью клавиш управления курсором;

• щелкнуть мышью по кнопке **Конец ввода** в **Строке формул**;

• щелкнуть мышью на квадратике в нижнем правом углу ячейки **Таблица 1.**

Обратите внимание на то, что в Excel текстовые данные выравниваются по **левому краю**, а числа и даты - **по правому краю**.

• Выделите ячейку D1, введите формулу для вычисления возраста Зеленограда.

Ввод формул всегда начинается со знака равенства =. Адреса ячеек нужно вводить без пробелов и по латинскому регистру. Адреса ячеек можно вводить в формулы без использования клавиатуры, а просто щелкая по ним мышью.

Изменить ширину столбца можно, перетащив мышью правый разделитель в

строке заголовка столбца или дважды щелкнув по разделителю столбца или используя команды меню **ФОРМАТ – Столбец - Ширина (Автоподбор ширины или Стандартная ширина)**.

Изменить высоту строки также можно с помощью мыши или с помощью команд меню **ФОРМАТ - Строка – Высота**.

Перемещение, копирование, заполнение

Чтобы скопировать формулу из одной ячейки в другую необходимо выполнить следующие действия:

- выделите ячейку;
- укажите мышью на маркер автозаполнения маленький квадрат в правом нижнем углу ячейки;
- после того как курсор превратится в черное перекрестие, нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее нажатой, переместите маркер вниз, в следующую ячейку;
- обратите внимание на то, что в строке ввода высвечивается формула для расчета, а в самой ячейке отображается значение - число, полученное в результате вычисления по этой формуле.

Также можно скопировать содержимое одной ячейки в другую помощью команд **ПРАВКА - Вырезать, ПРАВКА - Вставить**.

Чем отличаются операции **Вырезать** и **Вставить** в Excel от аналогичных операций в программе Word можно понять, выполнив следующее упражнение:

• скопируйте с помощью мыши содержимое ячейки Al в ячейку A5;

• выделите ячейку A1 и протащите ее мышью на пять рядов вниз, «ухватившись» за маркер заполнения - квадрат в правом нижнем углу;

• в ячейку F1 введите любое число, в ячейку G1 – любое слово, а в ячейку H1 введите 2000;

• выделите блок F1:H1 и протащите его за маркер заполнения на 10 строк вниз;

• проанализируйте результат.

Результат использования **маркера автозаполнения** можно увидеть, выполнив следующие операции:

• в ячейку E9 введите слово Среда;

• выделите ячейку E9;

• укажите мышью на маркер автозаполнения;

• нажмите левую кнопку мыши и, удерживая ее нажатой, переместите указатель мыши на пять строк вниз;

• снова выделите ячейку E9 и протащите ее за маркер автозаполнения на пять столбцов вправо;

• повторите операцию перетаскивания ячейки E9 с помощью маркера автозаполнения еще 2 раза - вверх и влево;

• проанализируйте результаты и очистите лист.

• В ячейку E9 введите число 1;

• в ячейку E10 введите число 2;

• в ячейку F9 введите число 3;

• выделите блок из двух ячеек: E9:E10 и протащите его за маркер автозаполнения вначале вниз;

• снова выделите блок E9:E10 и протащите его за маркер автозаполнения вверх;

• выделите блок ячеек E9:F9 и протащите его за маркер автозаполнения направо;

• выделите еще раз блок ячеек E9:F9 и протащите его замаркер автозаполнения налево;

• проанализируйте результаты и очистите лист.

•

• В ячейку E5 введите число 25;
• в ячейку F5 введите число 50 и протащите блок ячеек E5:F5 за маркер автозаполнения на несколько столбцов вправо;
• в ячейку E1 введите Январь;
• выделите ячейку E1 и протащите ее на пять столбцов вправо;
• снова выделите ячейку E1 и протащите ее за маркер автозаполнения до конца рабочего листа влево;
• выделите всю первую строку и протащите ее за маркер автозаполнения, стоящий слева в начале строки, на 10 строк вниз;
• проанализируйте результаты.

Сортировка и фильтрация данных

Иногда таблицы могут содержать довольно большое количество данных, представленных в виде списка. В таком случае, очень помогают в работе такие инструменты, как ***сортировка списков*** и их ***фильтрация***. При этом список должен быть оформлен определенным образом, в противном случае инструменты сортировки и фильтрации работать не будут.

Как правило, список состоит из записей (строк) и полей (столбцов). Столбцы должны содержать однотипные данные. Список не должен содержать пустых строк или столбцов. Если в списке присутствуют заголовки, то они должны быть отформатированы другим образом, нежели остальные элементы списка. После сортировки записи отображаются в порядке, определенном значениями столбцов (по алфавиту, по возрастанию/убыванию цены и пр.).

При сортировке по возрастанию Microsoft Excel использует следующий порядок:
1) **Числа -** сортируются от наименьшего отрицательного до наибольшего положительного числа.
2) **Алфавитно-цифровая сортировка**. При сортировке алфавитно-цифрового текста Microsoft Excel сравнивает значения по знакам слева направо. Например, если ячейка содержит текст «A100», Microsoft Excel поместит ее после ячейки, содержащей запись «A1», и перед ячейкой, содержащей запись «A11».
3) **Текст**, в том числе содержащий числа, сортируется в следующем порядке: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 (пробел) ! " # $ % & ( ) * , . / : ; ? @ [\ ] ^ _ ` { | } ~ + < = > A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я Апострофы (') и дефисы (-) игнорируются с единственным исключением: если две строки текста одинаковы, не считая дефиса, текст с дефисом ставится в конец.
4) **Логические значения:** **л**огическое значение **ЛОЖЬ** ставится перед значением **ИСТИНА**.
5) **Значения ошибки**: все значения ошибки равны.
6) **Пустые значения** всегда ставятся в конец.

При сортировке по убыванию этот порядок заменяется на обратный за исключением пустых ячеек, которые всегда помещаются в конец списка.

Сортировка строк по возрастанию (от А до Я или от 0 до 9) или убыванию (от Я до А или от 9 до 0):
1) укажите ячейку в сортируемом списке;
2) нажмите кнопку **Сортировать по возрастанию** или **Сортировать по убыванию**;

Примечание. В отчете сводной таблицы Microsoft Excel сортировка осуществляется по выделенному полю.

Сортировка строк по двум или трем столбцам:

1) выделите ячейку в списке, который требуется отсортировать;
2) в меню **Данные** выберите команду **Сортировка**;
3) укажите столбцы сортировки в полях **Сортировать по** и **Затем по**;
4) выберите остальные параметры сортировки и нажмите кнопку **ОК**.

Сортировка по четырем столбцам:

1) укажите ячейку в сортируемом списке;
2) в меню **Данные** выберите команду **Сортировка;**
3) в окне **Сортировать по** сначала укажите столбец наименьшей важности;
4) нажмите кнопку **ОК**;
5) в меню **Данные** выберите команду **Сортировка**;
6) в полях **Сортировать по** и **Затем по** укажите три других столбца, начиная с наиболее важного;
7) выберите остальные параметры сортировки и нажмите кнопку **ОК**.

Сортировка строк по месяцам и дням недели:

1) укажите ячейку или диапазон ячеек в сортируемом списке;
2) в меню **Данные** выберите команду **Сортировка**;
3) укажите столбец сортировки в поле **Сортировать по**.;
4) нажмите кнопку **Параметры**;
5) в поле **Порядок сортировки по первому ключу** выберите требуемый порядок и нажмите кнопку **ОК**;
6) выберите остальные параметры сортировки и нажмите кнопку **ОК**.

Использование собственного списка в качестве порядка сортировки:

1) в диапазоне ячеек введите значения, по которым требуется сортировка, в порядке убывания, например, **Данные - Высокий уровень - Средний уровень – Низкий**;
2) выделите диапазон;
3) в меню **Сервис** выберите команду **Параметры** и откройте вкладку **Списки**;
4) выберите команду **Импортировать**, а затем нажмите кнопку **ОК;**
5) укажите ячейку в сортируемом списке;
6) в меню **Данные** выберите команду **Сортировка**;
7) укажите столбец сортировки в поле **Сортировать по**;
8) нажмите кнопку **Параметры**;
9) в окне **Сортировка по первому ключу** щелкните созданный список. Например, выберите один из вариантов Высокое, Среднее, Низкое;
10) нажмите кнопку **ОК**;
11) выберите остальные параметры сортировки и нажмите кнопку **ОК**.

Примечание. Нельзя использовать нестандартный порядок сортировки в окне **Затем по**. Заданный порядок сортировки применяется только для столбца, указанного в поле **Сортировать по**. Чтобы использовать нестандартный порядок для сортировки нескольких столбцов, следует последовательно выполнить несколько отдельных сортировок для каждого из столбцов. Например, чтобы сортировать данные по столбцам A и B (сначала по A, а потом по B), сначала проведите сортировку по столбцу B, задав требуемый порядок сортировки в окне **Параметры сортировки**. Затем проведите аналогичную сортировку списка по столбцу A.

Сортировка строк по столбцам:

1) укажите ячейку в сортируемом списке;
2) в меню **Данные** выберите команду **Сортировка**;
3) нажмите кнопку **Параметры**;

4) установите переключатель **Сортировать** в положение **Столбцы диапазона** и нажмите кнопку **ОК**.;
5) выберите строки, по которым требуется отсортировать столбцы, в полях **Сортировать по** и **Затем по**.

При сортировке строк, являющихся частью структуры листа, Microsoft Excel сортирует группы высшего уровня (уровень 1). Порядок расположения детальных строк или столбцов не изменится, независимо от того, являются они скрытыми или отображаются на экране.

Преобразование чисел из текстового формата в числовой

по одной ячейке:

1) в меню **Сервис** выберите команду **Параметры** и откройте вкладку **Контроль ошибок**;
2) убедитесь, что установлены флажки **Включить фоновую проверку ошибок** и **число сохранено как текст**;
3) выберите любую ячейку с зеленым индикатором ошибки в верхнем левом углу;
4) нажмите на появившуюся рядом с ячейкой кнопку и выберите команду **Преобразовать в число**;

сразу для всего диапазона:

1) в пустую ячейку введите цифру 1;
2) выделите эту ячейку и выберите в меню **Правка** команду **Копировать**;
3) выберите диапазон чисел, сохраненных как текст, которые требуется преобразовать;
4) в меню **Правка** выберите команду **Специальная вставка**;
5) в группе **Операция** выберите вариант **умножить**;
6) нажмите кнопку **ОК**;
7) удалите содержимое ячейки, введенное на первом шаге.

Некоторые системы учета отображают отрицательные значения со знаком минус (-) справа от значения. Чтобы преобразовать эти текстовые строки в значения, возьмите все знаки текстовой строки, кроме самого правого (знака минус), и умножьте результат на -1. Например, если в ячейке A2 содержится строка «156-», следующая формула преобразует этот текст в значение -156.

Фильтрация (выборка) данных позволяет отобразить в таблице только те строки, содержимое ячеек которых отвечает заданному условию (или нескольким условиям). Эта операция может выполняться с помощью ***автофильтра*** или расширенного фильтра.

Основное отличие фильтра от упорядочивания - это то, что во время фильтрации записи, не удовлетворяющие условиям отбора, временно скрываются (но не удаляются), в то время, как при сортировке показываются все записи списка, меняется лишь их порядок.

Фильтры бывают двух типов: ***обычный фильтр*** (его еще называют автофильтр) и ***расширенный фильтр***.

Для применения автофильтра нажмите ту же кнопку, что и при сортировке - **Сортировка и фильтр** и выберите пункт **Фильтр** (конечно же, перед этим должен быть выделен диапазон ячеек).

Расширенный фильтр позволяет осуществлять более сложную выборку данных электронной таблицы с заданием одновременно нескольких условий.

Работа в режиме формы данных

Форма данных представляет собой диалоговое окно, в котором отображается одна строка (запись) таблицы.

В окне формы данных можно выполнять следующие операции:

• добавлять новые записи (строки) таблицы;
• вводить новые данные и редактировать имеющиеся записи;
• удалять ненужные строки;
• просматривать записи;
• искать нужные записи по задаваемым в окне формы условиям (критериям).

Для отображения таблицы в виде формы данных нужно установить курсор в любой заполненной ячейке таблицы и ввести команду меню **ДАННЫЕ - Форма**.

С помощью полосы прокрутки, клавиш управления курсором (вверх/вниз) или кнопок **Назад** и **Далее** в окне формы данных можно вывести любую запись списка.

Редактирование данных в полях формы выполняется так же, как и редактирование обычного текста. После изменения данных для обновления текущей записи и перехода к следующей записи следует нажимать клавишу Enter.

Вся информация, внесенная в форму, автоматически воспроизводится в исходной таблице.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Выполнить предложенные преподавателем действия с использованием программы Microsoft Exsel.
3) Сохранить соответствующим образом полученные результаты работы.
4) Ответить на контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 5

ПРОВЕДЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ. РАБОТА С ДИАГРАММАМИ. ПОЛУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ ОТ ВЫСОТЫ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является получение практических навыков проведения вычислений и построения диаграмм в программе Microsoft Exsel.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Формула - это математическое выражение, которое создается для вычисления результата и которое может зависеть от содержимого других ячеек. Формула в ячейке может содержать данные, ссылки на другие ячейки, а также обозначение действий, которые необходимо выполнить.

Вычисления в Excel

Использование ссылок на ячейки позволяет пересчитывать результат по формулам, когда происходят изменения содержимого ячеек, включенных в формулы. В Excel формулы начинаются со знака =. Скобки ( ) могут использоваться для определения порядка математических операции.

Excel поддерживает следующие операторы:

арифметические операции:

сложение (+);

умножение (*);

нахождение процента (%);

вычитание (-);

деление (/);

экспонента (^).

операторы сравнения:

= равно;

< меньше;

> больше;

<= меньше или равно;

>= больше или равно;

<> не равно.

операторы связи:

: диапазон;

; объединение;

& оператор соединения текстов.

Формула	Составляющие элементы
=27+36 =A1+A2-A3 =45%*A3 ,	Цифры Ссылки на ячейки Цифры и ссылки на ячейки
=СУММ(A1:A5), =МАКС(A3:A5)	Предварительно определенные функции
=(A1+A2)/A3	Ссылки на ячейки при заданном порядке действий

Пример: вставка формулы -25-A1+A3

1) предварительно введите любые числа в ячейки A1 и A3;

2) выберите необходимую ячейку, например B1;
3) начните ввод формулы со знака=;
4) введите число 25, затем оператор (знак -);
5) введите ссылку на первый операнд, например щелчком мыши на нужную ячейку A1;
6) введите следующий оператор(знак +);
7) щелкните мышью в той ячейке, которая является вторым операндом в формуле;
8) завершите ввод формулы нажатием клавиши Enter;
9) в ячейке B1 получите результат.

Автосуммирование

Кнопка **Автосумма (∑)** может использоваться для автоматического создания формулы, которая суммирует область соседних ячеек, находящихся непосредственно слева в данной строке и непосредственно выше в данном столбце. Порядок действий при выполнении автосуммирования может быть следующим:

1) выберите ячейку, в которую надо поместить результат суммирования;
2) щелкните кнопку **Автосумма** или нажмите комбинацию клавиш;
3) Excel примет решение, какую область включить в диапазон суммирования, и выделит ее пунктирной движущейся рамкой, называемой границей;
4) нажмите **Enter** для принятия области, которую выбрала программа Excel, или выберите с помощью мыши новую область и затем нажмите Enter.

Функция **Автосумма** автоматически трансформируется в случае добавления и удаления ячеек внутри области.

Тиражирование формул при помощи маркера заполнения

Область ячеек (ячейка) может быть размножена при помощи использования **маркера заполнения**. Как было показано в предыдущем разделе, маркер заполнения представляет собой контрольную точку в правом нижнем углу выделенной ячейки.

Часто бывает необходимо размножать не только данные, но и формулы, содержащие адресные ссылки. Процесс тиражирования формул при помощи маркера заполнения позволяет колировать формулу при одновременном изменении адресных ссылок в формуле:

1) выберите ячейку, содержащую формулу для тиражирования;
2) перетащите маркер заполнения в нужном направлении;
3) формула будет размножена во всех ячейках.

Обычно этот процесс используется при копировании формул внутри строк или столбцов, содержащих однотипные данные. При тиражировании формул с помощью маркера заполнения меняются так называемые относительные адреса ячеек в формуле (подробно относительные и абсолютные ссылки будут описаны далее).

Имена в формулах легче запомнить, чем адреса ячеек, поэтому вместо абсолютных ссылок можно использовать именованные области (одна или несколько ячеек). Необходимо соблюдать следующие правила при создании имен:

- имена могут содержать не более 255 символов;
- имена должны начинаться с буквы и могут содержать любой символ, кроме пробела;
- имена не должны быть похожи на ссылки, такие, как B3, C4;
- имена не должны использовать функции Excel, такие, как СУММ, ЕСЛИ и т. п.

В меню **Вставка - Имя** существуют две различные команды создания именованных областей: **Создать** и **Присвоить**.

Команда **Создать** позволяет задать (ввести) требуемое имя (только одно), команда **Присвоить** использует метки, размещенные на рабочем листе, в качестве имен областей (разрешается создавать сразу несколько имен).

Порядок действий при ***создании имени***:

1) выделите ячейку;
2) выберите в меню **Вставка - Имя** команду **Присвоить**;
3) введите имя ячейки и нажмите **ОК**;
4) выделите ячейку B1 и убедитесь, что в поле имени указано верное имя.

Наиболее типичные ошибки в формулах

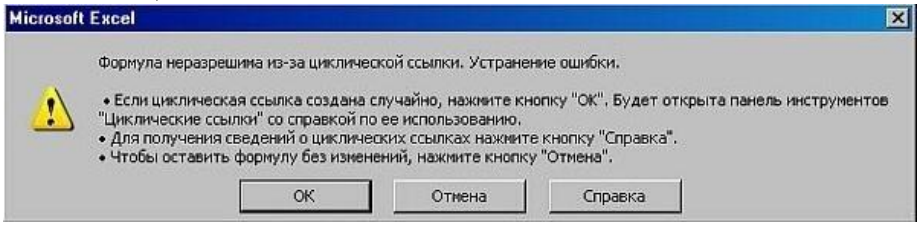
Бели при вводе формул или данных допущена ошибка, то в результирующей ячейке появляется сообщение об ошибке. Первым символом всех значений ошибок является символ #. Значения ошибок зависят от вида допущенной ошибки.

Excel может распознать следующие виды ошибок:

- **ошибка # # # #** появляется, когда вводимое число не умещается в ячейке. В этом случае следует увеличить ширину столбца;
- **ошибка #ДЕЛ/0!** появляется, когда в формуле делается попытка деления на нуль. Чаще всего это случается, когда в качестве делителя используется ссылка на ячейку, содержащую нулевое или пустое значение;
- **ошибка #Н/Д!** является сокращением термина «неопределенные данные». Эта ошибка указывает на использование в формуле ссылки на пустую ячейку;
- **ошибка #ИМЯ?** появляется, когда имя, используемое в формуле, было удалено или не было ранее определено. Для исправления определите или исправьте имя области данных, имя функции и др;
- **ошибка #ПУСТО!** появляется, когда задано пересечение двух областей, которые в действительности не имеют общих ячеек. Чаще всего ошибка указывает, что допущена ошибка при вводе ссылок на диапазоны ячеек;
- **ошибка #ЧИСЛО!** появляется, когда в функции с числовым аргументом используется неверный формат или значение аргумента;
- **ошибка #ССЫЛКА!** появляется, когда в формуле используется недопустимая ссылка на ячейку. Например, если ячейки были удалены или в эти ячейки было помещено содержимое других ячеек;
- **ошибка #ЗНАЧ!** появляется, когда в формуле используется недопустимый тип аргумента или операнда. Например, вместо числового или логического значения для оператора или функции введен текст.

Кроме перечисленных ошибок, при вводе формул может появиться циклическая ссылка.

Циклическая ссылка возникает тогда, когда формула прямо или косвенно включает ссылки на свою собственную ячейку. Циклическая ссылка может вызывать искажения в вычислениях на рабочем листе и поэтому рассматривается как ошибка в большинстве приложений. При вводе циклической ссылки появляется предупредительное сообщение.



Индикатор циклической ссылки в строке состояния показывает ссылку на последнюю зависимую формулу.

Когда формула, содержащая циклическую ссылку, находится на рабочем листе, появится сообщение, указанное на рисунке. Для исправления ошибки удалите ячейку, которая вызвала циклическую ссылку, отредактируйте или введите заново формулу.

Функции в Excel

Более сложные вычисления в таблицах Excel осуществляются с помощью специальных функций. Список категорий функций доступен при выборе команды **Функция** в меню **Вставка**.

Финансовые функции осуществляют такие расчеты, как вычисление суммы платежа по ссуде, величину выплаты прибыли на вложения и др.

Функции Дата и время позволяют работать со значениями даты и времени в формулах. Например, можно использовать в формуле текущую дату, воспользовавшись функцией **СЕГОДНЯ**.

Математические функции выполняют простые и сложные математические вычисления, например вычисление суммы диапазона ячеек, абсолютной величины числа, округление чисел и др.

Статистические функции позволяют выполнять статистический анализ данных. Например, можно определить среднее значение и дисперсию по выборке и многое другое.

Функции Ссылки и массивы позволяют осуществить поиск данных в списках или таблицах, найти ссылку на ячейку в массиве. Например, для поиска значения в строке таблицы используется функция **ГПР**.

Функции работы с базами данных можно использовать для выполнения расчетов и для отбора записей по условию.

Текстовые функции предоставляют пользователю возможность обработки текста. Например, можно объединить несколько строк с помощью функции **СЦЕПИТЬ**.

Логические функции предназначены для проверки одного или нескольких условий. Например, функция **ЕСЛИ** позволяет определить, выполняется ли указанное условие, и возвращает одно значение, если условие истинно, и другое, если оно ложно.

Функции Проверка свойств и значений предназначены для определения данных, хранимых в ячейке. Эти функции проверяют значения в ячейке по условию и возвращают в зависимости от результата значения **ИСТИНА** или **ЛОЖЬ**.

Для вычислений в таблице с помощью встроенных функций рекомендуется использовать мастер функций. Диалоговое окно мастера функций доступно при выборе команды **Функция** в меню **Вставка** или нажатии кнопки, на стандартной панели инструментов. В процессе диалога с мастером требуется задать аргументы выбранной функции, для этого необходимо заполнить поля в диалоговом окне соответствующими значениями или адресами ячеек таблицы.

Для ввода диапазона ячеек в окно мастера функций можно мышью обвести на рабочем листе таблицы этот диапазон. Если окно мастера функций закрывает нужные ячейки, можно передвинуть окно диалога. После выделения диапазона ячеек вокруг него появится бегущая пунктирная рамка, а в поле аргумента автоматически появится адрес выделенного диапазона ячеек.

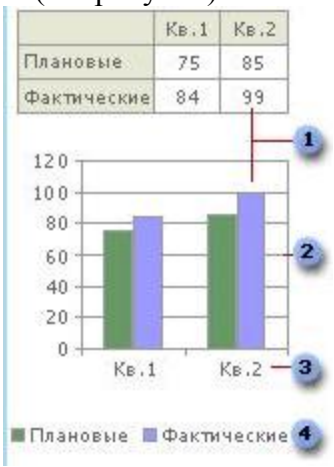
Построение диаграмм

Диаграммы являются средством наглядного представления данных и облегчают выполнение сравнений, выявление закономерностей и тенденций данных. Например, вместо анализа нескольких столбцов чисел на листе можно, взглянув на диаграмму, узнать, падают или растут объемы продаж по кварталам или как действительные объемы продаж соотносятся с планируемыми.

Диаграмму можно создать на отдельном листе или поместить в качестве внедренного объекта на лист с данными. Кроме того, диаграмму можно опубликовать на веб-странице. Чтобы создать диаграмму, необходимо сначала ввести для нее данные на листе. После этого, выделив эти данные, следует воспользоваться мастером диаграмм для пошагового создания диаграммы, при котором выбираются ее тип и различные параметры. Или используйте для создания основной диаграммы панель инструментов **Диаграмма**, которую впоследствии можно будет изменить.

Отчет сводной диаграммы представляет собой интерактивную сводку данных в формате диаграммы. Его создание отличается от обычных диаграмм Microsoft Excel. После создания отчета сводной диаграммы можно просматривать разные уровни детализации и изменять макет диаграммы, перетаскивая ее поля и элементы.

Диаграмма связана с данными, на основе которых она создана, и обновляется автоматически при изменении данных. Как правило, диаграмма состоит из следующих основных элементов (см. рисунок).



1 --- Маркер данных
2 --- Основная линия
3 --- Имена категорий
4 --- Имена рядов диаграммы данных

Маркер данных. Каждый маркер соответствует одному значению данных листа. Маркеры данных одного цвета представляют один ряд данных. В приведенном примере самый правый маркер данных соответствует действительному значению за второй квартал, равному 99.

Основные линии. Microsoft Excel создает значения на оси из данных рабочего листа. Обратите внимание на то, что в приведенном примере значения на оси изменяются от 0 до 120, что соответствует значениям ячеек диапазона на листе. Основные линии обозначают основные интервалы на оси. На диаграмме можно отобразить и промежуточные линии, обозначающие интервалы внутри основных интервалов.

Имена категорий. Excel использует заголовки столбцов или строк данных в качестве имен рядов данных. В приведенном примере в качестве имен рядов первого и второго квартала листа выступают имена оси категорий.

Имена рядов данных диаграммы. Excel использует заголовки столбцов или строк данных в качестве имен рядов данных. Имена рядов отображаются в легенде диаграммы. В приведенном примере в качестве имен рядов выступают заголовки столбцов планируемых и действительных значений.

При удержании указателя на элементе диаграммы появляется подсказка с названием данного элемента. Например, при наведении указателя на легенду появляется подсказка, содержащая слово **Легенда**.

Диаграмму можно создать на отдельном листе или поместить в качестве внедренного объекта на лист с данными. Независимо от способа размещения диаграмма является связанной с исходными данными на листе, то есть при обновлении данных обновляется и созданная на их основе диаграмма.

Внедренная диаграмма рассматривается как графический объект и сохраняется в качестве части листа, на котором она создана. Внедренные диаграммы следует использовать в случаях, когда требуется отобразить или напечатать одну или несколько диаграмм вместе с данными листа.

Лист диаграммы - это отдельный лист в книге, имеющий собственное имя. Листы диаграмм следует использовать в случаях, когда требуется просмотреть или изменить большие или сложные диаграммы отдельно от данных, или когда требуется сохранить пространство экрана для работы с листом.

Комбинированная диаграмма использует два или более типа диаграмм, чтобы подчеркнуть использование различных типов информации. Приведенная диаграмма показывает один ряд данных (**План**) на гистограмме, а другой (**Факт**) - в виде графика. Чтобы получить такой тип эффекта перекрытия, выберите нестандартный тип диаграмм на шаге 1 мастера диаграмм при создании диаграммы. Этот пример использует тип диаграммы **График - Гистограмма**. Чтобы превратить существующую диаграмму в комбинированную, выберите ряд данных и измените тип диаграммы для этого ряда.

Вспомогательная ось. Если значения различных рядов данных на диаграмме значительно отличаются друг от друга или если на диаграмме представлены данные различных типов, целесообразно вывести один или несколько рядов данных на вспомогательной оси значений (Y). Масштаб вспомогательной оси выбирается с учетом значений соответствующего ряда. В приведенном примере диаграммы по левой оси Y откладывается число продаж жилья, а по правой - средняя цена.

Когда диаграмма создается по данным из листа и даты задают ось категорий (x) диаграммы, Microsoft Excel автоматически использует ось времени.

Отображение дат. На оси времени даты представлены в хронологическом порядке с определенными интервалами или единицами измерения, даже если даты на листе не упорядочены или имеют другую единицу измерения.

Microsoft Excel первоначально устанавливает единицу измерения (дни, месяцы или годы) в соответствии с наименьшим расстоянием между двумя датами в данных. Например, если есть данные по ценам акций на бирже с минимальной разницей между датами равной семи дням, Microsoft Excel установит единицу измерения день.

Можно изменить единицу измерения на месяцы для оценки поведения биржи за более краткий или длительный период времени, как на первой диаграмме в примере. Для изменения единицы измерения выберите ось, выберите команду **Выделенная ось** в меню **Формат**, а затем нужный вариант на вкладке **Шкала**.

Диаграммы с осью времени и время. Диаграмма с осью времени не может быть создана по данным, измеряющим промежутки в часах, минутах и секундах. Только дни, месяцы и годы рассматриваются как единицы измерения в диаграммах с осью времени.

Типы диаграмм, которые могут использовать ось времени. Ось времени доступна для биржевых диаграмм, графиков, трехмерных графиков, гистограмм, линейчатых диаграмм и заполненных диаграмм за исключением тех случаев, когда диаграммы имеют многоуровневые названия категорий. Оси времени также недоступны в отчетах сводных диаграмм.

Чтобы изменить используемый по умолчанию тип диаграммы, необходимо выполнить следующие действия:

1) чтобы активизировать меню **Диаграмма**, выберите диаграмму;
2) в меню **Диаграмма** выберите команду **Тип диаграммы**;
3) выполните одно из следующих действий;
4) выберите стандартный тип диаграммы;
5) откройте вкладку **Стандартные** и выберите встроенный тип диаграммы для использования по умолчанию;
6) выберите команду **Сделать стандартной** и нажмите кнопку **Да**;
7) нажмите кнопку **OK**;

8) выберите нестандартный тип диаграммы или текущую диаграмму;
9) откройте вкладку **Нестандартные** и выберите требуемый нестандартный тип диаграммы или, если по умолчанию требуется использовать текущий тип диаграммы, ничего не выбирайте;
10) выберите команду **Сделать стандартной** и нажмите кнопку **Да**;
11) если на экране появилось диалоговое окно **Добавление нового типа диаграмм**, введите имя в поле **Имя**, описание в поле **Описание**, а затем нажмите кнопку **ОК**;
12) нажмите кнопку **ОК**.

Создание, совместное использование и удаление диаграмм нестандартных типов

Можно создавать пользовательские типы диаграмм, изменяя стандартные или встроенные нестандартные типы диаграмм. Эти нестандартные типы диаграмм можно использовать совместно с другими пользователями. Например, если один и тот же заголовок должен появляться во всех диаграммах данной организации, можно создать диаграмму с этим заголовком, сохранить диаграмму как нестандартный тип диаграммы, определенный пользователем, а затем открыть доступ сотрудникам для использования ее в качестве шаблона.

Для добавления собственного нестандартного типа диаграммы для использования в других диаграммах необходимо выполнить следующие действия:
1) выберите диаграмму, которую необходимо сохранить в качестве нестандартного типа диаграммы;
2) в меню **Диаграмма** выберите команду **Тип диаграммы**;
3) на вкладке **Нестандартные** выберите команду дополнительные;
4) нажмите кнопку **Добавить**;
5) в поле **Название** введите название диаграммы;
6) если необходимо добавить описание, введите его в поле **Описание**;
7) нажмите кнопку **ОК**.

Совместное использование нестандартного типа диаграммы несколькими пользователями:
1) на компьютере каждого пользователя откройте книгу, содержащую нестандартный тип диаграммы, к которому необходим совместный доступ;
2) выберите диаграмму, которую необходимо сохранить в качестве нестандартного типа диаграммы;
3) в меню **Диаграмма** выберите команду **Тип диаграммы**;
4) на вкладке **Нестандартные** выберите команду дополнительные;
5) нажмите кнопку **Добавить**;
6) в поле **Название** введите название диаграммы;
7) если необходимо добавить описание, введите его в поле **Описание**;
8) нажмите кнопку **ОК**.

Удаление нестандартного типа диаграммы, определенной пользователем:
1) чтобы активизировать меню **Диаграмма**, выберите диаграмму;
2) в меню **Диаграмма** выберите команду **Тип диаграммы**;
3) на вкладке **Нестандартные** выберите команду дополнительные;
4) в поле **Тип диаграммы** выберите формат, который необходимо удалить;
5) выберите команду **Удалить**, а затем нажмите кнопку **ОК**.

Встроенный нестандартный тип диаграммы удалить невозможно.

Изменение типа диаграммы

Для большинства плоских диаграмм можно изменить тип диаграммы как ряда данных, так и диаграммы в целом. Для пузырьковых диаграмм можно изменить только

тип диаграммы в целом. Для большинства объемных диаграмм изменение типа затрагивает всю диаграмму. Для объемных линейчатых диаграмм и гистограмм есть возможность преобразовывать отдельные ряды данных к конусному, цилиндрическому или пирамидальному типу.

Чтобы ***изменить тип диаграммы***, выполните одно из следующих действий.

1) для целой диаграммы выберите диаграмму;
2) для ряда данных выберите ряд данных;
3) в меню **Диаграмма** выберите команду **Тип диаграммы**;
4) на вкладке **Стандартные** выберите необходимый тип диаграммы.
5) при изменении типа диаграммы для ряда данных, а не для всей диаграммы, необходимо установить флажок **Применить к**.

Для того чтобы применить конический, цилиндрический или пирамидальный тип к ряду данных объемной линейчатой диаграммы или гистограммы, щелкните **Цилиндрическая**, **Коническая** или **Пирамидальная** в поле **Тип** на вкладке **Стандартные**, а затем установите флажок **Применить**.

Выбор элементов диаграммы

Чтобы выбрать элемент диаграммы с помощью мыши, щелкните нужный элемент диаграммы. Ряды данных, подписи значений и легенды можно изменять поэлементно. Например, чтобы выбрать отдельный маркер данных в ряде данных, выберите нужный ряд данных и щелкните маркер данных. Имя элемента диаграммы будет выводиться в подсказке в случае, если установлен флажок **Показывать имена** (меню **Сервис – Параметры - Диаграмма**).

Второй способ выбора элементов диаграммы следующий: щелкните диаграмму, нажмите стрелку рядом с полем **Объекты диаграмм** на панели инструментов **Диаграмма**, а затем выберите нужный элемент.

Чтобы выбрать элемент диаграммы с помощью клавиатуры, пользуйтесь клавишами со стрелками. Чтобы отменить сделанный выбор, нажмите клавишу **ESC**.

Получение зависимостей параметров атмосферы от высоты стандартной атмосферы

Исследования показывают, что физические параметры атмосферы значительно изменяются в зависимости от климатических условий, времени года и высоты.

Баллистические расчеты проводятся для нормальных метеоусловий, соответствующих средним статистическим опытным данным или так называемым стандартным атмосферам.

В 1920 г. была принята международная стандартная атмосфера (МСА), которая впоследствии уточнялась и в настоящее время действует в соответствии с ГОСТ 4401-81 - СА-81.

Для артиллерийской практики в 1927 г. ввели нормальную артиллерийскую атмосферу (НАА) и до настоящего времени, согласно ГОСТ 24288-80, расчеты таблиц стрельбы и подготовки исходных данных на пуск ракет Сухопутных войск осуществляются исключительно по НАА с введением в нее незначительных коррекций для высот свыше 27000 м.

В СА-81 в отличие от НАА высота над поверхностью задается через так называемую геопотенциальную высоту.

В СА-81 значение g(h) вычислялось без учета центробежного ускорения по формуле для сферической модели Земли

$$g = g_c \left(\frac{R_{з.с}}{R_{з.с}+h}\right)^2,$$

где g_c = 9,81 м/с^2, тогда как в НАА нормальное ускорение свободного падения g_0 = 9,80665 м/с^2.

В СА-81 установлены стандартные численные значения параметров атмосферы в функции геометрической h и геопотенциальной H высот. Связь между геометрической и геопотенциальной высотами следующая

$$H = \frac{R_{3c}h}{R_{3c}+h}, \qquad h = \frac{R_{3c}H}{R_{3c}-H},$$

где R_{3c}=6 356 766 м – средний радиус Земли.

В зависимости от характера изменения температуры атмосфера СА-81 разбита на ряд слоев, температура в каждом слое аппроксимируется линейной функцией от геопотенциальной высоты

$$T = T_* + \beta(H - H_*)$$

где β - градиент температуры по геопотенциальной высоте; T_*, H_* - температура и геопотенциальная высота нижней границы соответствующего слоя.

Используя значения температуры, определяют давление

$$p = p_*\left[1 + \frac{\beta}{T_*}(H - H_*)\right]^{-\frac{g_c}{R\beta}},$$

плотность,

$$\rho = \frac{p}{RT}$$

скорость звука

$$a = \sqrt{kRT} = 20{,}046796\sqrt{T},$$

где k =1,4 – показатель адиабаты; R - удельная газовая постоянная (R =287,053); g_c - ускорение свободного падения для нулевой высоты.

По приведенным формулам могут быть вычислены таблицы, содержащие основные характеристики атмосферы: температуру, давление *p*, плотность воздуха, ускорение свободного падения, скорость звука. Приведены также относительные величины p/p_c и др. Индексом "с" отмечены значения параметров для среднего уровня моря (нулевой высоты). Значения температурных градиентов для стандартизованной части атмосферы СА-81 приведены в табл.

В НАА за нормальные условия на уровне моря приняты:

$h_{0N} = 750$ мм рт. ст.,

$e_{0N} = 6{,}35$ мм рт. ст. (50% влажности),

$\tau_{0N} =$ 288,9°К ($\tau_{0N} = 15$ °С);

весовая плотность воздуха $\Pi_{0N} = 1{,}206$ кгс/м^3;

плотность воздуха $\rho_{0N} = 0{,}1229$ кгс с^2/м^4;

$a_{0N} = 340{,}8$ м/с. Как и в СА-81, принято, что ветер отсутствует.

Изменение температуры с высотой рассчитывается по зависимостям, предложенным Д.А.Вентцелем:

Для высот $y \le 9300$ м принято

$\tau = \tau_{0N} - 0{,}006328y$;

для высот $9300 < y \le 12000$ м принято

$\tau = 230 - 0{,}006328(y - 9300) + 1{,}172 \cdot 10^{-6}(y - 9300)^2$;

для высот $12000 < y \le 31000$ м принято $\tau = 221{,}5^{\circ}K = const$.

Значение давления и плотности рассчитываются по формулам

$$h = h_{0N} \exp\left(-\frac{1}{R}\int_0^y \frac{dy}{\tau} \right); \quad \Pi = 13{,}6\frac{h_{0N}}{R\tau_{0N}} \exp\left(-\frac{1}{R}\int_0^y \frac{dy}{\tau} \right).$$

Если отнести эту плотность к нормальной плотности воздуха у поверхности Земли, то можно получить безразмерную функцию изменения плотности с высотой

$$H(y) = \frac{\Pi}{\Pi_{0N}}.$$

При решении ряда практических задач, например при баллистическом проектировании, для вычисления безразмерной функции изменения плотности с высотой, удобно использовать эмпирические формулы:

В.П. Ветчинкина: $H(y) = \dfrac{20000 - y}{20000 + y}$;

Линейная: $H(y) = 1 - ky$;

Гиперболическая: $H(y) = \dfrac{1}{1 + ky}$;

где $k = 0{,}0001$.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Рассчитать по формулам, представленным выше, значения параметров атмосферы в зависимости от высоты и представить их виде таблицы стандартной атмосферы:

H, м	T, K	p, Па	$\rho_в$, кг/м^3	a, м/с	g, м/с^2	p/p_c

   Расчеты провести с использованием программных приложений MicroSoft Excel.
2. Построить графики зависимости параметров атмосферы от высоты по полученной в п.1 таблице.
3. Сделать выводы по полученным результатам.

Лабораторная работа №6

РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА СНАРЯДА РСЗО

1.ЦЕЛЬ РАБОТЫ

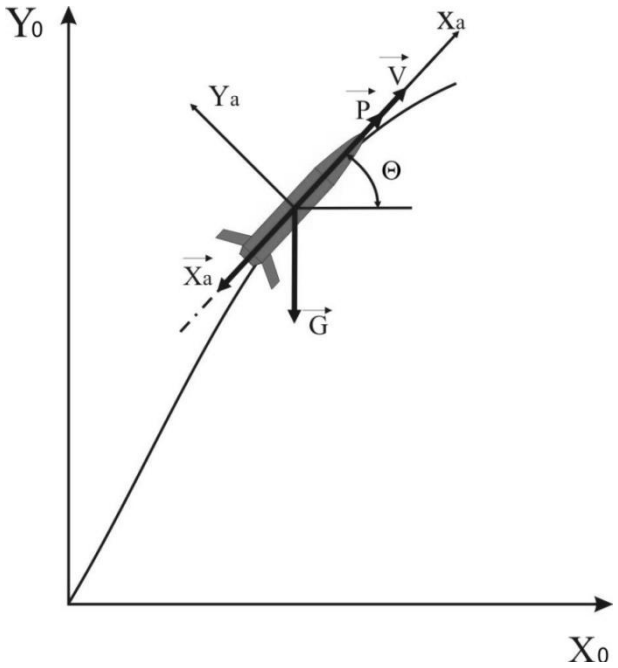
определить основные параметры траектории неуправляемого ЛА, построить траекторию и профиль скорости.

2.ОСНОВЫ ТЕОРИИ

Система уравнений движения

При выводе системы уравнений движения ракеты на активном участке траектории можно использовать земную (неподвижную) или траекторную (подвижную) систему координат.

В качестве примера, воспользуемся *неподвижной земной системой* координат (рисунок .



Расчетная схема движения ракеты

При составлении математической модели принимаем следующие *допущения*:
- влияние вращательного движения ЛА на движение его центра масс отсутствуют;
- траектория полета ЛА считается плоской;
- кривизна земли и ветер не учитываются;
- сила тяги считается постоянной;
- изменение плотности воздуха с высотой учитывается приближенными зависимостями.

Траекторию полета неуправляемого ЛА в данном случае можно разделить на два участка: активный (с работающем двигателем) и пассивный (с отработавшим двигателем).

На ракету на *активном участке* траектории действуют сила тяги *P*, направленная по касательной к траектории и совпадающая с вектором скорости, аэродинамическая сила X_a, направленная по касательной к траектории в направлении, противоположном вектору скорости, и сила тяжести $G=mg$ (рисунок 1).

Проецируя указанные силы на оси OX_0 и OY_0, получим уравнения ускорений

$$\dot{V_x} = \big(P(t) - X_a(M)\big)\cos\theta(t)\,/m(t), \qquad (1)$$

$$\dot{V}_y = \big(P(t) - X_a(M)\big)\sin\theta(t)/m(t) - g. \quad (2)$$

К данным уравнениям необходимо добавить кинематические соотношения

$$\dot{x} = V_x, \quad (3)$$

$$\dot{y} = V_y. \quad (4)$$

Кроме того, необходимо записать соотношения для расчета:

- текущей массы

$$m(t) = m_0 - m_c(t_a)t, \quad (5)$$

- аэродинамической силы

$$X_a(M) = \frac{\rho V^2}{2} S_м C_{X_a}(M), \quad (6)$$

- текущей плотности воздуха

$$\rho = \rho_0 H(y), \quad (7)$$

- изменения плотности воздуха с высотой

$$H(y) = \frac{20000 - y}{20000 + y}, \quad (8)$$

- скорости

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}, \quad (9)$$

- угла наклона траектории

$$\theta(t) = \arcsin(V_y/V). \quad (10)$$

где m_0 - полная масса ракеты с топливом; $m_c(t_a)$ секундный массовый расход топлива ($m_c(t_a) = m_т/t_a$); $m_т$ - масса топлива; t_a- время работы двигателя; ρ_0 - плотность воздуха на уровне Земли; $S_м$ - площадь миделевого сечения; $C_{X_a}(M)$ - коэффициент силы лобового сопротивления, являющийся функцией числа Маха.

Уравнения движения ракеты на *пассивном участке* получаются из системы (1)-(10), если положить $m = const$, $P = 0$.

Численная реализация модели

Приведенные уравнения (1)-(10) включают четыре дифференциальных уравнения первого порядка и 6 алгебраических. Решение дифференциальных уравнений возможно только численными методами.

Рассматриваемая система дифференциальных уравнения имеет решение при некоторых заданных начальных условиях:

$$t = 0, \qquad V_x = V_{x0}, \qquad V_y = V_{y0}, \qquad x = x_0, \qquad y = y_0.$$

Одним из наиболее распространенных методов решения обыкновенных дифференциальных уравнений является метод конечных разностей (МКР). Рассмотрим применение МКР для численного решения на ЭВМ простейшего дифференциального уравнения первого порядка:

$$\frac{dY}{dX} = f(X, Y)$$

с начальными условиями X_0, $Y(X_0) = Y_0$.

Решение будем искать в интервале $[X_0, b]$ и будем полагать, что функция на данном интервале удовлетворяет условиям гладкости.

Разобьем область аргумента X на множество отрезков длиной ΔX и разложим функцию Y в ряд Тейлора в окрестности произвольной точки X_i из области существования функции:

$$Y_{i+1} = Y(X_i + \Delta X) = Y(X_i) + \frac{\Delta X}{1!}Y'(X) + \frac{\Delta X^2}{2!}Y''(X) + \cdots .$$

Отбрасывая члены ряда, содержащие производные второго и высшего порядков, получаем конечно-разностное выражение первой производной

$$Y'(X) = \frac{Y_{i+1} - Y_i}{\Delta X}.$$

Отсюда $Y_{i+1} = Y_i + \Delta X \cdot f(X, Y)$

Вычисляя последовательно от начального значения Y_0 значения Y_1, Y_2, Y_3, ... по данной формуле, находим искомое решение.

На рисунке показана форма численного решения, получаемого с помощью таких вычислений

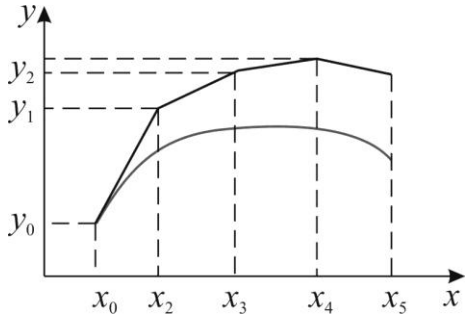


Схема приближенного решения методом Эйлера

Данный метод решения обыкновенного дифференциального уравнения носит название метода Эйлера. При достаточно малых величинах шага ΔX . Метод Эйлера дает решение с большой точностью, так как погрешность близка к $0(\Delta X^2)$ на каждом шаге процесса.

Для решения системы уравнений движения ЛА методом Эйлера запишем ее в конечно-разностном виде:

$$\begin{cases} \mathrm{V_{x_i}} = \frac{\mathrm{x_{i+1}} - \mathrm{x_i}}{\Delta \mathrm{t}} \\ \mathrm{V_{y_i}} = \frac{\mathrm{y_{i+1}} - \mathrm{y_i}}{\Delta \mathrm{t}} \\ \mathrm{m_i} \frac{\mathrm{V_{x_{i+1}}} - \mathrm{V_{x_i}}}{\Delta \mathrm{t}} = [\mathrm{P_i} - \mathrm{X_{ai}}] \cos \theta_\mathrm{i} \\ \mathrm{m_i} \frac{\mathrm{V_{y_{i+1}}} - \mathrm{V_{y_i}}}{\Delta \mathrm{t}} = [\mathrm{P_i} - \mathrm{X_{ai}}] \sin \theta_\mathrm{i} - \mathrm{m_i g} \end{cases},$$

где i – номер текущего шага по времени.

Выразим в этих уравнениях в явном виде $V_{x_{i+1}}, V_{y_{i+1}}, x_{i+1}, y_{i+1}$

$$\begin{cases} \mathrm{x_{i+1}} = \mathrm{x_i} + \mathrm{V_{x_i}} \Delta \mathrm{t} \\ \mathrm{y_{i+1}} = \mathrm{y_i} + \mathrm{V_{y_i}} \Delta \mathrm{t} \\ \mathrm{V_{x_{i+1}}} = \mathrm{V_{x_i}} + \frac{\Delta \mathrm{t}}{\mathrm{m_i}} [\mathrm{P_i} - \mathrm{X_{ai}}] \cos \theta_\mathrm{i} \\ \mathrm{V_{y_{i+1}}} = \mathrm{V_{y_i}} + \frac{\Delta \mathrm{t}}{\mathrm{m_i}} \left[[\mathrm{P_i} - \mathrm{X_{ai}}] \sin \theta_\mathrm{i} - \mathrm{m_i g} \right] \end{cases}.$$

Решая систему уравнений (3) на каждом шаге по времени, можно последовательно вычислить все точки траектории полета ЛА.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Сделать расчет траектории полета неуправляемого ЛА.

Расчет траектории неуправляемого ЛА.

Расчет траектории неуправляемого ЛА выполняется в следующей последовательности:

1. Составить математическую модель движения центра масс ЛА при принятых допущениях.
2. Используя численный метод, составить программу решения уравнений на ЭВМ с использованием программного приложения MicroSoft Excel.

3. После отладки программы провести вычисление изменения параметров траектории от времени (исходные данные для расчета в приложении 1), и по ним определить следующие основные элементы траектории:

- максимальная высота траектории;
- параметры траектории в конце активного участка (скорость, дальность, высоту);
- скорость, угол наклона траектории в точке падения;
- дальность и полное время полета.

4. Построить графики: траектории, профиля скорости, проекций скорости и ускорений от времени.

Лабораторная работа № 7

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ПРЕЗЕНТАЦИИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является изучение стандартных элементов интерфейса создания презентации, получение навыков создания презентаций.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В программе PowerPoint существует несколько режимов, которые предоставляют широкие возможности для создания и демонстрации презентаций:

- Обычный (с областью структуры, слайда и заметок);
- Сортировщик слайдов;
- Показ слайдов.

Переключение между режимами отображения и работы с презентацией выполняется с помощью команд меню **Вид** или кнопок, расположенных в нижней части рабочей области окна программы PowerPoint, – слева от горизонтальной полосы прокрутки.

Обычный режим

Обычный режим — это основной режим редактирования, который используется для записи и разработки презентации. В режиме Обычный на экране одновременно отображаются три рабочие области презентации:

- левая область содержит вкладки, позволяющие переходить от *структуры текста* слайда (вкладка **Структура**) к эскизам *слайдов* (вкладка **Слайды**);
- *текущий слайд* со всеми содержащимися в нем объектами – отображается справа;
- *область заметок* – размещается ниже области слайда.

Размеры областей можно изменять, перемещая их границы с помощью мыши.

Вкладка (область) Структура

В области структуры презентация изображается в сокращенном виде: отображаются *только заголовки слайдов* и содержащийся в слайдах *текст*.

Режим Структура в программе PowerPoint предназначен для организации и развертывания содержимого презентации, для быстрого ввода, правки и упорядочивания текста. В этом режиме можно изменять заголовки и основной текст, изменять порядок расположения слайдов или пунктов маркированного списка. Для этого нужно выделить соответствующий пункт и переместить его в нужное место с помощью мыши.

Для *добавления текста* в режиме Структура нужно поместить текстовый курсор в позицию начала текста и ввести текст.

Для *добавления* нового *слайда* нужно нажать клавишу **Enter.**

Для удобства работы со структурой презентации в программе PowerPoint имеется специальная панель инструментов Структура**.**

Вкладка Слайды

На вкладке Слайды можно просмотреть слайды презентации в виде эскизов во время редактирования. Эскизы облегчают перемещение по презентации и просмотр эффектов вносимых изменений. На этой вкладке можно добавлять, удалять слайды и изменять их порядок.

Область слайда

Область слайда предназначена для работы с отдельными слайдами, для добавления рисунков, текста, диаграмм и других объектов – фильмов, звуков, анимации и создания гиперссылок.

Перемещение между слайдами выполняется с помощью полосы прокрутки или клавиш **PageDown** и **PageUp.**

Если при редактировании требуется отображать только область текущего слайда, то вкладки Структура и Слайды можно убрать с экрана с помощью кнопки **Закрыть**.

Область заметок (режим Страницы заметок)

Область заметок располагается ниже области слайда; она служит для добавления комментариев к докладу, кратких заметок, тезисов или других сведений, необходимых докладчику или аудитории.

Режим Сортировщик слайдов

В режиме Сортировщик слайдов презентация отображается в виде эскизов слайдов. В этом режиме *нельзя редактировать содержимое* отдельных *слайдов*, но удобно добавлять, удалять и перемещать слайды, задавать время их показа и выбирать способ перехода между слайдами, просматривать способы смены слайдов, анимацию и время их отображения.

Для работы в этом режиме существует специальная панель инструментов Сортировщик слайдов.

Щелчок мыши позволяет *выделить отдельный слайд*. Выделение нескольких слайдов производится щелчком мыши при одновременно нажатых клавишах **Shift** или **Ctrl**.

Для того чтобы *изменить место расположения слайда*, его нужно просто перетащить с помощью мыши. Для копирования слайда при перетаскивании следует удерживать нажатой клавишу **Ctrl** или использовать буфер обмена.

Для удаления слайда его нужно выделить и нажать клавишу **Delete** или использовать команду контекстного меню слайда **Удалить слайд**.

Для того чтобы *просмотреть* эффекты смены слайдов и анимацию нужно щелкнуть по значку , расположенному под *слайдом.*

Режим Показ слайдов

В режиме Показ слайдов слайды занимают весь экран компьютера. В этом режиме работают гиперссылки, соблюдаются заданные временные интервалы и разработчик презентации может оценить, как будут выглядеть рисунки, фильмы, анимированные элементы и эффекты перехода слайдов при реальном представлении презентации.

Для перехода в режим Показ слайдов можно использовать один из способов:

- команду меню **ПОКАЗ СЛАЙДОВ - Начать показ**;
- команду **ВИД - Показ слайдов**;
- кнопку (**Показ слайдов с текущего слайда**), которая находится слева от горизонтальной полосы прокрутки – для просмотра презентации, начиная с выделенного слайда;
- клавишу **F5**.

По умолчанию в режиме Показ слайдов *переход к следующему слайду* осуществляется щелчком мыши, а *перемещение вперед и назад* – клавишами управления курсором или **PageUp/ PageDown.** Для выхода из режима Показ слайдов нужно нажать клавишу **Esc** или выполнить команду контекстного меню **Завершить показ слайдов**.

Образцы PowerPoint

Для того чтобы добавить или изменить какой-либо объект сразу на всех слайдах презентации, следует изменить этот объект *на образце слайдов.*

В программе PowerPoint имеется четыре вида образцов:

1. **Образец слайдов –** задает свойства (фон, цвет текста, стиль маркеров списка, тип и размер шрифта) всех слайдов презентации.
2. **Образец выдач** (раздаточных материалов).
3. **Образец заметок** – содержит уменьшенный вариант слайда и место для ввода текста заметок.

На образце слайдов можно выполнять следующие действия: перемещать или модифицировать местозаполнители, т.е. изменять размеры пустых рамок, изменять шрифт, его размер и цвет, добавлять рисунки, изменять фон, добавлять фоновые объекты, например название или логотип компании, наименование продукта и т.п.

Изменение характеристик образца вызывает аналогичные изменения во всех слайдах.

Для работы с образцами используют команду меню **ВИД - Образец.**

Итоговый слайд. Слайд содержания

Создать итоговый слайд можно в режимах Структура и Сортировщик слайдов с помощью кнопки (**Итоговый слайд**), которая находится на панелях инструментов Структура и Сортировщик слайдов.

Для создания итогового слайда, содержащего заголовки всех слайдов презентации, нужно выполнить следующие действия:

1) перейти в режим Обычный, щелкнуть в области Структура, вывести на экран панель инструментов Структура, а затем – по кнопке панели инструментов Структура (**Свернуть все**);

2) выделить заголовки всех слайдов с помощью мыши или команды **ПРАВКА - Выделить все**;

3) щелкнуть по кнопке (**Итоговый слайд**) на панели инструментов Структура.

Итоговый слайд можно преобразовать в слайд содержания, если из заголовков слайдов создать гиперссылки.

Слайд содержания (аналог оглавления, создаваемого автоматически в документе Word) содержит список вопросов повестки дня или основных разделов презентации *в виде гиперссылок*. С помощью такого слайда во время демонстрации можно формировать *произвольные показы*, быстро переходить к нужному разделу презентации и после его просмотра возвращаться на слайд содержания для перехода к другому разделу.

Для создания слайда содержания нужно перейти в режим Сортировщик слайдов**,** а затем выполнить следующие действия:

1) выделить слайды, заголовки которых требуется использовать в итоговом слайде, слайде содержания или в произвольном показе;

2) вывести на экран панель инструментов Сортировщик слайдов и щелкнуть по кнопке (**Итоговый слайд**);

3) для создания слайда содержания нужно дважды щелкнуть по новому слайду и в каждом элементе списка создать гиперссылку, которую во время демонстрации можно будет использовать для перехода к нужному разделу текущей презентации или к другому документу.

Произвольные показы

Произвольный показ – это отдельная презентация внутри общей презентации. Слайды, входящие в произвольный показ, должны быть частью текущей презентации.

Для создания произвольного показа нужно перейти в режим Сортировщик слайдов и выполнить следующие действия:

1) ввести команду **ПОКАЗ СЛАЙДОВ - Произвольный показ**;
2) в диалоговом окне **Произвольный показ** ввести название произвольного показа;
3) щелкнуть по кнопке **Создать**;
4) в следующем окне подобрать слайды для произвольного показа и щелкнуть по кнопке **ОК**.

Перейти к произвольному показу во время обычного показа презентации можно с помощью команды контекстного меню **Произвольный показ** или с помощью сформированной заранее гиперссылки на данную демонстрацию.

Создание гиперссылок

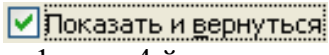
Гиперссылки в программе PowerPoint могут указывать на следующие объекты:

- любой слайд текущей презентации;
- произвольный показ, заранее сформированный в текущей презентации;
- другую презентацию PowerPoint;
- другой документ, файл или Web-страницу;
- адрес электронной почты.

Для создания гиперссылок в программе PowerPoint нужно в режиме Обычный выделить на слайде фрагмент для щелчка (текст, рисунок или любой другой объект), а затем использовать один из вариантов:

- команду меню окна **ПОКАЗ СЛАЙДОВ - Настройка действия;**
- команду меню **ВСТАВКА - Гиперссылка**;
- команду контекстного меню **- Гиперссылка**;
- кнопку на Стандартной панели инструментов (**Добавить гиперссылку**).

Например, для формирования гиперссылок на слайде содержания нужно:

1) выделить первый элемент списка;
2) ввести команду меню **ПОКАЗ СЛАЙДОВ - Настройка действия**;
3) в диалоговом окне **Настройка действия** выбрать одну из вкладок и установить переключатель **– Перейти по гиперссылке**;
4) выбрать из раскрывающегося списка объект, к которому требуется перейти (другой слайд, произвольный показ, имя файла, адрес в Интернете), и при необходимости ввести другие адреса и дополнительные сведения;
5) если в качестве объекта перехода по гиперссылке выбран вариант **Произвольный показ**, то для возвращения на слайд повестки дня после последнего слайда произвольного показа в диалоговом окне **Связать с произвольным показом** нужно установить флажок 

;
6) повторить пункты с 1-го по 4-й для каждого элемента списка на слайде повестки дня.

При создании гиперссылки с помощью команд меню **ВСТАВКА Гиперссылка,** контекстного меню **- Гиперссылка** или кнопки (**Добавить гиперссылку**) на экране появляется диалоговое окно **Добавление гиперссылки.** Создание гиперссылок в этом диалоговом окне выполняется аналогично добавлению гиперссылок в документ программы Word (см. задание 5 практической работы 4).

Скрытые слайды

Программа PowerPoint позволяет создавать скрытые слайды, так как в них может содержаться информация, которую докладчик не считает целесообразным отображать при каждом показе, а предназначает ее только для определенной аудитории.

Для скрытия слайда нужно:

- выделить слайд, который требуется скрыть;
- ввести команду **ПОКАЗ СЛАЙДОВ - Скрыть слайд** или щелкнуть по кнопке (**Скрыть слайд**) на панели инструментов Сортировщик слайдов.

Для отмены скрытия слайда нужно выделить скрытый слайд и повторно щелкнуть по кнопке (**Скрыть слайд**).

Для отображения скрытого слайда нужно во время показа слайда, предшествующего скрытому, нажимать одновременно цифру, соответствующую номеру скрытого слайда, и клавишу **H** (англ.) или использовать команду контекстного меню **Перейти к слайду.**

Основы использования переключателей

Для любой анимации, фильма или звукового эффекта на слайде в программе PowerPoint можно задать переключатель.

Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- вставить элемент, который будет служить переключателем, например, картинка или фотография;
- вставить картинку в левую рамку на слайде (для используемых эффектов и макета лучше всего подойдет картинка с вертикальной ориентацией). Вы можете сами выбрать способ вставки изображения. Значки на слайде помогают вставить картинку или фотографию из файла на локальном компьютере;
- с помощью кнопки **Надпись** на панели инструментов **Рисование** добавьте подпись к картинке, например *«Щелкните фото, чтобы открыть биографию».*

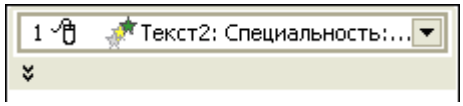
Создание анимации

Эффект анимации может быть применен к любому тексту в списке. Этот эффект и будет действием, запускаемым переключателем.

Сделать это можно следующим образом:

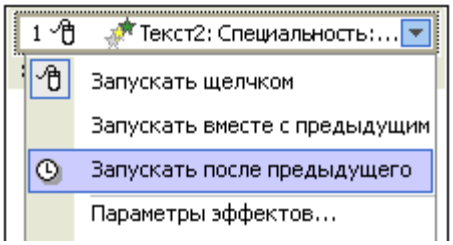
- в рамке, расположенной в правой части слайда, нужно ввести сведения, оформив их в виде маркированного списка;
- добавьте эффект анимации для текста, для этого:

1) открыть область задач **Настройка анимации**. (Проще всего это сделать так: щелкните текст на слайде правой кнопкой мыши и выберите **Настройка анимации**);
2) щелкнуть маркированный список на слайде
3) в области задач необходимо воспользоваться кнопкой **Добавить эффект** для применения одного из эффектов **Вход**, например **Цветная пишущая машинка**;
4) На слайде рядом с каждым пунктом списка появится номер. Эти номера указывают на последовательность воспроизведения анимации для пунктов списка. В области задач эффект представлен так



Поскольку мы создаем автоматическую презентацию, лучше задать автоматическое воспроизведение эффектов анимации. Чтобы изменить параметры запуска эффектов, в области задач нужно щелкнуть стрелку справа от эффекта и выбрать команду **Запускать после предыдущего**. При этом номера рядом с элементами списка

на слайде заменяются на нули, а в области задач рядом с названием эффекта отображаются часы.



Чтобы увидеть, как это будет выглядеть в презентации, достаточно нажать кнопку **Показ слайдов** в области задач. Анимация маркированных элементов списка запускается в презентации автоматически. (Нажмите клавишу ESC для возврата в обычный режим.)

Присоединение переключателя

Чтобы привязать эффект анимации к изображению (для его запуска по щелчку на картинке) необходимо выполнить следующие действия:

1) щелкнуть стрелку рядом с эффектом в области задач, чтобы открыть раскрывающееся меню;
2) выбрать команду **Время**;
3) нажать кнопку **Переключатели в левой нижней части окна.**
4) выбрать параметр **Начать выполнение эффекта при щелчке**, после появится список различных элементов слайда
5) выбрать файл, содержащий добавленную картинку.
6) нажать кнопку **ОК**.

Теперь анимация будет воспроизводиться по щелчку фотографии.

Задание дополнительных параметров для действия

Чтобы при щелчке переключателя выполнялись дополнительные действия – добавлялись звук и анимацию к изображению – необходимо выполнить следующие действия:

1) щелкнуть картинку на слайде и нажать кнопку **Добавить эффект – Выделение - Изменение размера.**

2) чтобы эффект воспроизводился по щелчку триггера, перетащить его под строку триггера и поместить над эффектом анимации текста.

3) чтобы настроить степень увеличения картинки, щелкнуть **эффект выделения**, перенесенный в список, щелкнуть стрелку рядом с этим эффектом для отображения меню, и выбрать команду **Параметры эффектов**.

4) щелкнуть стрелку рядом с полем **Размер**. В поле рядом с пунктом **Другой** указать необходимый размер (например, 125 % вместо 150 %), нажать клавишу **ВВОД**, а затем кнопку **ОК**

5) Добавьте звуковой эффект, применив эффект, добавленный к тексту ранее (**Цветная пишущая машинка, эффект входа, представленный значком со звездами**):

- щелкнуть эффект текста в списке
- щелкнуть стрелку справа и выбрать команду **Параметры эффектов**
- в списке **Звук** выбрать элемент **Пишущая машинка**
- нажать кнопку **ОК**.

В зависимости от желаемого результата, воспроизведение элементов маркированного списка может выполняться слишком быстро (по умолчанию задано время 0,08 с). Выбрав эффект **Цветная пишущая машинка** в области задач и щелкнув

стрелку рядом с полем **Скорость**, расположенным выше, можно выбрать различные варианты отображения: **Быстро, Очень быстро** и т. д.. Однако скорость воспроизведения при этом может оказаться слишком медленной. Чтобы задать конкретное количество секунд для воспроизведения списка, можно выбрать последовательность команд **Цветная пишущая машинка – Время - Скорость** и увеличить выбранное значение на несколько секунд. Это позволит слегка снизить скорость воспроизведения.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

В рамках выполнения данной лабораторной работы студенты под непосредственным контролем преподавателя выполняет определенные последовательности действий в программе PowerPoint.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Выполнить предлагаемые преподавателем действия в программе PowerPoint.
3) Сохранить соответствующим образом полученные результаты работы.
4) Ответить на контрольные вопросы.

Лабораторная работа №8

СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ ПРЕЗЕНТАЦИИ НА СВОБОДНУЮ ТЕМУ

1.ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является получение практических навыков по созданию в программе PowerPoint презентаций

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Создайте собственную презентацию для доклада с демонстрацией результатов вашей научной работы или для защиты диплома. Презентация должна содержать не менее 10 слайдов, содержание которых и рекомендуемые макеты приведены в таблице:

Номер слайда	Содержание слайда	Макет
1.	Название темы работы	Титульный слайд
2.	Постановка задачи, цель работы	Заголовок и текст в две колонки
3.	План работы	Заголовок и текст
4.	Диаграмма с литературными данными	Заголовок, текст и диаграмма
5.	Таблица с результатами	Заголовок и таблица
6.	Диаграмма на основе таблицы с результатами	Заголовок и диаграмма
7.	Иллюстрации к работе	Заголовок, текст и графика
8.	Иллюстрации к работе	Пустой слайд
9.	Выводы	Заголовок и текст (маркированный или нумерованный список)
10.	Итоговый слайд с гиперссылками	

Выполните следующие действия:

• Запустите программу PowerPoint.

• Создайте девять слайдов, последовательно выбирая для каждого слайда приведенные в таблице макеты.

• Используя команду **Формат - Фон**, разработайте собственный дизайн для первых трех слайдов презентации (разный для каждого слайда).

• Выберите наиболее удачный вариант и примените его ко всем слайдам презентации.

• Сохраните документ под именем ***Доклад.ppt***.

• Заполните созданные слайды информацией в соответствии с приведенной выше таблицей.

• Отформатируйте текст и все объекты, находящиеся на слайдах.

• Добавьте заметки к первому и последнему слайдам.

• Создайте итоговый слайд и сформируйте две-три гиперссылки.

• Введите команду **Вид – Образец – Образец слайдов** и добавьте на образец слайдов управляющие кнопки и какой-либо рисунок — автофигуру, логотип или др.

• Установите эффекты перехода слайдов и эффекты анимации объектов.

• Введите команду **Показ слайдов – Смена слайдов**, в области задач установите

флажок **Смена слайда по щелчку** и щелкните по кнопке **Применить ко всем слайдам**.

• Просмотрите созданную презентацию в режиме **Показ слайдов**.

• Сохраните работу.

• Предъявите преподавателю результаты работы: сохраненные в своей папке файлы ***Презент.ppt***, ***Презен_автот.ppt***, ***Презент_pps***, ***Доклад.ppt***.

• Закройте все документы и окна.

• Удалите из своей папки все файлы.

• Завершите работу.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Собрать материал, необходимый для создания презентации по заданной теме.
3) Подготовить презентацию на заданную тему.
4) Оформить отчет по работе.
5) Ответить на контрольные вопросы.

Лабораторная работа № 9

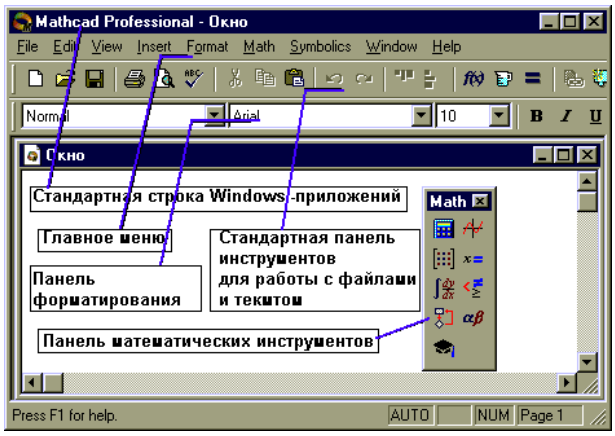
ИЗУЧЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРФЕЙСА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Ознакомление студентов с вычислительной средой MathCad, основными элементами интерфейса.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Под интерфейсом пользователя подразумевается совокупность средств графической оболочки Math CAD, обеспечивающих лёгкое управление системой, как с клавишного пульта, так и с помощью мыши. Под управлением понимается и просто набор необходимых символов, формул, текстовых комментариев и т. д., и возможность полной подготовки в среде MathCAD документов (Work Sheets) и электронных книг с последующим их запуском в реальном времени. Пользовательский интерфейс системы создан так, что пользователь, имеющий элементарные навыки работы с Windows-приложениями, может сразу начать работу с MathCAD.



Окно редактирования

Вторая строка окна системы - главное меню. Назначение его команд приведено на рисунке.

Главное меню

File (Файл) – работа с файлами, сетью интернет и электронной почтой;

Ниспадающее меню содержит команды, стандартные для Windows-приложений.

Edit (Правка) – редактирование документов;

Ниспадающее меню также содержит команды, стандартные для Windows-приложений.Большинство из них доступны только в случае, если в документе выделены одна или несколько областей (текст, формула, график и т.д.)

View (Обзор) – изменение средств обзора;

Toolbars (Панели) - позволяет отображать или скрывать панели инструментов **Standart** (Стандартная), **Formatting** (Форматирования), **Math**(Математика).

Status bar(Строка состояния) - включение или отключение отображения строки состояния системы.

Ruler(линейка) - включение-отключение линейки.

Regions (Границы) - Делает видимыми границы областей (текстовых, графических, формул).

Zoom (изменение масштаба).

Refresh (Обновить)[Ctrl+R] - обновление содержимого экрана.

Animate (Анимация) - Команда позволяет создать анимацию.

Playback (Проигрыватель) - Воспроизведение анимации, хранящейся в файле с расширением AVI.

Preferences (Настройки) - Одна из вкладок всплывающего окна **(General)** позволяет задать некоторые параметры работы впрграммы, не влияющие на вычисления, другая вкладка **(Internet)** служит для ввода информации при совместной работе с MathCAD-документами через Internet.

Insert (Вставка) – Команды этого меню позволяют помещать в MathCAD -документ графики, функции, гиперссылки, компоненты и встраивать объекты.

Format (Формат) – изменение формата объектов

Equation (Уравнение) - Форматирование формул и создание собственных стилей для представления данных

Result (Результат) - Позволяет задать формат представления результатов вычислений.

Text(Текст) - Форматирование текстового фрагмента (шрифт, размер, начертание)

Paragraf (Абзац) - Изменение формата текущего абзаца (отступы, выравнивание).

Tabs(Табуляция) - Задание позиций маркеров табуляции.

Style (Стиль) - Оформление текстовых абзацев.

Properties (Свойства) - Вкладка **Display** (Отображение) позволяет задать цвет фона для наиболее важных текстовых и графических областей; вставленный в документ рисунок (Insert -> Picture) позволяет заключить в рамку, вернуть ему первоначальный размер.

Вквадка **Calculation** (Вычисление) позволяет для выделенной формулы включить и отключить вычисление; в последнем случае в правом верхнем углу области формулы появляется маленький черный прямоугольник и формула превращается в комментарий.

Graf (График) - Позволяет менять параметры отображения графиков.

Separate regions (Разделить области) - Позволяет раздвигать перекрывающиеся области.

Align regions(Выровнять области) - Выравнивает выделенные области по горизонтали или по вертикали.

Headers/Footers (Колонтитулы) - создание и редактирование колонтитулов.

Repaganite Now (Перенумерация страниц) - Производит разбивку текущего документа на страницы.

Math (Математика) – управление процессом вычислений; в MathCAD существует два режима вычислений: автоматический и ручной. В автоматическом режиме результаты вычислений полностью обновляются при каком-либо изменении в формуле.

Automatic Calculation (Автоматическое вычисление) - позволяет переключать режимы вычислений.

Calculate (Вычислить) - При ручном режиме вычислений позволяет пересчитать видимую часть экрана.

Calculate Worksheet (Просчитать документ) - Пересчет всего документа целиком.

Optimization (Оптимизация) - При помощи этой команды можно заставит MathCAD перед численной оценкой выражения произвести символьные вычисления и при нахождении более компактной формы выражения использовать именно ее. Если выражение удалось оптимизировать, то справа от него появляется маленькая красная звездочка. Двойной щелчок на ней открывает окно, в котором находится оптимизированный результат.

Options (Параметры) - позволяет задавать параметры вычислений.

Symbolik (Символика) – выбор операций символьного процессора.

Window (Окно) – управление окнами системы;

Help (?) – работа со справочной базой данных о системе;

Mathcad Help (Справка по MathCAD) - содержит три вкладки: **Содержание** - справка упорядочена по темам; **Указатель** - предметный указатель; **Поиск** - находит нужное понятие при вводе его в форму.

Resource Center (Центр ресурсов) - Информационный центр, содержащий обзор вычислительных способностей MathCAD **(Overview and Tutorials)**, быструю справку в виде примеров из различных областей математики **(Quicksheets and Reference tables)**.

Tip of the Day - Всплывающие окна-подсказки с полезными советами (возникают при загрузке системы).

Open Book (Открыть книгу) - позволяет открыть справочник системы MathCAD.

About Mathcad (О программе Mathcad) - информация о версии программы, авторских правах и пользователе.

Каждая позиция главного меню может быть сделана активной. Для этого достаточно указать на нее курсором – стрелкой мыши и нажать ее левую клавишу. Можно также нажать клавишу F10 и использовать клавиши перемещения вправо и влево. Затем выбор фиксируется нажатием клавиши ввода Enter. Если какая-либо позиция главного меню делается активной, она выводит ниспадающее подменю со списком доступных и недоступных (но возможных в дальнейшем) операций. Перемещение по списку подменю и выбор нужной операции производится аналогично тому, как это описано для главного меню.

Стандартная панель инструментов

Третью строку окна системы занимает панель инструментов **(Toolbox)**.

Она содержит несколько групп кнопок управления с пиктограммами, каждая из которых дублирует одну из важнейших операций главного меню. Стоит только остановить курсор мыши на любой из этих пиктограмм, как в желтом окошечке появится текст, объясняющий функции пиктограмм. Рассмотрим действие кнопок быстрого управления системой.

Стандартная панель инструментов

Кнопки операций с файлами

Документы системы MathCAD являются файлами, т.е. имеющими имена блоками хранения информации на магнитных дисках. Файлы можно создавать, загружать (открывать), записывать и распечатывать на принтере. Возможные операции с файлами представлены в панели инструментов первой группой из трех кнопок:

New Worksheet (Создавать) – создание нового документа с очисткой окна редактирования;

Open Worksheet (Открыть) – загрузка раннее созданного документа из диалогового окна;

Save Worksheet (Сохранить) – запись текущего документа с его именем.

Печать и контроль документов

Print Worksheet (Печать) – распечатка документа на принтере;

Print Preview (Просмотр) – предварительный просмотр документа;

Check Speling (Проверка) – проверка орфографии документа.

Кнопки операций редактирования

Во время подготовки документов их приходится редактировать, т.е. видоизменять и дополнять.

Cut (Вырезать) – перенос выделенной части документа в буфер обмена с очисткой этой части документа;

Copy (Копировать) – копирование выделенной части документа в буфер обмена с сохранением выделенной части документа;

Paste (Вставить) – перенос содержимого буфера обмена в окно редактирования на место, указанное курсором мыши;

Undo (Отменить) – отмена предшествующей операции редактирования;

Три последние операции связаны с применением буфера обмена. Он предназначен для временного хранения данных и их переноса из одной части документа в другую, либо для организации обмена данными между различными приложениями.

Кнопки размещения блоков

Документы состоят из различных блоков: текстовых, формальных, графических и т.д. Блоки просматриваются системой, интерпретируются и исполняются. Просмотр идет справа налево и снизу вверх.

- **Align Across** (Выровнять по горизонтали) – блоки выравниваются по горизонтали.

- **Align Down** (Выровнять вниз) – блоки выравниваются по вертикали, располагаясь сверху вниз.

Пиктограммы этих кнопок изображают блоки и указанные варианты их размещения.

Кнопки операций с выражениями

Формульные блоки часто являются вычисляемыми выражениями или выражениями, входящими в состав заданных пользователем новых функций. Для работы с выражениями служат пиктограммы

Следующие группы кнопок являются специфичными именно для системы MathCAD.

Кнопки операций с выражениями

Insert Function (Вставить функции) – вставка функции из списка, появляющегося в диаологовом окне;

Insert Unit (Вставить единицы) – вставка единиц измерения;

Calculate (Пересчитать) – вычисление выделенного выражения;

Доступ к новым возможностям MathCAD

Начиная с версии MathCAD 7.0 появились новые кнопки, дающие доступ к новым возможностям системы:

Insert Giperlink (Включение гиперссылки) – обеспечивает создание гиперссылки;

Component Wizard (Мастер компонентов) – открывает окно Мастера, дающего удобный доступ ко всем компонентам системы;

Ran Math Connex (Запуск системы Math Connex) – запуск системы для стимулирования блочно-заданных устройств.

Кнопки управления ресурсами

Resource Center (Центр ресурсов) – дает доступ к центру ресурсов;

Help (Справка) – дает доступ к ресурсам справочной базы данных системы.

Панель форматирования

Четвертая строка верхней части экрана содержит типовые средства управления шрифтами:

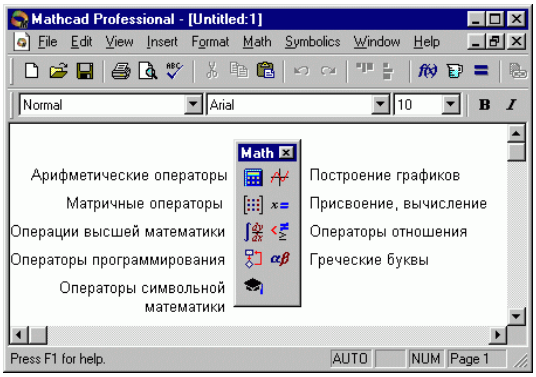
Style – Переключатель выбора стилей;
Font – Переключатель выбора набора символов;
Point Size – Переключатель выбора размеров символов;
Bold – Установка жирных символов;
Italik – Установка наклонных символов;
Underline – Установка подчёркнутых символов;
Left Align – Установка левостороннего выравнивания;
Center Align – Установка выравнивания по центру;
Right Align – Установка правостороннего выравнивания.

До тех пор, пока не начат набор элементов документа, часть описанных кнопок и иных объектов пользовательского интерфейса находится в пассивном состоянии. В частности, в окнах переключателей панели форматирования нет надписей. Пиктограммы и переключатели становятся активными, как только появляется необходимость в их использовании.

Внизу экрана кроме полосы горизонтальной прокрутки расположена ещё одна строка – строка состояния. В ней выводится служебная информация, краткие комментарии, номер страницы и др. Эта информация полезна для оперативной оценки состояния системы в ходе работы с нею.

Наборные математические панели инструментов

Для ввода математических знаков в MathCAD используются удобные перемещаемые наборные панели со знаками. Они служат для вывода заготовок – шаблонов математических знаков (цифр, знаков арифметических операций, матриц, знаков интегралов, производных и т. д.). Для вывода панели **Math** необходимо выполнить команду **View -> Toolbar -> Math**. Наборные панели появляются в окне редактирования документов при активизации соответствующих пиктограмм – первая линия пиктограмм управления системой. Используя общую наборную панель, можно вывести или все панели сразу или только те, что нужны для работы. Для установки с их помощью необходимого шаблона достаточно поместить курсор в желаемое место окна редактирования (красный крестик на цветном дисплее) и затем активизировать пиктограмму нужного шаблона, установив на него курсор мыши и нажав ее левую клавишу.



Математическая панель инструментов

Многие функции и операции, которые вставляются в документ с помощью наборных математических панелей, могут быть помещены в документ с помощью "быстрых клавиш". При этом работа в системе MathCAD становится более продуктивной. Рекомендуем запомнить сочетания клавиш хотя бы для некоторых наиболее часто употребляемых команд.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Назовите основные команды главного меню
2) Укажите назначение вкладки Math
3) Укажите назначение вкладки Symbolik
4) Выполните операции по заданию преподавателя.

Лабораторная работа №10

УПРАВЛЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯМИ, МЕНЮ СИМВОЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение меню символьных вычислений и ознакомление с символьным вводом-выводом переменных и функций.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Переменные и функции

В Mathcad переменные, операторы и функции реализованы в интуитивной форме, т. е. выражения в редакторе вводятся и вычисляются так, как они были бы написаны на листе бумаги. Порядок вычислений в документе Mathcad также очевиден: математические выражения и действия воспринимаются процессором слева направо и сверху вниз.

Перечислим основные действия, которые пользователь может совершать для определения и вывода переменных и функций.

Определение переменных

Чтобы определить переменную, достаточно ввести ее имя и присвоить ей некоторое значение, для чего служит оператор присваивания.

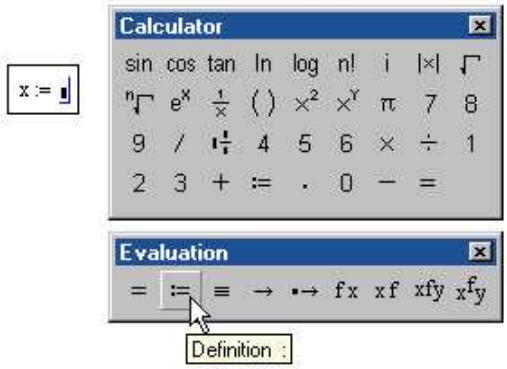
Присваивание переменным значений

Чтобы присвоить переменной новое значение, например переменную x сделать равной 10:

1) Введите в желаемом месте документа имя переменной, например x.

2) Введите оператор присваивания с помощью клавиши <:> или нажатием соответствующей кнопки Definition (Присваивание) на панели инструментов Calculator или Evaluation (Выражения), как показано на рисунке.

3) Введите в появившийся местозаполнитель новое значение переменной (10).



Результат ввода оператора присваивания

Результат перечисленных действий:

x := 10

Кнопка оператора присваивания для удобства помещена сразу на две панели Calculator (Калькулятор) и Evaluation (Выражения).

Ввести новое значение переменной возможно как в виде числа, так и в виде математического выражения, содержащего другие переменные и функции, а также в виде строкового выражения.

$x := 10$

$y := (x - 3)^2 + 1$

$s := \text{"Hello, "}$

В последнем случае будет создана переменная s не численного, а строкового типа.

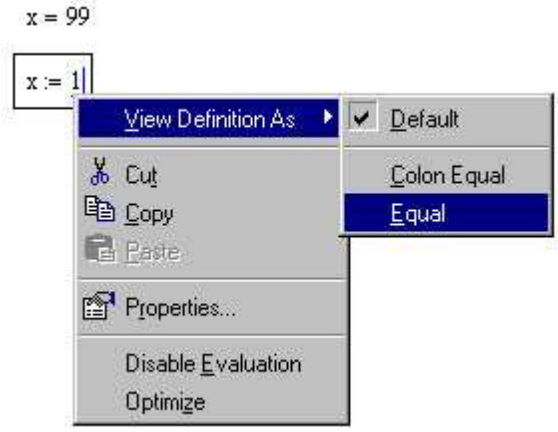
Если переменная с некоторым именем создается в данном документе впервые, то для ввода оператора присваивания, вместо двоеточия, допускается использовать символ равенства "=", который Mathcad автоматически заменит символом присваивания.

В некоторых случаях это невозможно, в частности, когда значение присваивается переменной, имя которой зарезервировано Mathcad. Например, присвоить значение переменной с именем N можно, лишь вводя двоеточие, т. к. по умолчанию это имя обозначает в Mathcad размерность силы (Ньютон).

Чтобы переопределить значение переменной, определенной в документе, оператор присваивания следует вводить не знаком равенства, а двоеточием, либо пользоваться панелью инструментов.

Не вполне соответствующий общепринятому математическому стилю вид оператора присваивания (не =, а :==) является, на самом деле, компромиссом, связанным с назначением Mathcad как системы программирования. Этот оператор показывает, что он действует, в отличие от других, не слева направо, а справа налево, поскольку значение (справа) задается переменной (слева). И если непосвященного математика внешний вид этого оператора может ввести в некоторое заблуждение, то пользователю Mathcad он прямо говорит о действии, выполняемом в данном месте документа: значение переменной не выводится на экран (о чем говорит знак =), а некоторое значение присваивается (:=) данной переменной.

Для подготовки отчетов, тем не менее, может потребоваться изменить отображение оператора присваивания с принятых по умолчанию символов ":=" на символ равенства. Это делается для конкретного оператора присваивания с помощью пункта View Definition As контекстного меню либо для всего документа с помощью команды Tools / Worksheet Options / Display) (Сервис / Опции документа / Отображение).



Различное отображение оператора присваивания

Помимо разобранного оператора присваивания (а он применяется наиболее часто), существует также возможность глобального присваивания.

Функции

Функции в Mathcad записываются в обычной для математика форме:

f (x, ...) — функция;
f — имя функции;
x,... — список переменных.

Легче всего ввести написание функции в документ при помощи клавиатуры.

В Mathcad формально можно разделить функции на два типа:

встроенные функции и функции, определенные пользователем.

Применение функций обоих типов в расчетах совершенно одинаково, с тем исключением, что любую встроенную функцию можно сразу использовать в любом месте документа (о вставке встроенных функций в документ читайте в разд. "Знакомство с Mathcad" гл. 1), а пользовательскую функцию необходимо предварительно определить в документе до момента вычисления ее значения.

Определение функции пользователя

Для того чтобы определить функцию пользователя, например f(x,y) = x2-cos (x+y):

Введите в желаемом месте документа имя функции (f).

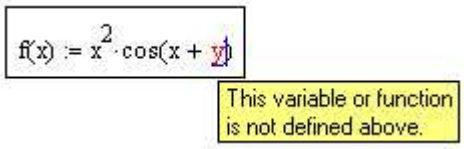
Введите левую скобку "(", имена переменных через запятую x, y и правую скобку ")". При вводе левой скобки и запятой автоматически будут появляться соответствующие местозаполнители.

Введите оператор присваивания с панели инструментов или нажатием клавиши <:>.

Введите в появившийся местозаполнитель выражение, определяющее функцию x2-cos(x+y), пользуясь клавиатурой или панелями инструментов.

$$f(x,y) := x^2 \cdot \cos(x + y)$$

Все переменные, присутствующие справа в выражении определения функции, либо должны входить в список аргументов функции (в скобках, слева после имени функции), либо должны быть определены ранее. В противном случае будет выведено сообщение об ошибке, причем имя неопределенной переменной будет выделено красным цветом .



Сообщение об ошибке ("Эта переменная или функция ранее не определена")

Вывод значений переменных и функций

Чтобы вычислить в документе некоторое математическое выражение, которое может состоять из переменных, операторов и функций (встроенных и определенных пользователем):

Введите это выражение, например xy.

Нажмите клавишу <=>.

В результате справа от введенного знака равенства появится вычисленное значение выражения.

$$x := 10$$

$$y := (x - 3)^2 + 1$$

$$x^y = 1 \times 10^{50}$$

$$x = 10$$

Нельзя изменять содержимое выражения справа от знака равенства, поскольку оно есть результат работы вычислительного процессора Mathcad, совершенно скрытой от глаз пользователя. Подчас (когда выражение содержит функции, реализующие разные численные методы, часто в сложных комбинациях) алгоритмы расчета бывают очень затейливыми и занимают существенное время. О том, что некоторое выражение документа находится в стадии вычисления, свидетельствует обрамляющая его зеленая рамка и невозможность предпринять какое-либо действие с программой Mathcad.

Заметьте, что, перед тем как вычислить значение математического выражения, Вы обязаны определить значение каждой входящей в него переменной. Вычисляемое выражение может содержать любое количество переменных, операторов и функций.

Вывод значения функции

$f(x,y) := x^2 \cdot \cos(x + y)$

$f(2,5.99) = -0.542$

$f(1.3,7) = -0.729$

$x := 1.3$

$y := 7$

$f(x,y) = -0.729$

При определении функций пользователя через различные переменные важную роль играет присутствие имен этих переменных в списке аргументов или определение их выше в тексте документа. Например, результаты вывода значения функции f (x,y) остались бы точно такими же, если до или после определения функции присвоить переменным x и y некоторые значения. Так происходит потому, что значения аргумента заданы непосредственно в строке вычисления функции. Если же определить функцию f (x) следующим образом

$y := 5$

$f(x) := x^2 \cdot \cos(x + y)$

$f(1) = 0.96$

то она будет зависеть от значения переменной y в момент определения f (x) (т. е. y=5), поскольку y не входит в список аргументов f (x). Фактически f (x) =x2-cos (x+5). Даже если где-нибудь ниже в программе пользователь переопределит значение y, Mathcad все равно будет помнить функцию f (x) как выражение x2-cos (x+5).

$y := 0$

$x := 1$

$f(x) = 0.96$

$x^2 \cdot \cos(x + y) = 0.54$

$x^2 \cdot \cos(x + 5) = 0.96$

Внимательнее относитесь к обязательному требованию совпадения количества аргументов при определении и выводе значения функций.

Вводя знак равенства для вычисления математических выражений в Mathcad, Вы фактически применяете оператор вычисления или численного вывода (numerical evaluation). Его можно ввести также нажатием кнопки со знаком равенства на одной из панелей инструментов: Calculator (Калькулятор) или Evaluation (Выражения) (см. Рисунок - 1). Оператор численного вывода означает, что все вычисления проводятся с

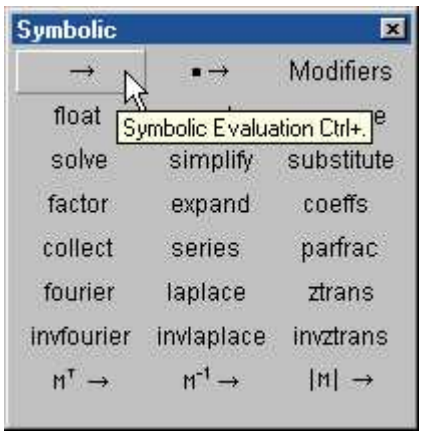
числами, а различные встроенные алгоритмы реализуются соответствующими численными методами.

Символьный вывод

Наряду с численным выводом, в Mathcad имеется возможность символьного, или аналитического, вычисления значения выражения. Для символьных вычислений имеется ряд специальных средств, которые будут детально рассмотрены позднее, самое простое из них — это оператор символьного вывода (symbolic evaluation). Он обозначается символом -» и в большинстве случаев применяется точно так же, как оператор численного вывода, однако внутреннее различие между действием этих двух операторов огромно. Если численный вывод — это в обычном смысле этого слова "запрограммированный" расчет по формулам и численным методам, скрытый от глаза пользователя, то символьный вывод — результат работы системы искусственного интеллекта, встроенной в Mathcad и называемой символьным процессором. Работа символьного процессора также невидима (и, чаще всего, даже трудно представима) пользователю и заключается в анализе самого текста математических выражений. Конечно, гораздо более узкий круг формул можно рассчитать символьно, хотя бы потому, что, вообще говоря, относительно не такая большая часть математических задач допускает аналитическое решение.

Чтобы попытаться вычислить символьно математическое выражение, например B • sin(arcsin(C • X)), где B,C,X — некоторые переменные:

1) Введите это выражение: B • sin(asin(C • X)).
2) Введите оператор символьного вывода сочетанием клавиш <Ctrl>+<>, либо нажатием соответствующей кнопки на панели Symbolic (Символика) или Evaluation (Выражения).



Кнопка вставки оператора символьного вывода

После этого справа от символа оператора символьного вывода появится определенное аналитически значение выражения

$$B \cdot \sin(\operatorname{asin}(C \cdot x)) \rightarrow B \cdot C \cdot x$$

либо сообщение об ошибке "No answer found" (Ответ не найден). Если символьному процессору Mathcad не удается аналитически упростить выражение, то оно будет выдано справа от знака -» в том же виде, что и слева.

Символьный вывод выражений, которое не удалось упростить

$$x^2 \cdot \cos(x + y) \rightarrow x^2 \cdot \cos(x + y)$$

Для символьного вывода не требуется предварительно определять переменные, входящие в левую часть выражения! Если же переменным были все-таки присвоены ранее некоторые значения, символьный процессор просто подставит их в упрощенную формулу и выдаст результат с учетом этих значений.

Точно так же, как рассчитываются численно значения функций, можно вычислять их и с помощью символьного процессора. Сравните соответствующие результаты, которые представлены

$$f(x) := x^2 \cdot \cos(x + 5)$$

$$f(3) = -1.31$$

$$f(3) \rightarrow 9 \cdot \cos(8)$$

(конечно, символьный и численный ответы равны: 9•cos(8)=-1.31). Аналогично можно символьно выводить значения переменных. Например, присвоить некоторой переменной значение функции или сложного выражения

$$f(x) := x^2 \cdot \cos(x + 5)$$

$$a := f(3)$$

$$a \rightarrow 9 \cdot \cos(8)$$

$$a = -1.31$$

(вторая строка) и затем вывести значение переменной в символьном виде.

Как показывают приведенные примеры, преимущество символьных вычислений заключается в выдаче аналитического результата, который для математика часто является более ценным. Поэтому, исходя из специфики конкретных задач, решайте, стоит ли наряду с численными расчетами попытаться получить и символьное решение.

Операторы

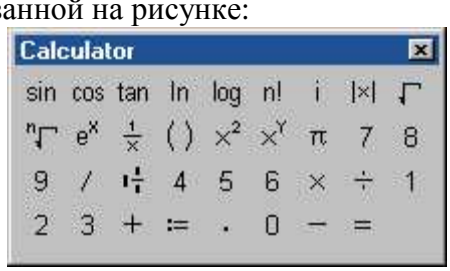
Каждый оператор в Mathcad обозначает некоторое математическое действие в виде символа. В полном согласии с терминологией, принятой в математике, ряд действий (например, сложение, деление, транспонирование матрицы и т. п.) реализован в Mathcad в виде встроенных операторов, а другие действия (например, sin, erf и т. п.) — в виде встроенных функций. Каждый оператор действует на одно или два числа (переменную или функцию), которые называют операндами. Если в момент вставки оператора одного или обоих операндов не хватает, то недостающие операнды будут отображены в виде местозаполнителей. Символ любого оператора в нужное место документа вводится одним из двух основных способов:

- нажатием соответствующей клавиши (или сочетания клавиш) на клавиатуре;
- нажатием указателем мыши соответствующей кнопки на одной из математических панелей инструментов.

Напомним, что большинство математических панелей содержат сгруппированные по смыслу математические операторы, а вызвать эти панели на экран можно нажатием соответствующей кнопки на панели Math (Математика).

Арифметические операторы

Операторы, обозначающие основные арифметические действия, вводятся с панели Calculator (Калькулятор), показанной на рисунке:



Панель Calculator

- сложение и вычитание: + —

$1 + 3 - 7 = -3$

$-(-2) = 2$;

- умножение и деление: • / +

$\frac{5}{2} = 2.5$

$5 \div 2 = 2.5$

$2\frac{3}{4} = 2.75$

$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$

- факториал: !

$5! = 120$

$|-10| = 10$

- модуль числа: |x|

- квадратный корень
- корень n-й степени
- возведение x в степень y

$\sqrt{4} = 2$

$\sqrt[3]{125} = 5$

$e^{\ln(3)} = 3$

$3^2 = 9$

$10^{0.2} = 1.585$

- изменение приоритета: скобки

$(1 + 2) \cdot 3 = 9$

$1 + 2 \cdot 3 = 7$

- численный вывод.

Как видно, с помощью этой панели можно ввести не только перечисленные операторы, но и их часто используемые комбинации, например, возведение экспоненты в степень, смешанное произведение и деление, а также мнимую единицу и число я. Заметим, что допускается запись оператора деления как в одну, так и в две строки, что обеспечивается наличием двух соответствующих кнопок на панели Calculator.

Напомним, что в редакторе Mathcad можно выбирать отображение оператора умножения. Для того чтобы поменять его:

1) Щелкните правой кнопкой мыши на выражении, содержащем оператор умножения.

2) Выберите первый пункт появившегося контекстного меню View Multiplication As (Представление умножения).

3) В подменю выберите пункт, соответствующий стилю представления умножения: в виде обычной точки (Dot), точки с уменьшенным расстоянием от него до

сомножителей (Narrow Dot), толстой точки (Large Dot), крестика (X), без символа с небольшим расстоянием между сомножителями (Thin Space), вообще вместе (No Space). Чтобы просмотреть, как будет выглядеть выражение в двух последних представлениях, нужно снять с него выделение. Чтобы вернуть представление по умолчанию, выберите в подменю контекстного меню пункт Default.

Некоторых операторов, например таких, как оператор комплексного сопряжения, на панелях инструментов нет. Его приходится вводить исключительно с клавиатуры нажатием клавиши <"> в пределах математической области.

$\overline{(3+i)} = 3 - i$

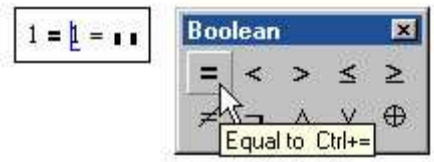
Вычислительные операторы

Вычислительные операторы вставляются в документы при помощи панели инструментов Calculus (Вычисления). При нажатии любой из кнопок в документе появляется символ соответствующего математического действия, снабженный несколькими местозаполнителями. Количество и расположение местозаполнителей определяется типом оператора и в точности соответствует их общепринятой математической записи. Например, при вставке оператора суммы (Рисунок - 7) необходимо задать четыре величины: переменную, по которой надо произвести суммирование, нижний и верхний пределы, а также само выражение, которое будет стоять под знаком суммы.

Логические операторы

Результатом действия логических, или булевых, операторов являются только числа 0 (если логическое выражение, записанное с их помощью, истинно) или 1 (если логическое выражение ложно). Чтобы вычислить значение логического выражения, например 1=1:

1. Вставьте с панели Boolean (Булевы операторы) соответствующий оператор =.
2. В появившиеся местозаполнители вставьте операнды (две единицы).
3. Нажмите клавишу <=>, чтобы получить ответ.



Вставка логического оператора

Получается абсурдное на первый взгляд выражение i«i=i. Однако на самом деле все правильно. Справа от оператора вывода записано логическое выражение 1*1 (обратите внимание, что логический знак равенства выглядит по-другому, нежели обычный), которое является истинным. Поэтому значение данного выражения равно 1, что и показано справа от знака равенства.

Примеры действия логических операторов

– операторы сравнения

$2 = 3 = 0$ $5 > 1 = 1$ $3 > 3 = 0$

$7 = 7 = 1$ $3 < \infty = 1$ $3 \geq 3 = 1$

$0 \neq 0 = 0$

– булевы операторы

$1 \vee 0 = 1$ $1 \wedge 0 = 0$ $1 \oplus 0 = 1$ $\neg 1 = 0$

$0 \vee 0 = 0$ $0 \wedge 0 = 0$ $0 \oplus 0 = 0$ $\neg 0 = 1$

$1 \vee 1 = 1$ $1 \wedge 1 = 1$ $1 \oplus 1 = 0$

Логические операторы чрезвычайно важны при записи подлежащих решению алгебраических уравнений и неравенств в приемлемой для Mathcad форме.

Управление вычислениями

Документ Mathcad — это в полном смысле этого слова компьютерная программа, а сама система Mathcad — настоящая система программирования, правда ориентированная на математика, а не на профессионального программиста. Большинство других сред программирования (знакомых читателю по реализации таких языков, как Си, Фортран, Бейсик и т. п.) разделяют редактирование кода программ и их выполнение, которое можно вызвать предназначенными для этого командами. В Mathcad и код программы, и результат их выполнения объединены в одном документе. Тем не менее, функции редактирования формул и их расчеты выполняются раздельно, и пользователь имеет возможность управлять всеми важнейшими опциями вычислений.

Режимы вычислений

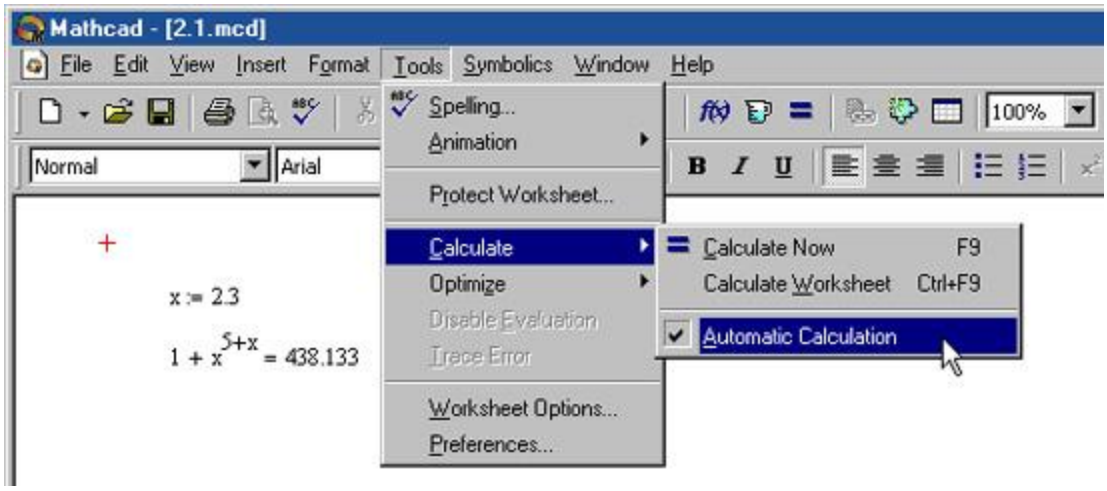
Все примеры, которые мы рассматриваем в этой книге, неявно предполагают, что включен автоматический режим вычислений. Он включается по умолчанию при создании пустого документа, поэтому если вводятся выражения, содержащие операторы вывода, они вычисляются немедленно. Вообще говоря, имеется два режима вычислений:

- автоматический режим (automatic mode) — все вычисления проводятся автоматически по мере ввода формул;
- ручной режим (manual mode) — начало вычислений каждой формулы или всего документа производится пользователем.

Режим вычислений можно выбрать с помощью команды Tools / Calculate / Automatic Calculation (Сервис / Пересчитать / Считать автоматически. Если в этой строке меню установлен флажок проверки, значит, включен автоматический режим, если флажка нет, то редактируется документ в ручном режиме вычислений. Чтобы сменить режим, просто выберите этот пункт меню (например, нажав кнопку мыши в ситуации, показанной на рисунке, включите ручной режим).

Режим вычислений устанавливается независимо для каждого документа Одновременно могут быть открыты несколько документов, вычисляемых в различных режимах

Преимущества и недостатки каждого режима очевидны. С одной стороны, автоматические вычисления упрощают работу с документом, поскольку результаты расчетов появляются в реальном времени, и пользователь имеет возможность анализировать их сразу. С другой стороны, если вычисления сложные, то они могут отнимать много времени (что особенно заметно на компьютерах с не слишком мощным процессором и небольшим объемом оперативной памяти). Поэтому зачастую, чтобы продолжить редактирование документа, требуется довольно длительное ожидание завершения расчетов. В частности, если поменять какое-либо выражение в начале большого документа, которое влияет на последующие вычисления, то все они пересчитываются заново. В таких случаях часто удобнее редактировать текст в ручном режиме, а вычисления включать по мере необходимости.



Выбор режима вычислений

Прерывание вычислений

Mathcad осуществляет вычисления документа, как это принято в большинстве сред программирования: сверху вниз и слева направо. Пока очередное выражение находится в процессе расчета (вычислительным или символьным процессором), оно выделяется рамкой зеленого цвета, а любые действия пользователя по дальнейшему редактированию документа блокируются. Если у вас не слишком быстрый компьютер, а формулы достаточно сложные, то можно наблюдать, как зеленая рамка перескакивает с одного выражения на другое

Чтобы прервать затянувшийся процесс вычислений, нажмите клавишу <Esc> Появится диалоговое окно, в котором нужно подтвердить прерывание вычислений (ОК). В этом случае выражения, которые Mathcad не успел вычислить, будут помечены в документы красным цветом. Прерванные вычисления возобновляются нажатием клавиши <F9> или командой Tools / Calculate / Calculate Now (Математика / Пересчитать / Пересчитать)

Вычисления в ручном режиме

Если флажок в строке команды Tools / Calculate / Automatic Calculation (Сервис / Пересчитать / Считать автоматически) снят, пользователь должен запускать вычисления самостоятельно

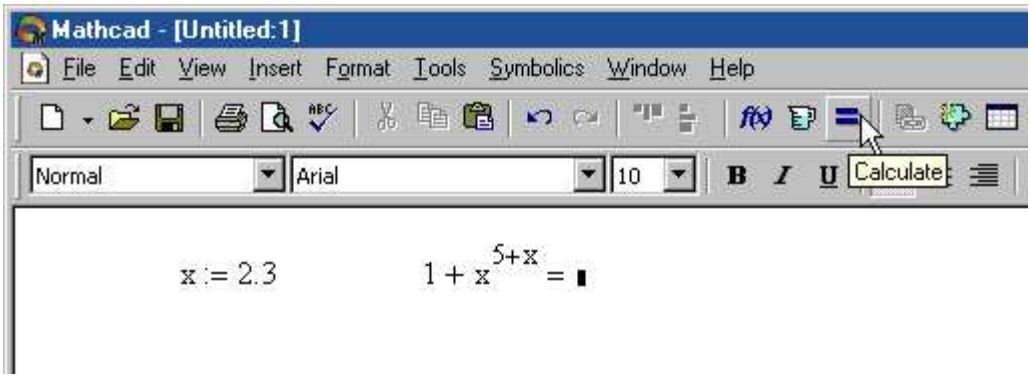
Для того чтобы вычислить все формулы во всем документе, выполните команду Tools / Calculate / Calculate Worksheet (Математика / Пересчитать / Пересчитать все).

Для вычисления всех формул в видимой части документа выберите пункт Tools / Calculate / Calculate Now (Сервис / Пересчитать / Пересчитать) либо нажмите клавишу <F9>, либо щелкните на кнопке с изображением знака равенства (Calculate) на стандартной панели инструментов

Прервать вычисления можно обычным образом, нажав клавишу <Esc>.

Управлять размером видимой части документа можно при помощи изменения масштаба отображения документа

При редактировании текста в ручном режиме не выполняются ни вычисления, ни построение графиков, а соответствующие места в выражениях формально отмечаются место заполнителями



Чтобы запустить вычисления в ручном режиме, нажмите кнопку Calculate

Отключение вычисления отдельных формул

Mathcad позволяет отключить вычисление какой-либо формулы. При этом она не будет влиять на последующие вычисления. Чтобы не вычислять определенную формулу в документе:

Щелкните правой кнопкой мыши на формуле.

Выберите в контекстном меню пункт Disable Evaluations (Выключить вычисления), как показано на рисунке 9.

Эквивалентный способ выключения вычисления отдельной формулы заключается в вызове диалогового окна Properties (Свойства) через одноименный пункт контекстного меню (см. рисунок) или главного меню Format (Формат). В диалоге Properties следует перейти на вкладку Calculation (Вычисления) и установить там флажок Disable Evaluations (Выключить вычисления).

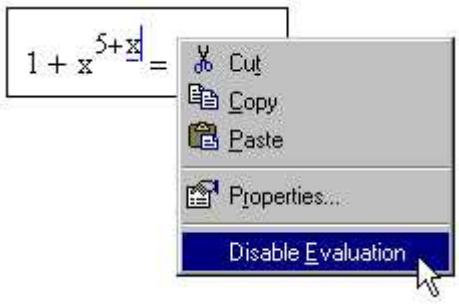
Результат выключения формулы из процесса вычислений

$x := 3$

$x := 0$

$x = 3$

Здесь выключен второй из операторов присваивания, о чем можно судить по наличию черного квадрата сразу за формулой. Соответственно, в последней строке выведенное значение переменной x "не чувствует" выключенного присваивания и остается равным 3.



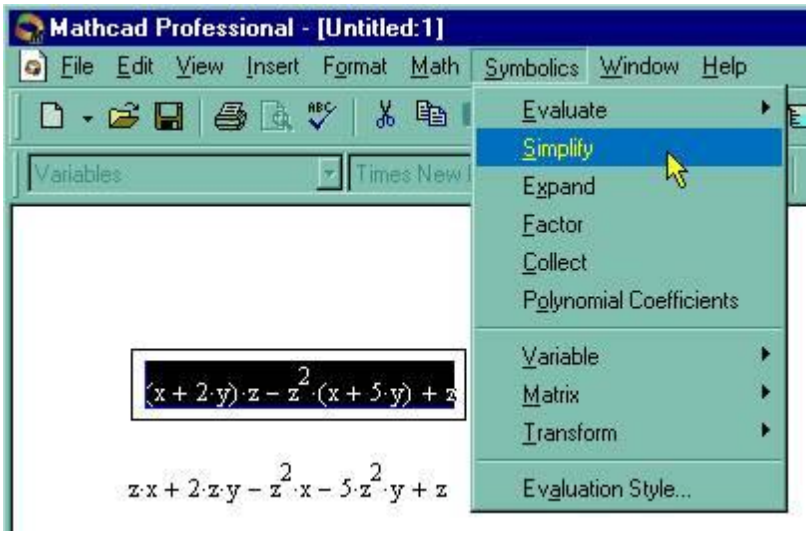
Отключение вычисления формулы
с помощью контекстного меню

Упрощение выражений (Simplify)

Упрощение выражений - наиболее часто применяемая операция. Символьный процессор MathCAD стремится так преобразовать выражение, чтобы оно приобрело более простую форму. При этом используются различные арифметические формулы,

приведение подобных слагаемых, тригонометрические тождества, пересчет обратных функций и др. Чтобы упростить выражение с помощью меню:

1. Введите выражение.
2. Выделите выражение целиком или его часть, которую нужно упростить.
3. Выберите команду **Symbolics / Simplify** (Символика / Упростить).



Упрощение выражения

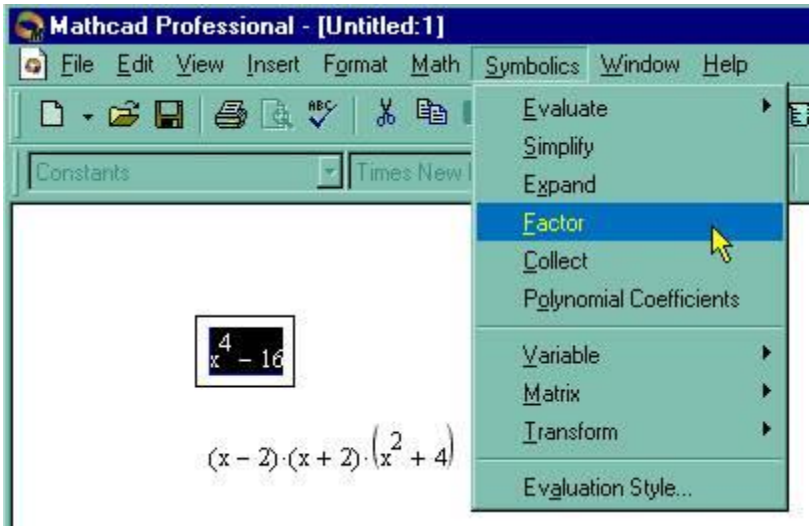
Для упрощения выражения при помощи оператора символьного вывода используйте ключевое слово simplify. Не забывайте, если некоторым переменным, входящим в выражение, ранее были присвоены некоторые значения, то они будут подставлены в него при выполнении символьного вывода. Упрощение выражений, содержащих числа, производится по-разному, в зависимости от наличия в числах десятичной точки. Если она есть, то выполняется непосредственное вычисление выражения.

Разложение выражений (Expand)

Операция символьного *разложения,* или *расширения,* выражений противоположна по смыслу операции упрощения. В ходе разложения раскрываются все суммы и произведения, а сложные тригонометрические зависимости разлагаются с помощью тригонометрических тождеств. Разложение выражений производится путем выбора команды **Symbolics / Expand** (Символика / Разложить), либо использованием вместе с оператором символьного вывода ключевого слова expand.

Разложение на множители (Factor)

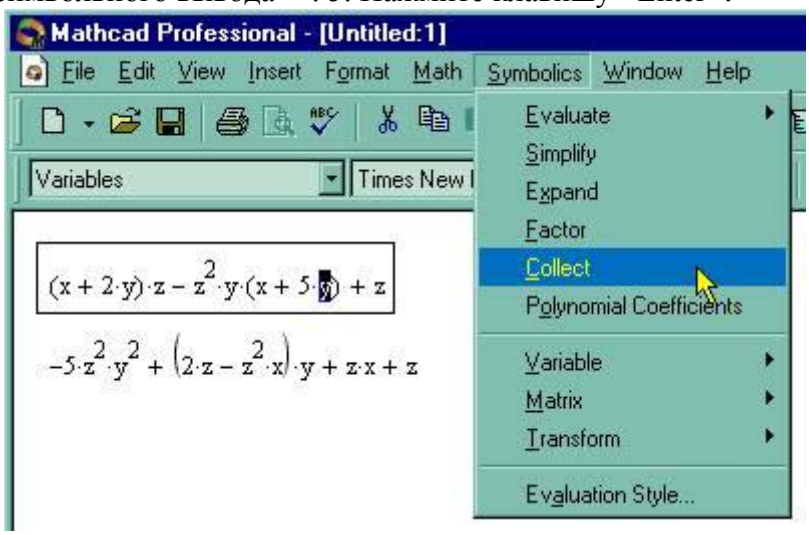
Разложение выражений на простые множители производится при помощи команды **Symbolics / Factor** (Символика / Разложить на множители), либо использованием вместе с оператором символьного вывода ключевого слова factor . Эта операция позволяет разложить полиномы на произведение более простых полиномов, а целые числа - на простые сомножители. Применяя команду меню, не забывайте перед ее вызовом выделить все выражение или его часть, которую планируете разложить на множители.



Разложение выражения на множители

Приведение подобных слагаемых (Collect)

Чтобы привести подобные слагаемые полинома с помощью меню: 1. Введите выражение. 2. Выделите в выражении имя переменной, относительно которой надо привести подобные слагаемые. 3. Выберите команду **Symbolics / Collect** (Символика / Привести подобные). В результате появится строка с результатом приведения подобных слагаемых. Чтобы привести подобные слагаемые с помощью оператора символьного вывода 1.Введите выражение. 2. Нажмите кнопку **Collect** на панели **Symbolic** (Символика). 3. Введите в местозаполнитель после вставленного ключевого слова collect имя переменной, относительно которой требуется привести подобные слагаемые. 4. Введите оператор символьного вывода ->. 5. Нажмите клавишу <Enter>.

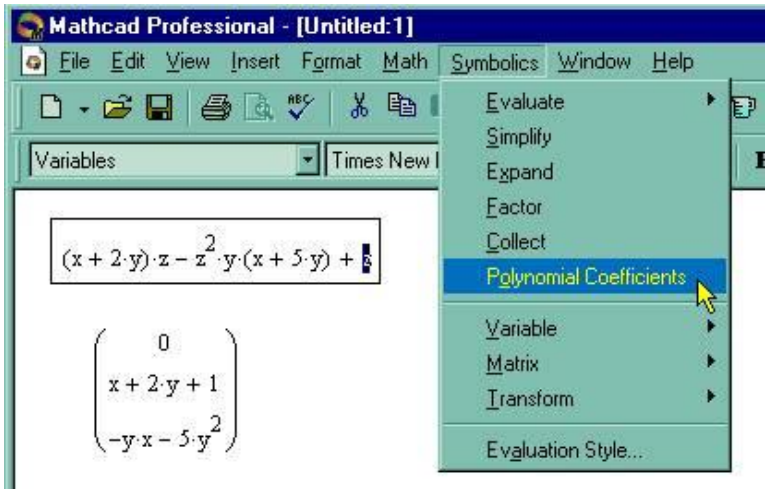


Приведение подобных слагаемых

Коэффициенты полинома (Polynomial Coefficients)

Если выражение является полиномом относительно некоторой переменной x, заданным не в обычном виде a0+aix+a2x2+..., а как произведение других, более простых полиномов, то коэффициенты a0,ai,a2... легко определяются символьным процессором MathCAD. Коэффициенты сами могут быть функциями (подчас, довольно сложными) других переменных. Чтобы вычислить полиномиальные коэффициенты в выражении при помощи меню: 1. Введите выражение. 2. Выделите в нем имя переменной или выражение, для которого требуется рассчитать полиномиальные коэффициенты. 3. Выполните команду **Symbolic / Polynomial Coefficients** (Символика / Коэффициенты

полинома). В результате под выражением появится вектор, состоящий из полиномиальных коэффициентов. Первым элементом вектора является свободный член a0, вторым - ai, и т. д.



Вычисление коэффициентов полинома

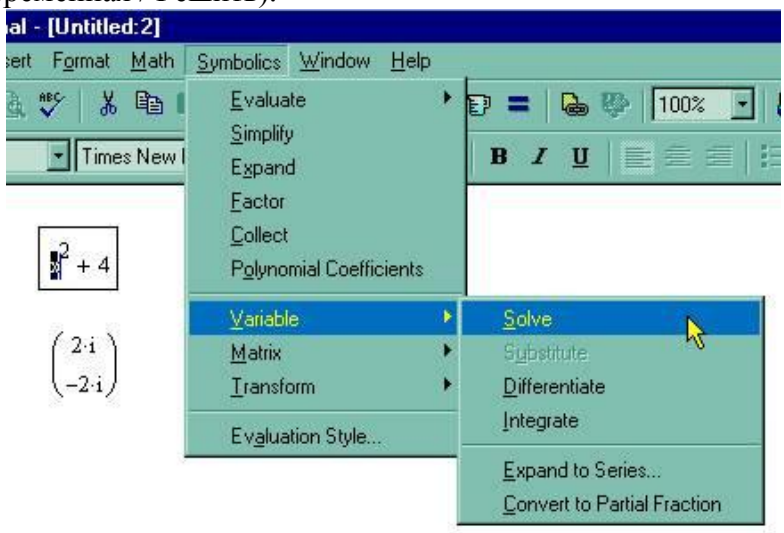
Чтобы вычислить полиномиальные коэффициенты с помощью оператора символьного вывода: 1. Введите выражение. 2. Нажмите кнопку **Coeffs** на панели **Symbolic** (Символика). 3. Введите в местозаполнитель после вставленного ключевого слова coeffs аргумент полинома. 4. Введите оператор символьного вывода ->. 5. Нажмите клавишу <Enter>.

Ряды и произведения

Чтобы вычислить символьно конечную или бесконечную сумму или произведение: 1. Введите выражение, используя панель **Calculus** (Вычисления) для вставки соответствующих символов суммирования или произведения. При необходимости, введите в качестве предела ряда символ бесконечности (клавиши <Ctrl>+<Shift>+<Z>). 2. В зависимости от желаемого стиля символьных вычислений, выберите команду **Symbolics / Simplify** (Символика / Упростить) или введите оператор символьного вывода ->.

Решение уравнений (Solve)

С помощью символьного процессора можно вычислить аналитически значение переменной, при котором выражение обращается в ноль. Для этого: 1. Введите выражение. 2. Выделите переменную, относительно которой будет решаться уравнение, приравнивающее выражение нулю. 3. Выберите в меню **Symbolics** (Символика) пункт **Variable / Solve** (Переменная / Решить).



Символьное решение уравнения

Интегральные преобразования

Интегральные преобразования, по определению, ставят в соответствие некоторой функции f (x) другую функцию от другого аргумента Причем это соответствие f (X)->F(CO) задается интегральной зависимостью. Символьный процессор MathCAD позволяет осуществлять три вида интегральных преобразований функций - преобразование Фурье, Лапласа и Z-преобразование. Наряду с прямыми преобразованиями, имеется возможность совершать любое из этих трех обратных преобразований, т. е. F(co)->f (x). Выполняются все символьные интегральные преобразования аналогично уже рассмотренным операциям. Для вычисления преобразования выражения выделяется переменная, по которой будет осуществляться преобразование, и затем выбирается соответствующий пункт меню. Преобразования с применением оператора символьного вывода используются с одним из соответствующих ключевых слов, вслед за которым требуется указать имя нужной переменной. Приведем примеры символьного расчета каждого из трех интегральных преобразований.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Используя команды меню Symbolic, вычислите в символьном виде:

$$\int \frac{dx}{1+\sin(x)}, \quad \sum_{n=1}^{m} \cos(n \cdot a)$$

2. Разложите по степеням Sin(5x); Посчитайте производную от полученного выражения. Постройте график функции и ее представлений в виде ряда, включающих 2 члена разложения, 5 членов разложения и 10 членов разложения.

3. Вычислите коэффициенты полинома по степеням x и y:

$$x^2y^2 + 5x^2y - 6xy^2 + 7xy - 8x + 9y - 10$$

4. Используя интегральное преобразование Лапласа (и обратное преоразование Лапласа) решите в символьном виде дифференциальное уравнение

$$\frac{d}{dt}y(t) - k \cdot y(t) = \sin(t)$$

5. Используя палитру символьных преобразований, найдите точку, в которой функция двух переменных имеет экстремум

$$\frac{d}{dt}y(t) - k \cdot y(t) = \sin(t)$$

6. Вычислите в символьном виде интеграл, предположив, что c - действительное число, c>0:

$$x \cdot \int_0^{\infty} \exp(-ct)dt$$

7. Используя оператор символьного вывода и блок Given… Find, Решите в символьном виде систему уравнений:

$$-400(y - x^2) \cdot x - 2 \cdot b + 2x = 0$$
$$200y - 200x^2 = 0$$

8. Вычислите предел от функции tg(x) при x стремящемся к p/2- обыкновенный, слева и справа.

9. Исследуйте аналитически функцию f(x): определите точки максимума и минимума, точки перегиба, постройте графики f(x), f ' (x) и f "(x)

$$f(x) = \frac{2 \cdot x}{x^2 + 1}$$

Лабораторная работа №11

СРЕДСТВА ОБЫЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение основных математических операций таких, как численное дифференцирование и интегрирование функций.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Интегрирование и дифференцирование — самые простые, с вычислительной точки зрения, операции, реализованные в Mathcad в виде операторов. Тем не менее, если расчеты выполняются с помощью вычислительного процессора, необходимо хорошо представлять себе особенности численных алгоритмов, действие которых остается для пользователя "за кадром".

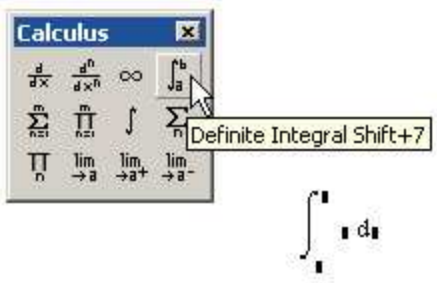
Интегрирование

Интегрирование в Mathcad реализовано в виде вычислительного оператора. Допускается вычислять интегралы от скалярных функций в пределах интегрирования, которые также должны быть скалярами. Несмотря на то, что пределы интегрирования обязаны быть действительными, подынтегральная функция может иметь и комплексные значения, поэтому и значение интеграла может быть комплексным. Если пределы интегрирования имеют размерность, то она должна быть одной и той же для обоих пределов.

Операторы интегрирования

Интегрирование, дифференцирование, как и множество других математических действий, устроено в Mathcad по принципу "как пишется, так и вводится". Чтобы вычислить определенный интеграл, следует напечатать его обычную математическую форму в документе. Делается это с помощью панели Calculus (Вычисления) нажатием кнопки со значком интеграла или вводом с клавиатуры сочетания клавиш <Shift>+<7> (или символа "&"). Появится символ интеграла с несколькими местозаполнителями, в которые нужно ввести нижний и верхний интервалы интегрирования, подынтегральную функцию и переменную интегрирования.

Можно вычислять интегралы с одним или обоими бесконечными пределами. Для этого на месте соответствующего предела введите символ бесконечности, воспользовавшись, например, той же самой панелью Calculus (Вычисления). Чтобы ввести -> (минус бесконечность), добавьте знак минус к символу бесконечности, как к обычному числу.



Оператор интегрирования

Чтобы получить результат интегрирования, следует ввести знак равенства или символьного равенства. В первом случае интегрирование будет проведено численным

методом, во втором — в случае успеха, будет найдено точное значение интеграла с помощью символьного процессора Mathcad.

$$\int_0^{\pi} \sin(x)\,dx = 2$$

$$\int_0^{\pi} \sin(x)\,dx \rightarrow 2$$

Конечно, символьное интегрирование возможно только для небольшого круга несложных подынтегральных функций.

Подынтегральная функция может зависеть от любого количества переменных. Именно для того чтобы указать, по какой переменной Mathcad следует вычислять интеграл, и нужно вводить ее имя в соответствующий местозаполнитель. Помните, что для численного интегрирования по одной из переменных предварительно следует задать значение остальных переменных, от которых зависит подынтегральная функция и для которых вы намерены вычислить интеграл.

$\alpha := 2$

$$\int_0^{\pi} \alpha \cdot \sin(x)\,dx = 4$$

$x := 1$

$$\int_0^{10} \alpha \cdot \sin(x)\,d\alpha = 42.074$$

Оператор интегрирования может использоваться точно так же, как и другие операторы: для определения функций, в циклах и при вычислении ранжированных переменных. Пример присваивания пользовательской функции д(х) значения определенного интеграла и вычисления нескольких ее значений

$$g(\alpha) := \int_0^{\pi} \alpha \cdot \sin(x)\,dx$$

$i := 1..5$

$g(i) =$

2
4
6
8
10

Об алгоритмах интегрирования

Результат численного интегрирования — это не точное, а приближенное значение интеграла, определенное с погрешностью, которая зависит от встроенной константы TOL. Чем она меньше, тем с лучшей точностью будет найден интеграл, но и тем больше

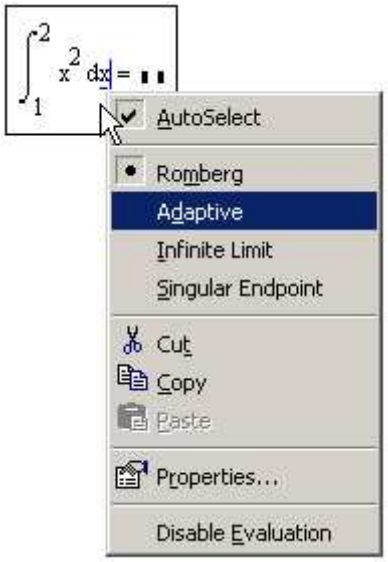
времени будет затрачено на расчеты. По умолчанию TOL=0.001. Для того чтобы ускорить вычисления, можно установить меньшее значение TOL.

Если скорость расчетов имеет для Вас принципиальное значение, например при многократном вычислении интеграла внутри цикла, проявите осторожность, выбирая значение точности Обязательно поэкспериментируйте на тестовом примере с характерной для Ваших расчетов подынтегральной функцией. Посмотрите, как уменьшение константы TOL сказывается на погрешности интегрирования, вычислив интеграл для разных ее значений и выбрав оптимальное, исходя из соотношения точность / скорость вычислений.

Отдавайте себе отчет в том, что при вводе в редакторе Mathcad оператора численного интегрирования, Вы, фактически, создаете самую настоящую программу. В большинстве случаев об этом не приходится специально задумываться, можно полностью положиться на Mathcad. Но иногда может потребоваться умение управлять параметрами этой программы, как мы уже рассмотрели на примере выбора константы TOL. Кроме нее, пользователь имеет возможность выбирать сам алгоритм численного интегрирования. Для этого:

Щелкните правой кнопкой мыши в любом месте на левой части вычисляемого интеграла.

В появившемся контекстном меню выберите один из четырех численных алгоритмов.



Выбор алгоритма численного интегрирования

Обратите внимание, что, перед тем как один из алгоритмов выбран впервые, как показано на Рисунок - 2, флажок проверки в контекстном меню установлен возле пункта AutoSelect (Автоматический выбор). Это означает, что алгоритм определяется Mathcad, исходя из анализа пределов интегрирования и особенностей подынтегральной функции. Как только один из алгоритмов выбран, этот флажок сбрасывается, а избранный алгоритм отмечается точкой.

Разработчиками Mathcad запрограммированы четыре численных метода интегрирования:

Romberg (Ромберга) — дли большинства функций, не содержащих особенностей;

Adaptive (Адаптивный) — для функций, быстро меняющихся на интервале интегрирования;

Infinite Limit (Бесконечный предел) — для интегралов с бесконечными пределами;

Singular Endpoint (Сингулярная граница) — для интегралов с сингулярностью на конце. Модифицированный алгоритм Ромберга для функций, не определенных на одном или обоих концах интервала интегрирования.

Старайтесь все-таки оставить выбор численного метода за Mathcad, установив флажок AutoSelect (Автоматический выбор) в контекстном меню. Попробовать другой метод можно, например, чтобы сравнить результаты расчетов в специфических случаях, когда у Вас закрадываются сомнения в их правильности.

Если подынтегральная функция "хорошая", т. е. не меняется на интервале интегрирования слишком быстро и не обращается на нем в бесконечность, то численное решение интеграла не принесет никаких неприятных сюрпризов. Приведем основные идеи итерационного алгоритма Ромберга, который применяется для большинства таких функций.

Сначала строится несколько интерполирующих полиномов, которые заменяют на интервале интегрирования подынтегральную функцию f(x). В качестве первой итерации полиномы вычисляются по 1,2 и 4 интервалам. Например, первый полином, построенный по 1 интервалу, — это просто прямая линия, проведенная через две граничные точки интервала интегрирования, второй — квадратичная парабола и т. д.

Интеграл от каждого полинома с известными коэффициентами легко вычисляется аналитически. Таким образом, определяется последовательность интегралов от интерполирующих полиномов: ilf i2, i4,... Например, по правилу трапеций i1=(b-a) (f (a)+f (b))/2 и т. д.

Из-за интерполяции по разному числу точек вычисленные интегралы ii, i2,... несколько отличаются друг от друга. Причем, чем больше точек используется для интерполяции, тем интеграл от интерполяционного полинома ближе к искомому интегралу, стремясь к нему в пределе бесконечного числа точек. Поэтому определенным образом осуществляется экстраполяция последовательности ilf i2, I4,... до нулевой ширины элементарного интервала. Результат этой экстраполяции J принимается за приближение к вычисляемому интегралу.

Осуществляется переход к новой итерации с помощью еще более частого разбиения интервала интегрирования, добавления нового члена последовательности интерполирующих полиномов и вычисления нового (N-ГО) приближения Ромберга JN.

Чем больше количество точек интерполяции, тем ближе очередное приближение Ромберга к вычисляемому интегралу и, соответственно, тем меньше оно отличается от приближения предыдущей итерации. Как только разница между двумя последними итерациями | JN-j11"11 становится меньше погрешности TOL или меньше TOL-|JN|, итерации прерываются, и JN появляется на экране в качестве результата интегрирования.

О расходящихся интегралах

Если интеграл расходится (равен бесконечности), то вычислительный процессор Mathcad может выдать сообщение об ошибке, выделив при этом оператор интегрирования, как обычно, красным цветом. Чаще всего ошибка будет иметь тип "Found a number with a magnitude greater than 10^307" (Найдено число, превышающее значение 10307) или "Can't converge to a solution" (Не сходится к решению), как, например, при попытке вычислить интеграл. Тем не менее, символьный процессор справляется с этим интегралом, совершенно правильно находя его бесконечное значение.

$$\int_0^{\infty} \frac{1}{\sqrt{x}}\,dx \rightarrow \infty$$

Символьный процессор предоставляет замечательные возможности аналитического вычисления интегралов, в том числе зависящих от параметров и неопределенных интегралов

$$\int_0^a \frac{1}{\sqrt{x}}\,dx \rightarrow 2\cdot a^{\frac{1}{2}}$$

$$\int \frac{1}{\sqrt{x}}\,dx \rightarrow 2\cdot x^{\frac{1}{2}}$$

При попытке численного решения задачи методом, отличным от алгоритма вычисления интегралов с бесконечными пределами (Infinite Limit), будет получено неверное решение —

$$\int_0^\infty \frac{1}{\sqrt{x}}\,dx = 6.325\cdot 10^{153}$$

вместо бесконечности выдано большое, но конечное число, немного не дотягивающее до численной бесконечности, являющейся для вычислительного процессора просто большим числом 10307. Отметим, что Mathcad в режиме автоматического выбора алгоритма (AutoSelect) предлагает именно алгоритм Infinite Limit.

Кратные интегралы

Для того чтобы вычислить кратный интеграл:

1. Введите, как обычно, оператор интегрирования.
2. В соответствующих местозаполнителях введите имя первой переменной интегрирования и пределы интегрирования по этой переменной.
3. На месте ввода подынтегральной функции введите еще один оператор интегрирования.
4. Точно так же введите вторую переменную, пределы интегрирования и подынтегральную функцию (если интеграл двукратный) или следующий оператор интегрирования (если более чем двукратный) и т. д., пока выражение с многократным интегралом не будет введено окончательно.

Пример символьного и численного расчета двукратного интеграла в бесконечных пределах

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\left(x^2+y^2\right)}\,dx\,dy \rightarrow \pi$$

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\left(x^2+y^2\right)}\,dx\,dy = 3.142$$

Обратите внимание, что символьный процессор "угадывает" точное значение интеграла pi, а вычислительный определяет его приближенно и выдает в виде числа 3.142.

Аккуратнее вводите в редакторе Mathcad кратные интегралы, если они имеют различные пределы интегрирования по разным переменным. Не перепутайте пределы, относящиеся к разным переменным.

$$\int_a^b \int_{-1}^1 x + y^3 \, dx \, dy \rightarrow \frac{1}{2} \cdot b^4 - \frac{1}{2} \cdot a^4$$

$$\int_a^b \int_{-1}^1 x + y^3 \, dy \, dx \rightarrow b^2 - a^2$$

В первой строке пределы интегрирования [a, b] относятся к переменной y, а во второй строке — к переменной X.

Дифференцирование

С помощью Mathcad можно вычислять производные скалярных функций любого количества аргументов, от 0-го до 5-го порядка включительно. И функции, и аргументы могут быть как действительными, так и комплексными. Невозможно дифференцирование функций только вблизи точек их сингулярности.

Вычислительный процессор Mathcad обеспечивает превосходную точность численного дифференцирования. Но больше всего пользователь оценит возможности символьного процессора, который позволяет с легкостью осуществить рутинную работу вычисления производных громоздких функций, поскольку, в отличие от всех других операций, символьное дифференцирование выполняется успешно для подавляющего большинства аналитически заданных функций.

В Mathcad для ускорения и повышения точности численного дифференцирования функций, заданных аналитически, автоматически задействуется символьный процессор.

Первая производная

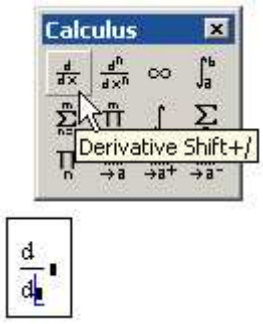
Для того чтобы продифференцировать функцию f (x) в некоторой точке:

Определите точку x, в которой будет вычислена производная, например x:=1.

Введите оператор дифференцирования нажатием кнопки Derivative (Производная) на панели Calculus (Вычисления) или введите с клавиатуры вопросительный знак <?>.

В появившихся место заполнителях введите функцию, зависящую от аргумента x, т. е. f(x), и имя самого аргумента x.

Введите оператор <=> численного или < -> > символьного вывода для получения ответа.



Оператор дифференцирования

Пример дифференцирования функции f(x)=cos(x)ln(x)

$x := 0.01$

$\frac{d}{dx}\cos(x)\ln(x) = 100.041$

$\frac{d}{dx}\cos(x)\cdot\ln(x) \rightarrow -\sin\left(1.\cdot10^{-2}\right)\cdot\ln\left(1.\cdot10^{-2}\right) + 1.\cdot10^{2}\cdot\cos\left(1.\cdot10^{-2}\right)$

Не забывайте предварительно определять точку, в которой производится численное дифференцирование, как это сделано в первой строке. Иначе будет выдано сообщение об ошибке, показанное на Рисунок - 4, гласящее, что переменная или функция, входящая в выражение, ранее не определена. Между тем, символьное дифференцирование не требует обязательного явного задания точки дифференцирования. В этом случае вместо значения производной (числа или числового выражения) будет выдана аналитическая зависимость.

$\frac{d}{dx}\sin(x) \rightarrow \cos(x)$

$\frac{d}{dx}\sin(x) = \blacksquare\blacksquare$

This variable or function is not defined above.

Ошибка в применении оператора дифференцирования

Конечно, можно, как и при использовании других операторов, предварительно определить функцию в отдельном выражении, а затем посчитать ее производную, или применить оператор дифференцирования для определения собственных функций пользователя.

$f(x) := \frac{1}{x}$

$\frac{d}{dx}f(x) \rightarrow \frac{-1}{x^2}$

$x := 0.1$

$\frac{d}{dx}f(x) = -100$

$\frac{d}{dx}f(x) \rightarrow -1.\cdot10^{2}$

$f(x) := \frac{1}{x}$

$g(x) := \frac{d}{dx}f(x)$

$g(0.1) = -100$

$g(0.1) \rightarrow -1.\cdot10^{2}$

Как Вы заметили, оператор дифференцирования, в основном, соответствует его общепринятому математическому обозначению. Однако в некоторых случаях при его вводе следует проявить осторожность. Рассмотрим один показательный пример

$x := 0.5$

$\frac{d}{dx}\sin(x) = 0.878$

$\frac{d}{dx}\sin(0.5) = 0$

Первые две строки вычисляют производную sin(x) в точке x=0.5. Последняя строка демонстрирует неправильное применение оператора дифференцирования. Вместо вычисления производной sin(x) в той же точке, как этого можно было ожидать, получено нулевое значение. Это случилось потому, что аргумент функции sin(x) введен не в виде переменной x, а в виде числа. Поэтому Mathcad воспринимает последнюю строку как вычисление сначала значения синуса в точке x=0.5, а затем дифференцирование этого значения (т. е. константы) также в точке x=0.5, в соответствии с требованием первой строки листинга. Поэтому ответ, на самом деле, неудивителен — в какой точке ни дифференцируй константу, результатом будет ноль.

Для численного дифференцирования Mathcad применяет довольно сложный алгоритм, вычисляющий производную с колоссальной точностью до 7-8-го знака после запятой. Этот алгоритм (метод Риддера) описан во встроенной справочной системе Mathcad, доступной через меню Help (Справка). Погрешность дифференцирования не зависит от констант TOL или CTOL, в противоположность большинству остальных численных методов, а определяется непосредственно алгоритмом.

Исключение составляют функции, которые дифференцируются в окрестности сингулярной точки; например для рассмотренной нами функции f (x)=1/x это будут точки вблизи x=o. При попытке найти ее производную при x=o будет выдано сообщение об одной из ошибок деления на ноль "Can't divide by zero" (Деление на ноль невозможно) или "Found a singularity while evaluating this expression. You may be dividing by zero" (Найдена сингулярность при вычислении этого выражения. Возможно, Вы делите на ноль). Если попробовать численно определить производную очень близко к нулю, например, при x=10-100, то может появиться сообщение об ошибке "Can't converge to a solution" (Невозможно найти решение). Встретившись с одной из упомянутых ошибок, присмотритесь повнимательнее к дифференцируемой функции и убедитесь, что Вы не имеете дело с точкой сингулярности.

Производные высших порядков

Mathcad позволяет численно определять производные высших порядков, от 0-го до 5-го включительно. Чтобы вычислить производную функции f (x) N-го порядка в точке x, нужно проделать те же самые действия, что и при взятии первой производной, за тем исключением, что вместо оператора производной необходимо применить оператор N-й производной (Nth Derivative). Этот оператор вводится с той же панели Calculus (Вычисления) либо с клавиатуры нажатием клавиш <Ctrl>+<?> и содержит еще два местозаполнителя, в которые следует поместить число N. В полном соответствии с математическим смыслом оператора, определение порядка производной в одном из местозаполнителей приводит к автоматическому появлению того же числа в другом из них.

"Производная" при N=0 по определению равна самой функции, при N=1 получается обычная первая производная.

$x := 0.1$

$$\frac{d^2}{dx^2}\cos(x)\cdot x^2 = 1.94$$

$$\frac{d^2}{dx^2}\cos(x)\,x^2 \rightarrow 1.99\cdot\cos(.1) - .4\cdot\sin(.1)$$

Обратите внимание, что, как и при вычислении обычной производной, необходимо перед оператором дифференцирования присвоить аргументу функции значение, для которого будет вычисляться производная.

Убедиться в том, что символьный процессор Mathcad в последней строке дает тот же результат, что и вычислительный процессор в предыдущей строке, можно, упростив его. Для этого следует выделить полученное последнее выражение и выбрать в меню Symbolics (Символика) пункт Symplify (Упростить). После этого ниже появится еще одна строка с численным результатом выделенного выражения.

Чтобы вычислить производную порядка выше 5-го, следует последовательно применить несколько раз оператор N-й производной, подобно тому как вводились операторы кратного интегрирования. Однако для символьных вычислений этого не потребуется — символьный процессор умеет считать производные порядка выше 5-го.

Сказанное иллюстрируется следующим образом

$x := 0.1$

$$\frac{d^5}{dx^5}\frac{d^2}{dx^2}\sin(x) = -0.995$$

$$\frac{d^7}{dx^7}\sin(x) \rightarrow -\cos(.1)$$

где сначала численно, а затем символьно вычисляется седьмая производная синуса в точке x=0.1.

Расчет производных высших порядков производится тем же вычислительным методом Риддера, что и расчет первых производных. Причем для первой производной этот метод обеспечивает точность до 7-8 значащих разрядов числа, а при повышении порядка производной на каждую единицу точность падает примерно на один разряд.

Из сказанного ясно, что падение точности при численном расчете высших производных может быть очень существенно. В частности, если попытаться определить девятую производную синуса, то в качестве результата будет выдан нуль, в то время как истинное значение девятой производной равно cos (0.1).

Частные производные

С помощью обоих процессоров Mathcad можно вычислять производные функций любого количества аргументов. В этом случае, как известно, производные по разным аргументам называются частными. Чтобы вычислить частную производную, необходимо, как обычно, ввести оператор производной с панели Calculus (Вычисления) и в соответствующем местозаполнителе напечатать имя переменной, по которой должно быть осуществлено дифференцирование. Пример приведен в листинге 7.16, в первой строке которого определена функция двух переменных, а в двух следующих строках символьным образом вычислены ее частные производные по обеим переменным — x и y — соответственно. Чтобы определить частную производную численным методом, необходимо предварительно задать значения всех аргументов, что и сделано в следующих двух строках листинга. Последнее выражение в листинге снова (как и в

третьей строке) определяет символьно частную производную по y. Но поскольку переменным x и y уже присвоено конкретное значение, то в результате получается число, а не аналитическое выражение.

Символьное и численное вычисление частных производных

$$f(x,y) := x^{2y} + \cos(x)\cdot y$$

$$\frac{d}{dx} f(x,y) \rightarrow 2\cdot x^{2\cdot y}\cdot\frac{y}{x} - \sin(x)\cdot y$$

$$\frac{d}{dy} f(x,y) \rightarrow 2\cdot x^{2\cdot y}\cdot\ln(x) + \cos(x)$$

$$x := 1 \qquad y := 0.1$$

$$\frac{d}{dy} f(x,y) = 0.54$$

$$\frac{d}{dy} f(x,y) \rightarrow \cos(1)$$

Частные производные высших порядков рассчитываются точно так же, как и обычные производные высших порядков. Ниже иллюстрируется расчет вторых производных функции из предыдущего примера по переменным x, y и смешанной производной.

$$\frac{d^2}{dx^2}\left(x^{2y} + \cos(x)\,y\right) \rightarrow 4\cdot x^{2\cdot y}\cdot\frac{y^2}{x^2} - 2\cdot x^{2\cdot y}\cdot\frac{y}{x^2} - \cos(x)\cdot y$$

$$\frac{d^2}{dy^2}\left(x^{2y} + \cos(x)\,y\right) \rightarrow 4\cdot x^{2\cdot y}\cdot\ln(x)^2$$

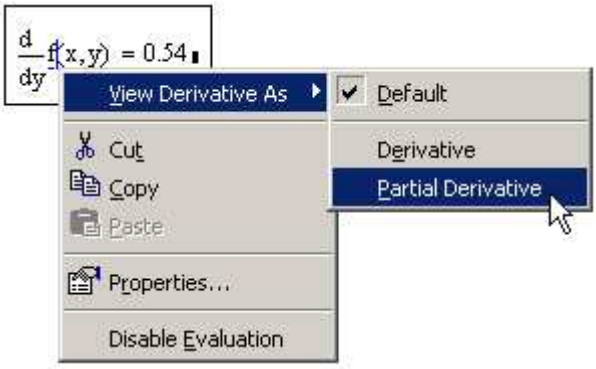
$$\frac{d}{dx}\frac{d}{dy}\left(x^{2y} + \cos(x)\,y\right) \rightarrow 4\cdot x^{2\cdot y}\cdot\frac{y}{x}\cdot\ln(x) + 2\cdot\frac{x^{2\cdot y}}{x} - \sin(x)$$

Возможно, Вы обратили внимание, что в обоих листингах оператор дифференцирования записан в форме частной производной. Подобно тому как существует возможность выбирать вид, например оператора присваивания, можно записывать операторы дифференцирования в виде обычной или частной производной. Запись оператора не влияет на вычисления, а служит лишь более привычной формой представления расчетов. Для того чтобы изменить вид оператора дифференцирования на представление частной производной, следует:

Вызвать контекстное меню из области оператора дифференцирования нажатием правой кнопки мыши.

Выбрать в контекстном меню верхний пункт View Derivative As (Показывать производную как).

В появившемся подменю выбрать пункт Partial Derivative (Частная производная).



Изменение вида оператора дифференцирования

Чтобы вернуть вид производной, принятый по умолчанию, выберите в подменю пункт Default (По умолчанию) либо, для представления ее в обычном виде — Derivative (Производная).

Завершим разговор о частных производных двумя примерами, которые нередко встречаются в вычислительной практике. Программная реализация первого из них, посвященная вычислению градиента функции двух переменных

$$f(x,y) := x^2 + 0.1 \cdot y^3$$

$$grad(x,y) := \begin{pmatrix} \frac{d}{dx} f(x,y) \\ \frac{d}{dy} f(x,y) \end{pmatrix}$$

$$N := 5$$

$$i := 0..2 \cdot N \qquad j := 0..2 \cdot N$$

$$F_{i,j} := f(i - N, j - N)$$

$$V_{i,j} := grad(i - N, j - N)$$

$$X_{i,j} := (V_{i,j})_0 \qquad Y_{i,j} := (V_{i,j})_1$$

В качестве примера взята функция f (x,y), определяемая в первой строке листинга, график которой показан в виде линий уровня на Рисунок - 6. Как известно, градиент функции f(x,y) является векторной функцией тех же аргументов, что и f (x,y), определенной через ее частные производные, согласно второй строке листинга. В оставшейся части этого листинга задаются ранжированные переменные и матрицы, необходимые для подготовки графиков функции и ее градиента.

Вычисление градиента

Векторное поле рассчитанного градиента функции f(x,y) показано на рисунке. Математический смысл градиента состоит в задании в каждой точке (x,y) направления на плоскости, в котором функция f (x,y) растет наиболее быстро.

До сих пор в данной главе мы рассматривали скалярные функции, к которым, собственно, и можно применять операторы дифференцирования. Часто приходится иметь дело с вычислением производных векторных функций. Например, в различных областях математики мы сталкиваемся с проблемой вычисления якобиана (или матрицы Якоби) — матрицы, составленной из частных производных векторной функции по всем

ее аргументам. Пример вычисления якобиана векторной функции f (x) векторного аргумента x

$$f(x) := \begin{bmatrix} x_0 \cdot \sin(x_1) \\ -(x_1)^{x_0} + x_2 \\ 3 \cdot x_1 + x_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dx}\left[\left[f\left(\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}\right)0\right]\right] & \frac{d}{dy}\left[\left[f\left(\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}\right)0\right]\right] & \frac{d}{dz}\left[\left[f\left(\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}\right)0\right]\right] \\ \frac{d}{dx}\left[\left[f\left(\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}\right)1\right]\right] & \frac{d}{dy}\left[\left[f\left(\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}\right)1\right]\right] & \frac{d}{dz}\left[\left[f\left(\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}\right)1\right]\right] \\ \frac{d}{dx}\left[\left[f\left(\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}\right)2\right]\right] & \frac{d}{dy}\left[\left[f\left(\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}\right)2\right]\right] & \frac{d}{dz}\left[\left[f\left(\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}\right)2\right]\right] \end{bmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \sin(y) & x \cdot \cos(y) & 0 \\ -y^{x} \cdot \ln(y) & -y^{x} \cdot \frac{x}{y} & 1 \\ 0 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

Для определения частных производных якобиана каждый i-й скалярный компонент f (x)i дифференцируется символьным процессором Mathcad.

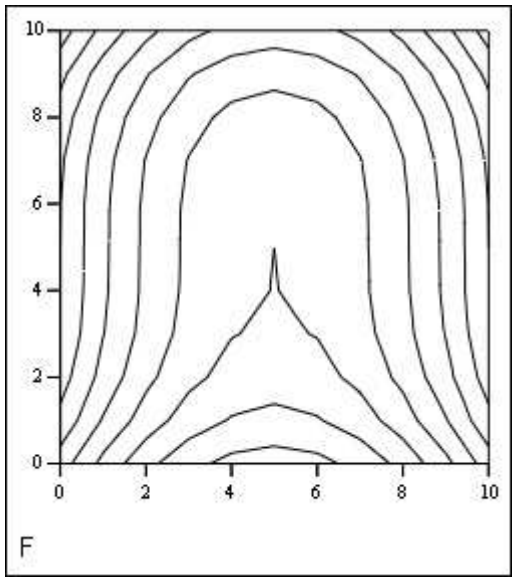
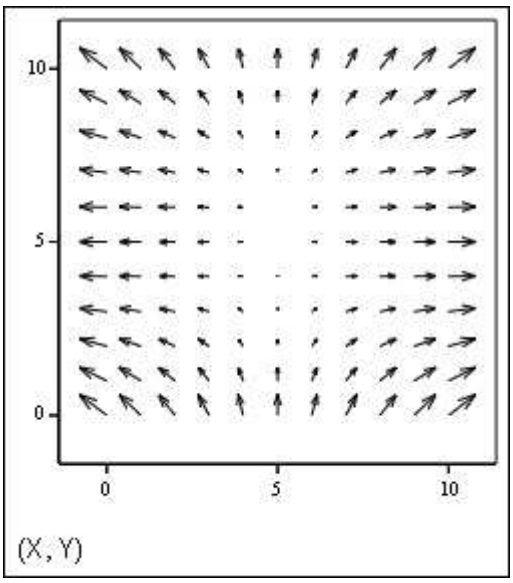


График линий уровня функции f (x,y)



Векторное поле градиента функции f (x,y)

Тот же самый якобиан можно вычислить и несколько по-другому, если определить функцию не одного векторного, а трех скалярных аргументов f(x,y,z).

$$f(x,y,z) := \begin{pmatrix} x \cdot \sin(y) \\ -y^{x} + z \\ 3 \cdot y + z \end{pmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dx}\left(f(x,y,z)_0\right) & \frac{d}{dy}\left(f(x,y,z)_0\right) & \frac{d}{dz}\left(f(x,y,z)_0\right) \\ \frac{d}{dx}\left(f(x,y,z)_1\right) & \frac{d}{dy}\left(f(x,y,z)_1\right) & \frac{d}{dz}\left(f(x,y,z)_1\right) \\ \frac{d}{dx}\left(f(x,y,z)_2\right) & \frac{d}{dy}\left(f(x,y,z)_2\right) & \frac{d}{dz}\left(f(x,y,z)_2\right) \end{bmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \sin(y) & x \cdot \cos(y) & 0 \\ -y^{x} \cdot \ln(y) & -y^{x} \cdot \frac{x}{y} & 1 \\ 0 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

Не забывайте, что для численного определения якобиана необходимо сначала определить точку, в которой он будет рассчитываться, или все три переменных x,y, z.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Выполнить расчеты по заданию преподавателя.

Лабораторная работа №12

РАБОТА С ГРАФИКОЙ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Получение навыков построения графиков различных функций.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

MathCAD позволяет легко строить двух- и трехмерные гистограммы, двухмерные графики в декартовых и полярных координатах, трехмерные графики поверхностей, линии уровня поверхностей, изображения векторных полей, пространственные кривые.

Существует три способа построения графиков в системе MathCAD:

1. можно воспользоваться позицией Главного меню Insert, выбрав команду Graph и в раскрывающемся списке - тип графика;
2. выбрать тип графика на наборной панели Graph, которая включается кнопкой на панели Math;
3. воспользоваться быстрыми клавишами (они предусмотрены не для всех типов графиков).

Рассмотрим более подробно команды меню Insert->Graph (слева изображены соответствующие кнопки наборной панели Math):

X-Y Plot (X-Y Зависимость) клавиша [@]

Служит доля построения графика функции y=f(x) в виде связанных друг с другом пар координат (xi,yi) при заданном промежутке изменения для i.

Polar Plot (Полярные координаты)клавиши [Ctrl+7]

Служит для построения графика функции r(q), заданной в полярных координатах, где полярный радиус r зависит от полярного угла q.

Surface Plot (Поверхности) клавиши [Ctrl+2]

Служит для представления функции z=f(x,y) в виде поверхности в трехмерном пространстве. При этом должны быть заданы векторы значений xi и yj), а также определена матрица вида Ai,j=f(xi,yj). Имя матрицы A указывается при заполнении рамки-шаблона. С помощью этой команды можно строить параметрические графики.

Contour Plot (Контурный график)

Строит диаграмму линий уровня функции вида z=f(x,y), т.е. отображает точки, в которых данная функция принимает фиксированное значение z=const.

3D Scatter Plot (3D Точечный)

Служит для точечного представления матрицы значений Ai,j или отображения значений функции z=f(x,y) в заданных точках. Эта команда может также использоваться для построения пространственных кривых.

3D Bar Plot (3D Диаграммы)

Служит для представления матрицы значений Ai,j или отображения значений функции z=f(x,y) в виде трехмерной столбчатой диаграммы.

Vector Field Plot (Поле векторов)

Служит для представления двухмерных векторных полей V=(Vx, Vy). При этом компоненты векторного поля Vx и Vy должны быть представлены в виде матриц. При помощи этой команды можно построить поле градиента финкции f(x,y).

3D Plot Wizard (вызов мастера для быстрого построения 3-хмерного графика)

При выборе этой команды возникает ряд всплывающих окон, в которых требуется выбрать параметры построения трехмерного графика (задаются тип трехмерного

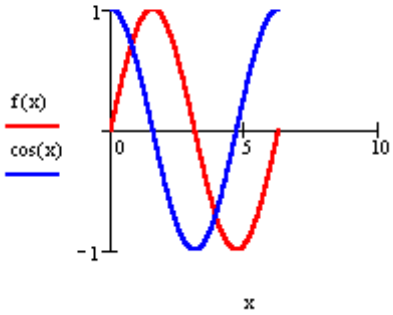
графика, стиль его изображения, цветовая гамма). График по умолчанию строится на промежутке от -5 до +5 (по обеим переменным).

Двумерные графики в декартовой системе координат

График функции y=f(x).

При выполнении команды Inset -> Graph -> Plot в документ помещается рамка-шаблон с двумя незаполненными ячейками для построения графика. (Клавиша [@]).

$f(x) := \sin(x)$ $x := 0, 0.01 .. 2 \cdot \pi$



В ячейке, расположенной под осью абсцисс, указывается независимая переменная x. Ее следует определить заранее как переменную, принимающую значения из промежутка (ранжированная переменная).

В ячейке рядом с осью ординат необходимо задать функцию f(x), график которой мы хотим построить. Если эта функция была определена заранее, то в ячейку достаточно ввести f(x), в противном случае следует ввести изображаемую функцию в явном виде (например, cos(x)).

После ввода x и f(x) в графической области появятся еще четыре ячейки, которые не обязательно заполнять. MathCAD автоматически находит подходящие значения для xmin, xmax, ymin, ymax. Если же предлагаемые MathCAD значения вас не устраивают, вы можете задать свои.

В MathCAD существует возможность строить график функции, не задавая предварительно промежуток изменения независимой переменной. По умолчанию этот промежуток принимается равным [-10, 10].

Для представления на одной диаграмме графиков нескольких функций необходимо выделить ячейку рядом с осью ординат и через запятую ввести вторую функцию. По умолчанию график этой функции будет представлен пунктирной линией другого цвета.

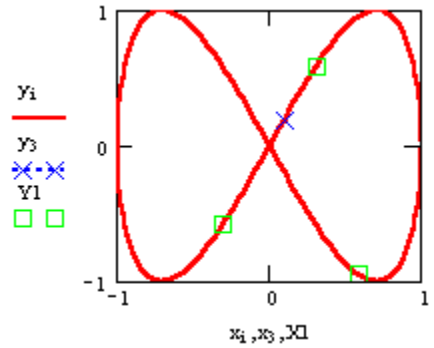
Кривые на плоскости, заданные параметрически

Уравнения x=f(t), y=y(t) , где f(t) и y(t) непрерывны при t из (a, b), устанавливающие зависимость декартовых координат (x,y) точки плоскости от значения параметра t , определяют на плоскости кривую, заданную в параметрической форме.

$N := 200 \qquad i := 0..N$

$x_i := \sin\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{i}{N}\right) \qquad y_i := \sin\left(4 \cdot \pi \cdot \frac{i}{N}\right)$

$X1 := \begin{pmatrix} x_{10} \\ x_{80} \\ x_{190} \end{pmatrix} \qquad Y1 := \begin{pmatrix} y_{10} \\ y_{80} \\ y_{190} \end{pmatrix}$



В случае построения параметрически заданной кривой, вместо независимой переменной x под осью абсцисс необходимо задать индексированую переменную xi. А рядом с осью ординат необходимо соответственно указать yi.

Для нанесения на график функции отдельных точек, их координаты указываются через запятую под осью абсцисс и слева от оси ординат. Если требуется вывести множество точек, то можно сформировать два вектора, один из которых содержит абсциссы точек, а другой - их ординаты. В этом случае на графике в соответствующих ячейках указываются только имена векторов.

Двухмерные графики в полярной системе координат

Для построения полярного графика необходимо выполнить команду Inset -> Graph -> Polar Plot. При этом в документ помещается графическая область с двумя незаполненными ячейками для построения графика. (Клавиши [Ctrl +7]).

В нижнюю ячейку вводится полярный угол q. Его следует определить заранее как переменную, принимающую значения из промежутка (ранжированная переменая). В левую ячейку вводится полярный радиус r(q) или Re(r(q)) и Im(r(q)). Функция r(q) либо задается заранее, либо ее определение вводится непосредственно в ячейку.

$$N := 15 \qquad \theta := 0, \frac{1}{N} .. 2 \cdot \pi$$

$$r(\theta) := 1 + \sin\left(2 \cdot \theta + 3 \cdot \frac{\pi}{2}\right)$$

$$d(\theta) := 1 + \frac{\sin(3 \cdot \theta + \pi)}{2}$$

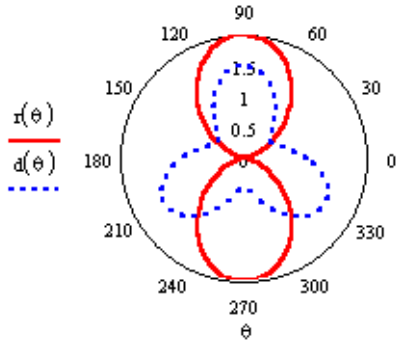


График в полярных координатах можно построить и посредством команды X-Y Plot/ Только в этом случае необходимо дополнительно задать следующие функции: x(q)=r(q)cos(q) и y(q)=r(q)sin(q), а в ячейках для абсцисс и ординат указать соответственно x(q) и y(q)

Если для некоторых углов q функция не определена (не существует радиуса с действительным значением, он принимает чисто мнимые значения), то MathCAD отображает на графике только действительные значения радиуса. Но при помощи функций Re и Im можно представить на одной круговой диаграмме графики как действительной, так и мнимой части функции r(q).

Графики в трехмерном пространстве

Построение графика функции z=f(x,y) в виде поверхности в декартовой системе координат.

Построение графика поверхности, заданной параметрически.

Форматирование трехмерных графиков.

Кривая в пространстве.

Векторные и градиентные поля.

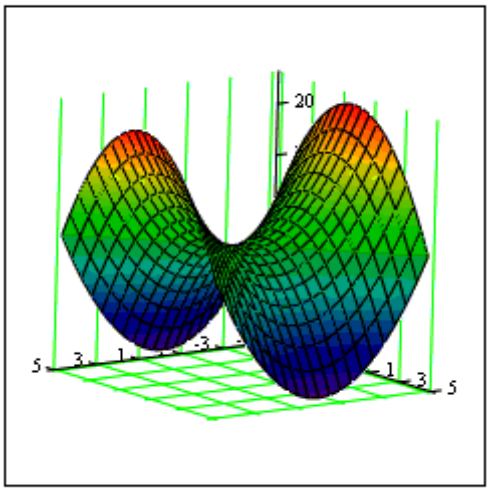
Поверхности, полученные вращением кривых вокруг осей.

Построение графика функции z=f(x,y) в виде поверхности в декартовой системе координат

Для построения графика поверхности можно воспользоваться двумя способами:

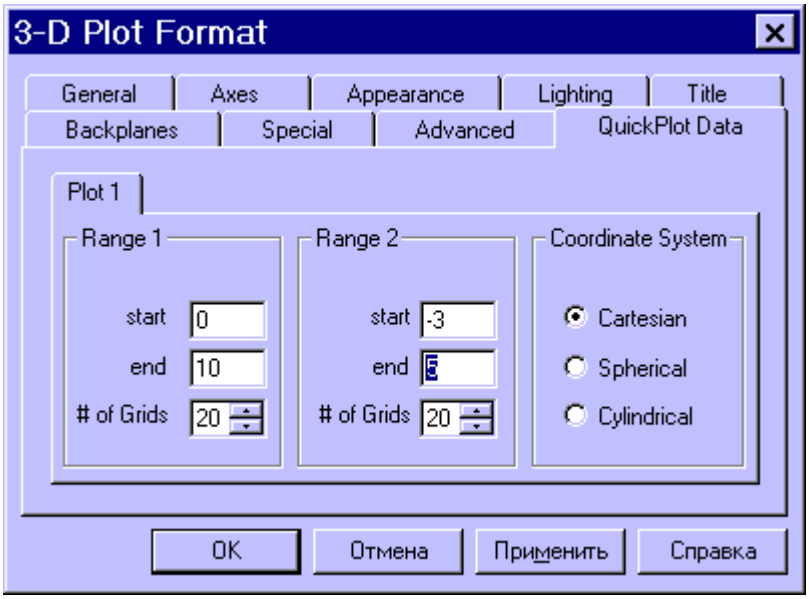
1. Если вам надо только посмотреть общий вид поверхности, то MathCAD предоставляет возможность быстрого построения подобных графиков. Для этого достаточно определить функцию f(x,y) и выполнить команду Insert -> Graph -> Surface Plot или нажать соответствующую кнопку наборной панели Graph (соченание клавиш [Ctrl+7]). В появившейся графической области под осями на месте шаблона для ввода надо указать имя (без аргументов) функции. MathCAD автоматически построит график поверхности. Независимые переменные x и y принимают значения из промежутка [-5,5].

$g(x,y) := x^2 - y^2$



g

При необходимости этот промежуток может быть уменьшен или увеличен. Для этого необходимо выделить график и воспользоваться командой Format -> Graph -> 3D Plot или щелкнуть ПРАВОЙ кнопкой мыши по выделенному графику и в контекстном меню выбрать команду Format. В появившемся окне 3-D Plot Format на вкладке QuickPlot Data можно установить другие параметры изменения независимых переменных x и y.



Для построения графика поверхности в определенной области изменения независимых переменных или с конкретным шагом их изменения необходимо сначала задать узловые точки xi и yj, в которых будут определяться значения функции. После (а можно и до) этого надо определить функцию f(x,y), график которой хотите построить. После этого необходимо сформировать матрицу значений функции в виде: Ai,j=f(xi,yj).

$N := 15$

$i := 0..N$ $\quad j := 0..N$

$x_{min} := -1.5$ $\quad x_{max} := 1.5$

$y_{min} := -1.5$ $\quad y_{max} := 1.5$

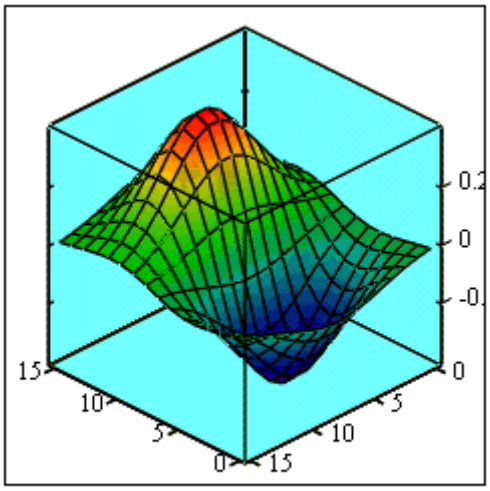
$$x_i := x_{min} + \frac{i}{N} \cdot (x_{max} - x_{min})$$

$$y_j := y_{min} + \frac{j}{N} \cdot (y_{max} - y_{min})$$

$$f(x, y) := \sin(x) \cdot \exp(-x^2 - y^2)$$

$$A_{i,j} := f(x_i, y_j)$$

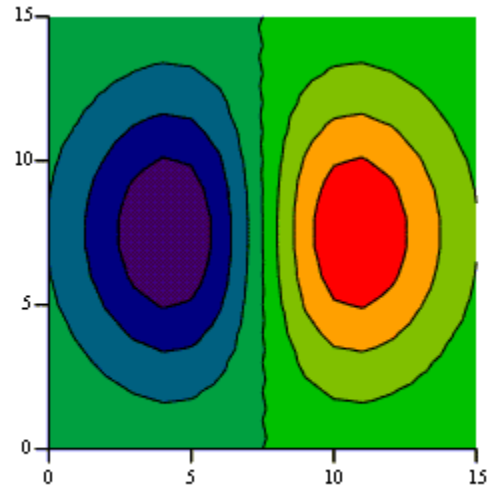
Теперь после выполнения команды Insert -> Graph -> Surface Plot в появившейся графической области достаточно ввести имя матрицы (без индексов).



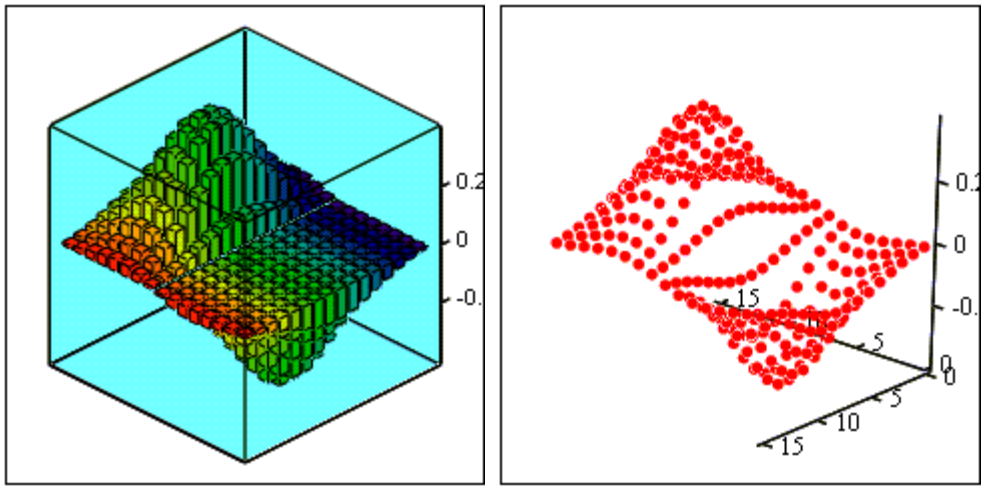
A

Если вы хотите, чтобы узловые точки были расположены через равные промежутки, воспользуйтесь формулами, изображенными на рисунке.

Для построения графика линий уровня данной функции необходимо поступать также как это было описано выше, только вместо команды (Поверхности) следует выбрать команду Contour Plot (Контурный). Аналогично, при помощи команды 3D Bar Plot (3D Диаграммы) можно построить трехмерный столбчатый график данной функции, при помощи команды 3D Scatter Plot (3D Точечный) - трехмерный точечный график, а при помощи команды 3D Patch Plot (3D Лоскутный) - трехмерный график поверхности в виде несвязанных квадратных площадок - плоскостей уровня для каждой точки данных, параллельных плоскости X-Y



A



A A

Построение графика поверхности, заданной параметрически

Если поверхность задана параметрически, это означает, что все три координаты - x и y и z - заданы как функции от двух параметров u и v. Сначала необходимо задать векторы значений параметров ui и vj. Затем необходимо определить матрицы значений функций координат x(u,v), y(u,v) и y(u,v).

$$N := 30 \quad i := 0..N \quad j := 0..N$$

$$\phi_i := 3 \cdot \pi \cdot \frac{i}{N} \qquad \psi_j := 2 \cdot \pi \cdot \frac{j}{N}$$

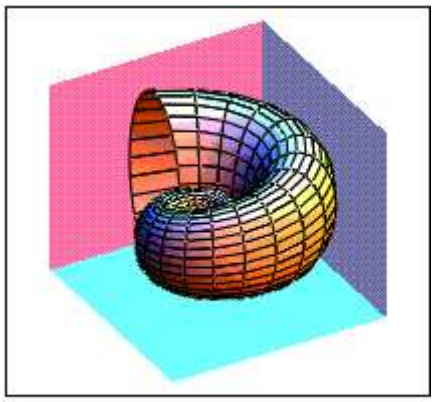
$$R(\phi) := 8 \cdot e^{-\frac{\phi}{5}} \qquad r(\phi) := 4 \cdot e^{-\frac{\phi}{5}}$$

$$x_{i,j} := \left(R(\phi_i) + r(\phi_i) \cdot \cos(\psi_j)\right) \cdot \cos(\phi_i)$$

$$y_{i,j} := \left(R(\phi_i) + r(\phi_i) \cdot \cos(\psi_j)\right) \cdot \sin(\phi_i)$$

$$z_{i,j} := r(\phi_i) \cdot \sin(\psi_j)$$

После выбора команды Surface Plot в MathCAD документе появится графическая область. В свободной ячейке внизу области надо указать В СКОБКАХ имена (без аргументов и индексов) трех матриц - x,y,z.



(x, y, z)

Кривая в пространстве

Трехмерные точечные графики можно использовать для построения изображения пространственных кривых. Пространственные кривые задаются, как правило, в виде (x(t),y(t),z(t)), где t представляет собой непрерывный действительный параметр.

Поскольку при построении техмерной точечной диаграммы MathCAD позволяет отображать на графике только отдельные точки и соединяющие их линии, необходимо сначаоа определить три вектора координат - xi, yi, zi.

$N := 36$ Число значений параметров

$i := 0 .. N - 1$ Индексная переменная i

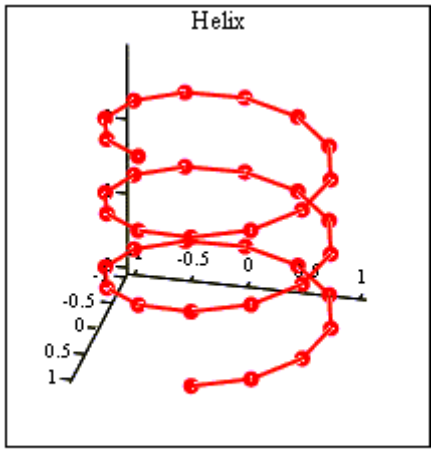
$x_i := \cos\left(\frac{i}{N} \cdot 6 \cdot \pi\right)$

$y_i := \sin\left(\frac{i}{N} \cdot 6 \cdot \pi\right)$

$z_i := \frac{i}{N} \cdot 3$

Задание векторов координат x, y и z, которые являются функциями от индекса i. Данные векторы координат описывают винтовую линию.

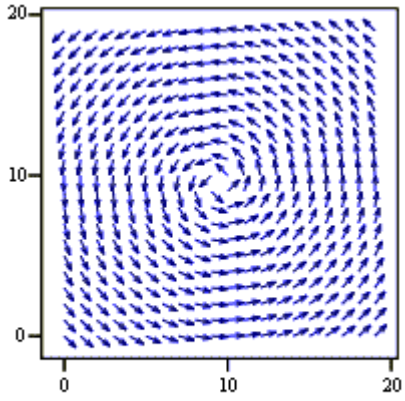
Пространственная кривая создается командой Insert3D -> Graph ->Scatter Plot. Можно использовать наборную панель Graph, выбрав соответствующую пиктограмму. Для соединения точек необходимо на вкладке Appearance окна форматирования графиков указать опцию Line.



(x,y,z)

Векторные и градиентные поля

Команда Insert -> Graph -> Vector Field Plot (Поле векторов) служит для представления двумерных векторных полей v=(vx, vy).



При этом векторное поле необходимо вначале определить как вектор-функцию двух координат - x и y. Затем задаются векторы значений узловых точек x и y. При помощи этих векторов компоненты векторного поля vx(x,y) и vy(x,y) генерируются в виде матриц значений vxi, j и vyi, j.

$$v(x,y) := \begin{pmatrix} \frac{-y}{\sqrt{x^2+y^2}} \\ \frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}} \end{pmatrix} \qquad N := 20 \qquad i := 0..N-1 \qquad j := 0..N-1$$

$$a := -2 \qquad b := 2 \qquad x_i := a + \frac{i}{N-1}\cdot(b-a)$$

$$c := -2 \qquad d := 2 \qquad y_j := c + \frac{j}{N-1}\cdot(d-c)$$

$$V_{i,j} := v\left(x_i, y_j\right)$$

$$vx_{i,j} := \left(V_{i,j}\right)_0 \qquad vy_{i,j} := \left(V_{i,j}\right)_1$$

Подобным образом можно построить градиентное поле скалярной функции f(x,y). Градиентное поле для функции двух переменных представляет собой двумерное векторное поле.

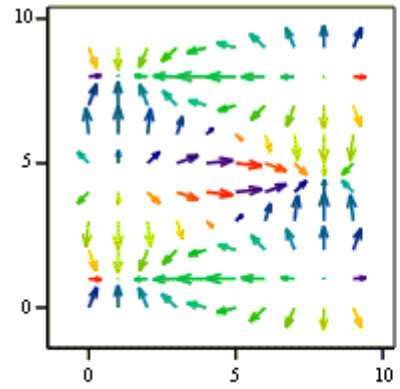
Как и в остальных случаях, внешний вид изображения векторного поля можно легко изменить, выполнив двойной щелчок в области графика и изменив требуемые опции в открывшемся диалоговом окне 3-D Plot Format.

$$f(x,y) := \sin(x)\cdot\cos(y)$$

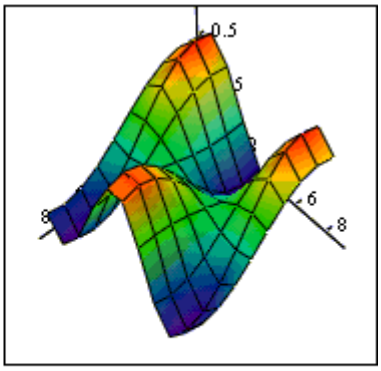
$$\text{grad}(x,y) := \begin{pmatrix} \frac{d}{dx} f(x,y) \\ \frac{d}{dy} f(x,y) \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} Nx := 10 & a := -2 & b := 2 & i := 0..Nx-1 \\ Ny := 10 & c := -4 & d := 4 & j := 0..Ny-1 \end{matrix}$$

$$x_i := a + i\cdot\frac{b-a}{Nx-1} \qquad y_j := c + j\cdot\frac{d-c}{Ny-1}$$

$$F_{i,j} := f(x_i, y_j) \qquad V_{i,j} := \text{grad}(x_i, y_j) \qquad Vx_{i,j} := (V_{i,j})_0 \qquad Vy_{i,j} := (V_{i,j})_1$$



(Vx,Vy)



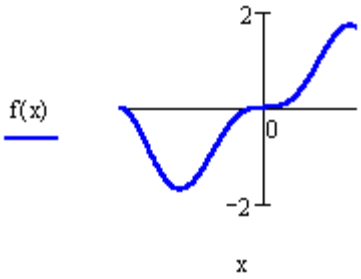
F

Поверхности, полученные вращением кривых вокруг осей

Интересные объемные фигуры можно получит, вращая некоторую кривую вокруг той или иной оси. Построение этих фигур вращения сродни параметрически заданным поверхностям.

При этом необходимо обеспечить пересчет координат точек фигуры по известным из геметрии формулам. В MathCAD встроена функция CreateMesh, с помощью которой можно построить параметрически заданные поверхности.

$$f(x) := x\cdot\sin(x)^2 \qquad a := -\pi \qquad b := 2$$



x

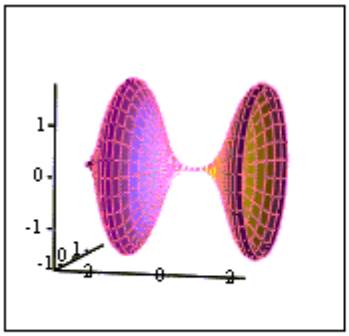
Вращение кривой вокруг оси Ox

$F(u,v) := u$ $\quad mesh := 30$

$G(u,v) := f(u)\cdot\cos(v)$

$H(u,v) := f(u)\cdot\sin(v)$

$SX := CreateMesh(F,G,H,a,b,0,2\pi,mesh)$



SX

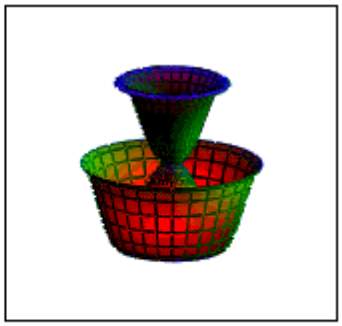
Вращение кривой вокруг оси Oy

$X(u,v) := u\cdot\sin(v)$

$Y(u,v) := u\cdot\cos(v)$

$Z(u,v) := f(u)$

$SY := CreateMesh(X,Y,Z,a,b,-\pi,\pi,mesh)$



SY

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Выполнить расчеты по заданию преподавателя.

Лабораторная работа №13

ФОРМАТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

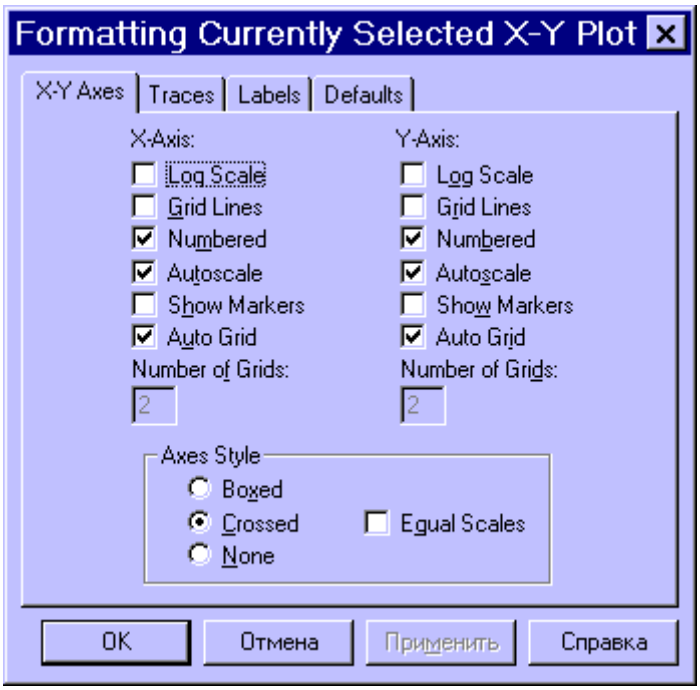
Получение навыков форматирования объектов в MathCad.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Редактирование графиков в декартовой системе координат

Если вас не устраивает внешний вид построенных графиков, вы можете его изменить, выделив график (выполнив на нем щелчок, так, чтобы вокруг него появилась рамка) и воспользовавшись командой **Format -> Graph -> X-Y Plot**, или, выполнив на графике щелчок правой кнопкой мыши и выбрав команду **Format** из выпадающего контекстного меню (можно выполнить также двойной щелчок левой кнопкой мыши). В результате на экране появится диалоговое окно **Formatting Currently Selected X-Y Plot**, позволяющее изменить вид графика.

Данное диалоговое окно содержит несколько вкладок: **X-Y Axes** (форматирование осей), **Traces** (тип линий графиков), **Labels** (подписи), **Defaults** (по умолчанию).



Первая из вкладок позволяет форматировать оси координат:

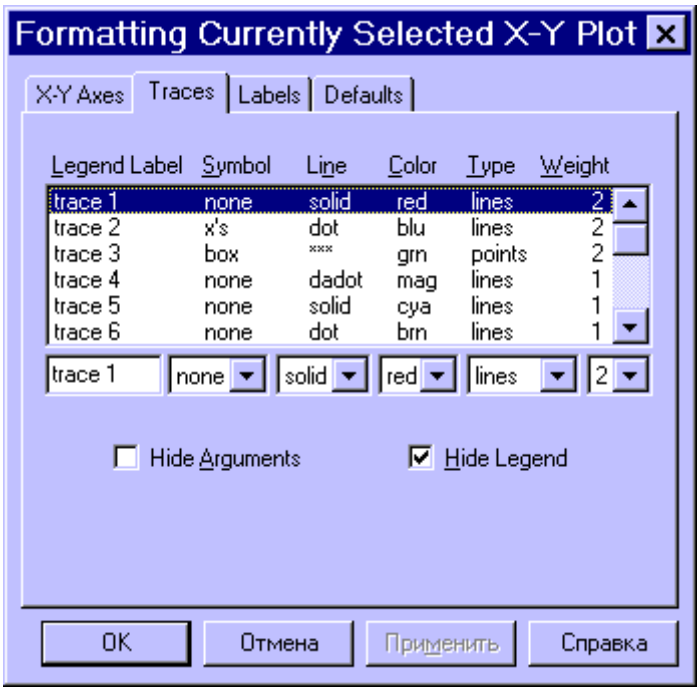
- **Log Scale** (Логарифмическая шкала) - задает логарифмические оси, в этом случае границы графика должны задаваться положительными числами.
- **Grid Lines** (Вспомогательные линии) - Задает отображение сетки из параллельных осям линий.
- **Numbered** (Нумерация) - Задает отображение подписи к маркировкам на осях.
- **Autoscale** (Автомасштаб) - Задает автоматическое нахождение подходящих границ для осей. Но если вы сами зададите в соответствующих ячейках минимальные и максимальные значения x_{min},

x_{max}, y_{min}, y_{max}, именно эти значения будут использоваться для определения границ графика.

- **Show Markers** (Показать метки) - Если установить эту опцию, то в графической области появятся четыре дополнительные ячейки для создания красных линий маркировки, соответствующих двум специальным значениям *x* и двум специальным значениям *y*.
- **Auto Grid** (Автосетка) - При установке этой опции число линий сетки определяет MathCAD.
- **Axes Style** (Вид осей) - Группа кнопок этой области позволяет выбрать следующие варианты представления осей: **Boxed** (ограниченная область) , **Crossed** (пересечение) - оси пересекаются в точке с координатами (0.0), **None** (без границ). Флажок **Equal Scales** (равный масштаб) позволяет задать одинаковый масштаб для обеих осей.

Форматирование оси графика можно произвести, выполнив на ней двойной щелчок.

Для изменения типа линий графиков необходимо активизировать вкладку **Traces** (След)



- **Legend Lable** (Имя в легенде) - Каждой кривой модно поставить в соответствие некоторый текст, называемый легендой. Легенда отображается в нижней части графической области, а рядом с каждой легендой отображается тип линии соответствующей кривой.
- **Symbol** (Символ) - Позволяет выбрать символ для каждой точки кривой (плюс, крестик, кружок и др.)
- **Line** (Линия) - Можно выбрать один из следующих типов линий: *solid* (сплошная), *dash* (штриховая), *dot* (точечная) или*dadot* (штрихпунктирная). Это поле списка доступно в случае, если в поле **Type** (Тип) выбран элемент *lines*/
- **Color** (Цвет) - Задается цвет представления кривой на экране.
- **Type** (Тип) - Позволяет выбрать один из семи видов графика: в виде кривых (), в виде столбцов () и т. п. Специальным видом графика является тип (погрешность, расхождение), представляющий собой разность двух заданных

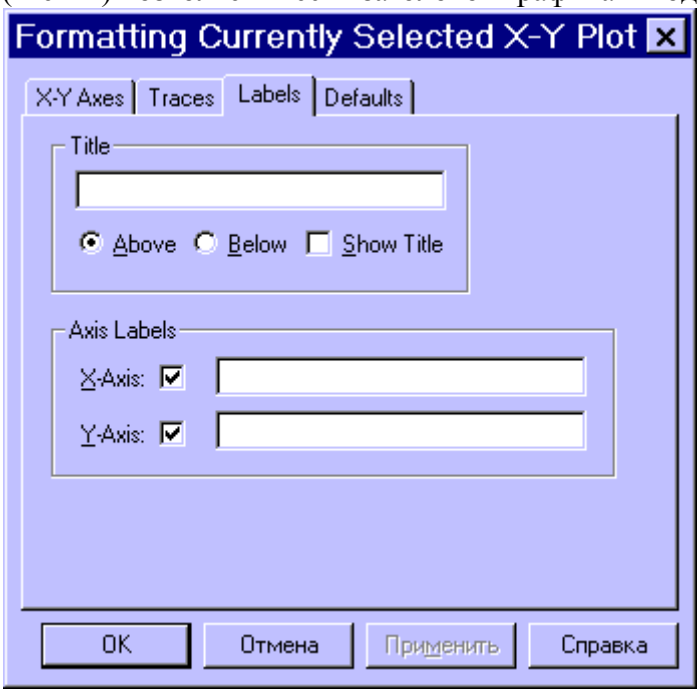
функций. Величина шага независимой переменной определяет расстояние между отдельными столбцами, ступенями или линиями погрешностей на диаграмме.

- **Weight** (Вес) - Позволяет задавать толщину линий графика.

В нижней части вкладки **Traces** расположены опции:

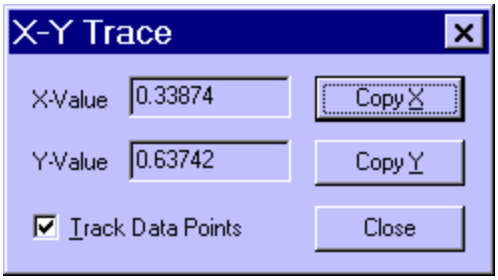
- **Hide Arguments** (Скрыть аргументы) - Эта опция по умолчанию отключена. В этом случае под именем функции рядом с осью ординат указывается текущий тип линий. Если установить данную опцию, указание типа линий исчезнет.
- **Hide Legend** (Скрыть легенду) - По умолчанию легенда не отобрадается. Есло вы хототе отобразить под графиком текст легенды, его необходимо перед этим ввести в поле**Legend Lable** (Имя в легенде) и подтвердить ввод, выполнив щелчок на кнопке **Применить**.

Вкладка **Labels** (Метки) позволяет ввести заголовок графика и подписи для осей.

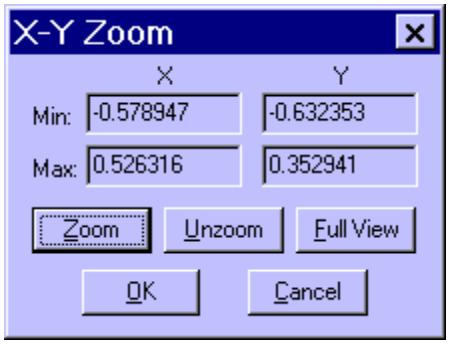


В подменю **Graph** (Графика) меню **Format** (Формат) содержатся кроме прочих следующие команды:

Trace (След) - При перемещении в области графика указателя мыши при нажатой левой кнопке в полях **X-Value** (значение X) **Y-Value** (значение Y) диалогового окна **X-Y Trace** отображаются координаты точки, на которую указывает курсор. Если установлена опция **Track Data Points** (След точек данных), то курсор-крестик будет перемещаться вдоль графика функции и вы сможете считывать текущее значение аргумента *x* и соответствующее значение функции *y=f(x)*. Координаты текущей точки можно скопировать в буфер при помощи кнопок **Copy X** (Копировать X)**Copy Y** (Копировать Y).



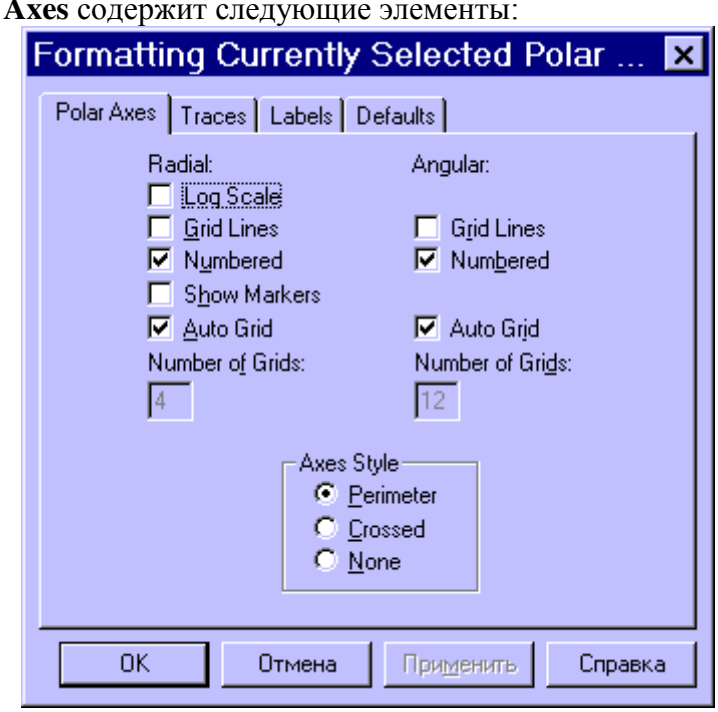
Zoom (Изменение масштаба) - При помощи этой команды можно увеличить фрагмент графика, предварительно выделив его протаскиванием мышки с нажатой левой клавишей. После отпускания клавиши координаты углов выделенной области будут отображены в полях окна **X-Y Zoom**. При помощи кнопки **Zoom** (Масштаб +) фрагмент можно увеличить, при помощи кнопки **Unzoom** (Масштаб -) отменить выделение фрагмента, а при помощи кнопки **Full View** (Обзор) - восстановить первоначальный вид графика. Если вы увеличили фрагмент графика, то при щечке на кнопке **OK** в документе будет отображаться только этот фрагмент.



Форматирование полярных графиков

Если вы хотите отредактировать график в полярных координатах, необходимо выделить график (щелчком левой кнопки мыши) и выполнить команду **Format -> Graph -> Polar Plot** или выполнить двойной щелчок на выделенном графике. При этом откроется окно **Formatting Currently Selected Polar Plot** (форматирование полярного графика). Это окно содержит те же вкладки, что и для графиков в декартовой системе координат.

Вкладка **Polar Axes** содержит следующие элементы:



- **Log Scale** (Логарифмическая шкала) - Используется для создания логарифмической **r**-оси.
- **Grid Lines** (Вспомогательные линии) - Отображает сетку линий,

соответствующих уравнениям **r=const** и **q=const**.

- **Numbered**(Нумерация) - Линии **r=const** и **q=const** снабжаются подписями.
- **Show Markers** (Показать метки) - При помощи этой опции можно снабдить график двумя дополнительными пунктирными окружностями **r=const**. Для этого надо ввести нужные значения радиуса в появившиеся ячейки. Кроме того, справа от графика указывается минимальный и максимальный радиус; можно увеличить или уменьшить график, введя в эти ячейки собственные значения.
- **Auto Grid** (Автосетка) - При установке этой опции число линий сетки определяет MathCAD.

Остальные значения параметров на этой вкладке и на других вкладках те же самые, что и в случае команды **X-Y Plot**.

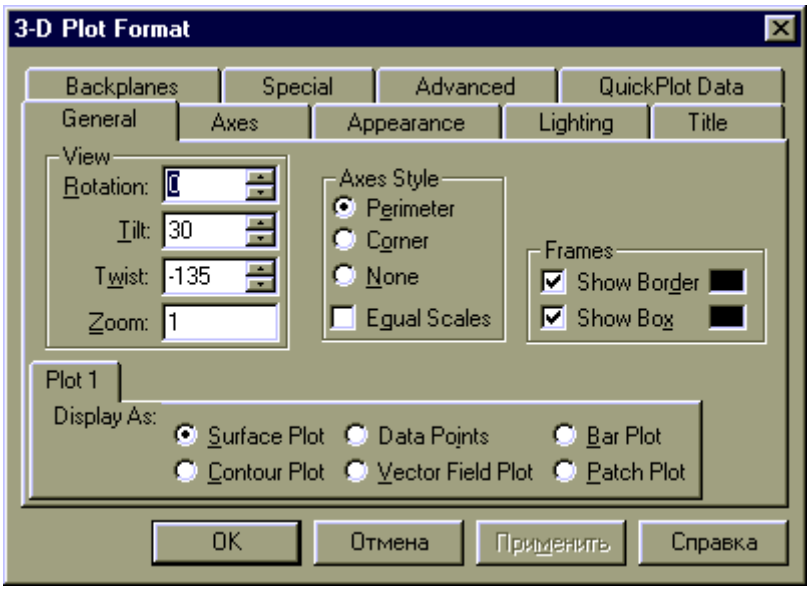
Форматирование трехмерных графиков

Если вас не устраивает внешний вид созданного трехмерного графика, вы можете изменитьего, выполнив команду **Format -> Graph -> 3D Plot** или выполнив двойной щелчок мышкой на графической области. В результате на экране появится диалоговое окно **3-D Plot Format**, позволяющее изменять параметры отображения графика. Мы рассмотрим здесь основные опции. Разобраться во всех тонкостях управлением видом графика вы можете самостоятельно, построив график и поэкспериментировав, выбирая те или иные опции.

Диалоговое окно **3-D Plot Format** содержит несколько вкладок. Некоторые из них мы рассмотрим более подробно, а для других - опишем лишь их функциональное назначение.

На вкладке**General** (Общие свойства) вы можете

- в области **View** задать направление взгляда наблюдателя на трехмерный график. Значение в поле **Rotation** определяет угол поворота вокруг оси Z в плоскости X-Y. Значение в поле **Tilt** задает угол наклона линии взгляда к плоскости X-Y. Поле **Zoom** позволяет увеличить (уменьшить) графическое изображение в число раз, равное цифре, указанной в поле.



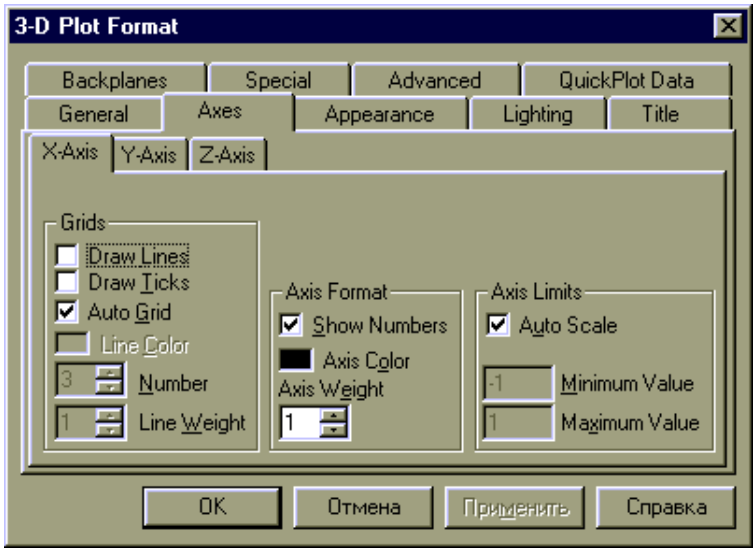
- в области **Axes Style** (Стиль оси) задать вид осей, выбрав селекторную кнопку **Perimetr** (Периметр) или **Corner** (Угол). В первом случае

оси всегда находятся на переднем плане. При выборе кнопки **Corner** точка пересечения осей *Ox* и *Oy* задается элементом $A_{0,0}$матрицы *A*.

- в области **Frames** опция **Show box** (Каркас) предназначена для отображения вокруг графика куба с прозрачными гранями, а опция **Show border** (Границы) позволяет заключить график в прямоугольную рамку.
- в области **Plot 1 (Plot 2...) Display as** (График/ несколько графиков Отобразить как) - имеются селекторные кнопки для представления графика в друих видах (контурный, точечный, векторное поле и др.)

Элементы вкладки **Axes** (Ось) позволяют изменять внешний вид осей координат.

- Посредством опций области **Grids** (Сетки) можно отобразить на графике линии, описываемые уравнениями *x,y,z= const*.
- Если установлены опции **Show Numbers** (Нумерация), отображаются метки на осях и подписи к ним.



При этом рядом с осями *Ox* и *Oy* указываются не значения узловых точек x_i, y_j, а значения индексов *i* и *j*, в то время как ось *Oz* размечается в соответствии с промежутком, которому принадлежат элементы матрицы значений $A_{i,j}$.

- Если установлена опция **Auto Grid** (Автосетка), программа самостоятельно задает расстояние между соседними отметками на осях. Вы можете сами указать число линий сетки, если отключите указанную опцию.
- Если установленна опция **Auto Scale** (Авошкала) , то MathCAD сам определяет границы построкния графика и масштабы по осям. Можно отключить данную опцию и для каждой оси самостоятельно задать пределы изменения переменных в полях **Minimum Value**(Минимум) и **Maximum Value** (Максимум).

Вкладка **Appearance** (Внешний вид) позволяет изменять для каждого графика вид и цвет заливки поверхности (область **Fill Options**); вид, цвет и толщину дополнительных линий на графике (область **Line Options**); наносить на график точки данных (опция **Draw Points** области **Point Options**), менять их вид, размер и цвет.

Вкладка **Lighting** (Освещение) при включении опции **Enable Lighting** (Наличие подсветки) позволяет выбрать цветовую схему для освещения, "установить" несколько источников света, выбрав для них цвет освещения и определив его направление.

Вкладка **Backplanes** (Задние плоскости) позволяет изменить внешний вид плоскостей, ограничивающих область построения: цвет, нанесение сетки, определение ее цвета и толщины, прорисовка границ плоскостей.

На вкладке **Special** (Специальная) можно изменять параметры построения, специфичные для различных типов графиков.

Вкладка **Advansed** позволяет установить параметры печати и изменить цветовую схему для окрашивания поверхности нрафика, а также указать направление смены окраски (вдоль оси *Ox*, *Oy* или *Oz*). Включение опции **Enable Fog** (Наличие Тумана) делает график нечетким, слегка размытым (полупрозрачным). При включении опции **Perspective** (Перспектива) появляется возможность указать в соответствующем поле расстояние до наблюдателя.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Выполнить действия по заданию преподавателя.

Лабораторная работа №14

ВЕКТОРНЫЕ, МАТРИЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучение векторных и матричных операций.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Векторные, матричные операторы

Для работы с векторами и матрицами система Math CAD содержит ряд операторов и функций. Введём следующие обозначения: для векторов – V, для матриц – M, и для скалярных величин – Z.

Оператор	Ввод	Назначение оператора
V1+V2	V1+V2	Сложение двух векторов V1 и V2;
V1-V2	V1-V2	Вычитание двух векторов V1и V2
-V	-V	Смена знака у элементов вектора V
-M	-M	Смена знака у элементов матрицы M
V-Z	V-Z	Вычитание из вектора V скаляра Z
Z*V, V*Z	Z*V, V*Z	Умножение вектора V на скаляр Z
Z*M, M*Z	Z*M, M*Z	Умножение матрицы M на вектор V
V1*V2	V1*V2	Умножение двух векторов V1 и V2
M*V	M*V	Умножение матрицы M на вектор V
M1*M2	M1*M2	Умножение двух матриц M1 и M2
V/Z	V/Z	Деление вектора V на скаляр Z
M/Z	M/Z	Деление матрицы M на скаляр Z
M-1	M^-1	Обращение матрицы M
Mn	M^n	Возведение матрицы M в степень n
| V |	S V	Вычисление квадратного корня из μV
| M|	S M	Вычисление определителя матрицы M
VT	V Ctrl !	Транспонирование вектора V
MT	M Ctrl !	Транспонирование матрицы M
V1xV2	V1 Ctrl* V2	Кросс – умножение двух векторов V1 и V2
V	V ”	Получение комплексно – сопряженного вектора
M	M ”	Получение комплексно – сопряженной матрицы
?V	Alt $ V	Вычисление суммы элементов вектора V
V	V Ctrl –	Векторизация вектора V
M	M Ctrl –	Векторизация матрицы M
M<n>	M Ctrl ^n	Выделение n–го столбца матрицы M
Vn	V [n	Выделение n–го элемента вектора V
Mm,n	M [(m,n)	Выделение элемента (m, n) матрицы M

Под понятием “векторизация” подразумевается одновременное проведение математических операций в их скалярном значении над всеми элементами вектора или матрицы, помеченными векторизации. Это можно понимать и как возможность параллельных вычислений.

Если A и B – векторы, то A*B даёт скалярное произведение этих векторов. Но то же произведение под знаком векторизации создает новый вектор, каждый j-й элемент

которого есть произведение j –х элементов векторов A и B. Векторизация позволяет использовать скалярные операторы и функции с массивами.

Векторные и матричные функции

Существует также ряд встроенных векторных и матричных функций. Приведем векторные функции, входящие в систему Math CAD:

lenght (V) – возвращает длину вектора;

last (V) – возвращает индекс последнего элемента;

max (V) – возвращает максимальный по значению элемент;

min (V) – возвращает минимальный по значению элемент;

Re (V) – возвращает вектор действительных частей вектора с комплексными элементами;

Im (V) – возвращает вектор мнимых частей вектора с комплексными элементами;

ε (i, j, k) – полностью асимметричный тензор размерности три. i, j, k должны быть целыми числами от 0 до 2 (или между >ORIGIN и ORIGIN+2, если ORIGIN≠0). Результат равен 0, если любые два аргумента равны, 1 – если три аргумента являются чётной перестановкой (0, 1, 2), и минус 1, если три аргумента являются перестановкой (0, 1, 2), кратной 2 и некратной 4.

Для работы с матрицами также существует ряд встроенных функций. Они перечислены ниже:

Augment (M1, M2) – объединяет в одну матрицы M1 и M2, имеющие одинаковое число строк (объединение идёт “бок о бок”);

identity (n) – создаёт единичную квадратную матрицу размером n*n;

stack (M1, M2) – объединяет в одну матрицы M1 и M2, имеющие одинаковое число столбцов, располагая M1 над M2;

submatrix(A,ir,jr,ic,jc) – возвращает субматрицу, состоящую из всех элементов, содержащихся в строках от ir по jr и столбцов с ic по jc (irJjr и icJjc);

diag (V) – создаёт диагональную матрицу, элемент главной диагонали которой – вектор V;

matrix (m,n,f) – матрицу, в которой (i,j)-й элемент содержит f(i,j), где i= 0, 1, …m и j=0, 1, …n;

Re (M) – возвращает матрицу действительных частей матрицы M с комплексными элементами;

Im (M) – возвращает матрицу мнимых частей матрицы M с комплексными элементами.

Функции, возвращающие специальные характеристики матриц

Специальные характеристики матриц возвращаются следующими функциями:

cols (M) – возвращает число столбцов матрицы M;

rows (M) – возвращает число строк матрицы M;

rank (M) – возвращает ранг матрицы M;

tr (M) – возвращает след (сумму диагональных элементов) квадратной матрицы M;

mean (M) – возвращает среднее значение элементов массива M;

median (M) – возвращает медиану элементов массива M;

cond1 (M) – возвращает число обусловленности матрицы, вычисленное в норме L1;

cond2 (M) – возвращает число обусловленности матрицы, вычисленное в норме L2;

conde (M) – возвращает число обусловленности матрицы, вычисленное в норме евклидова пространства;

condi (M) – возвращает число обусловленности матрицы, основанное на равномерной норме;

norm1 (M) – возвращает L1, норму матрицы M;

norm2 (M) – возвращает L2, норму матрицы M;

norme (M) – возвращает евклидову норму матрицы M;

normi (M) – возвращает неопределённую норму матрицы M.

Дополнительные матричные функции

В профессиональные версии Math CAD включён ряд дополнительных матричных функций. Они перечислены ниже:

eigenvals (M) – возвращает вектор, содержащий собственные значения матрицы M;

eisenvec (M,Z) – для указанной матрицы M и заданного собственного значения Z возвращает принадлежащий этому собственному значению вектор;

eigenvecs (M) – возвращает матрицу, столбцами которой являются собственные векторы матрицы M (порядок расположения собственных векторов соответствует порядку собственных значений, возвращаемых функцией eigenvals);

genvals (M,N) – возвращает вектор обобщенных собственных значений v,, соответствующий решению уравнения M · x = vi – N - x (матрицы M и N должны быть вещественными);

genvals (M,N) – возвращает матрицу, столбцы которой содержат нормированные обобщенные собственные векторы;

+ lu (M) – выполняет треугольное разложение матрицы M: P · M = L · U, L и U - соответственно нижняя и верхняя треугольные матрицы. Все четыре матрицы квадратные, одного порядка;

+ qr (A) – дает разложение матрицы A, A=Q · R, где Q - ортогональная матрица и > — верхняя треугольная матрица;

+ svd (A) – дает сингулярное разложение матрицы A размером n·m: A=U · S ·VT где и - ортогональные матрицы размером m·m и n·n соответственно, S - диагональная матрица, на диагонали которой расположены сингулярные числа матрицы A;

+ svds (A) – возвращает вектор, содержащий сингулярные числа матрицы A размером m·n, где mi n;

Egeninv (A) – возвращает матрицу левую обратную к матрице A. L·A=E, где E – единичная матрица размером n·n, L – прямоугольная матрица размером n·m, A – прямоугольная матрица размером m·n.

Функции сортировки для векторов и матриц

Начиная с третьей версии, в системе MathCAD появились некоторые дополнительные функции сортировки – перестановки элементов векторов и матриц:

sort (V) – сортировка элементов векторов в порядке возрастания их значений;

reverse (V) – перестановка элементов (после sort) в обратном порядке;

csort (M,n) – перестановка строк матрицы M таким образом, чтобы отсортированным оказался n-й столбец;

rsort (M,n) – перестановка строк матрицы M таким образом, чтобы отсортированной оказалась n-ая строка.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Выполнить действия по заданию преподавателя.

Лабораторная работа № 15

РЕШЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Получение навыков решения нелинейных уравнений.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Многие уравнения, например трансцендентные, и системы из них не имеют аналитических решений. Однако они могут решаться численными методами с заданной погрешностью (не более значения, заданного системной переменной (TOL). Для простейших уравнений вида F(x)=0 решение находится с помощью функции

Root (Выражение, Имя_переменной)

Эта функция возвращает значение переменной с указанным уровнем точности, при котором выражение дает 0.

$g(x) := x^3 + e^x \quad x := 0$

$x0 := root(g(x), x) \qquad x0 = -0.773$

$xx := root\left[\left(x^3 + e^x\right), x\right] \qquad xx = -0.773$

Функция реализует вычисления итерационным методом, причем можно задать начальное значение переменной. Это особенно полезно, если возможно несколько решений. Тогда выбор решения определяется выбором начального значения переменной. Пример ниже иллюстрирует технику применения функции root для вычисления корней кубического полинома.

Как известно, кубическое уравнение обязательно имеет хотя бы один кубический корень x1. Он найден вначале функцией root. Два других корня могут оказаться и комплексными. Функция root может отыскивать и такие корни. Для поиска второго корня, x2, первый исключается делением F(x) на (x-x1). Соответственно для поиска третьего корня, x3, F(X) делится еще и на (x-x2).

$f(x) := x^3 - 6 \cdot x^2 + 21 \cdot x - 52$

$x := 0 \qquad x1 := root(f(x), x) \qquad x1 = 4$

$j := \sqrt{-1} \quad x := 1 + 1 \cdot j$

$x2 := root\left[\frac{f(x)}{(x - x1)}, x\right] \qquad x2 = 1 + 3.464i$

$x3 := root\left[\frac{f(x)}{(x - x1) \cdot (x - x2)}, x\right] \quad x3 = 1 - 3.464i$

Эту процедуру можно распространить и на поиск корней полиномов более высокой степени, однако надо помнить, что найти корни полинома можно гораздо более изящным и простым способом - используя операцию символьных вычислений.

Функция поиска корней многочлена polyroots

Для поиска корней обычного полинома p(x) степени n MathCAD содержит очень удобную функцию:

polyroots(V)

Она возвращает вектор корней многочлена (полинома) степени n, коэффициенты которого находятся в векторе V, имеющем длину равную n+1.

Заметим, что корни полинома могут быть как вещественными, так и комплексными числами. Не рекомендуется пользоваться этой функцией, если степень полинома выше пятой-шестой, так как тогда трудно получить малую погрешность вычисления корней.

$$V := \begin{pmatrix} -52 \\ 21 \\ -6 \\ 1 \end{pmatrix} \qquad g(x) := \sum_{i=0}^{3} x^i \cdot V_i$$

$$y := \text{polyroots}(V) \qquad y = \begin{pmatrix} 1 + 3.464i \\ 1 - 3.464i \\ 4 \end{pmatrix}$$

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Решить нелинейные уравнения по заданию преподавателя.

Лабораторная работа № 16

РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ. РЕШЕНИЕ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ТОЛЩИНЕ МНОГОСЛОЙНОЙ СТЕНКИ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Получение навыков решения дифференциальных уравнений и систем уравнений.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Для численного решения одиночного дифференциального уравнения в MathCAD имеется функция Odesolve, с помощью которой может быть решена как задача Коши для обыкновенного дифференциального уравнения, так и граничная задача. Эта функция входит в состав блока решения и является его заключительным ключевым словом.

Odesolve(x,b,[step]) - Возвращает функцию, которая является решением дифференциального уравнения. Используется в блоке с оператором Given.

x - переменная интегрирования, действительное число

b - конечная точка отрезка интегрирования

step - величина шага по переменной интегрирования (необязательный аргумент)

Замечания:

Уравнение должно быть линейным относительно старшей производной.

Число заданных начальных или граничных условий внутри блока должно быть равно порядку уравнения.

При записи уравнения для обозначения производных функции используйте специальные кнопки с панели Math или ' (штрих) - [Ctrl+F7], для знака равенства = [Ctrl+=] (в том числе и для дополнительных условий).

Конечная точка должна быть больше начальной.

Не допускаются начальные и граничные условия смешанного типа (f '(a)+f(a)=5).

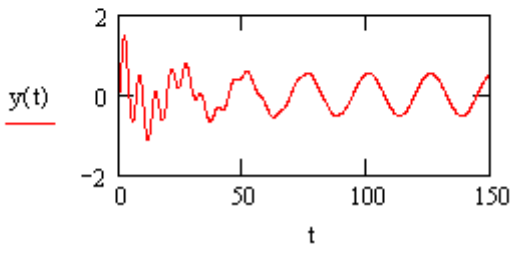
Искомая функция в блоке дложна быть обязательно с аргументом (f(x))

Given

$100 \cdot y''(x) + 10 \cdot y'(x) + 101 \cdot y(x) = 50 \cdot \cos\left(\frac{1}{4} \cdot x\right)$

$y(0) = 0 \qquad y'(0) = 1$

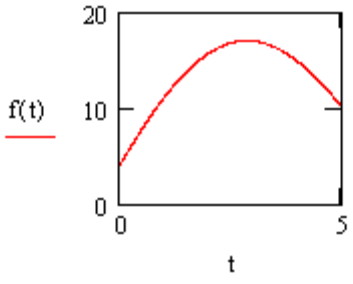
$y := \text{odesolve}(x,150) \qquad y(0) = 0 \qquad y(50) = 0.476$



Given $\quad 4 \cdot \left(\frac{d^2}{dt^2} f(t)\right) + f(t) = t$

$f(0) = 4 \qquad f(5) = 10$

$f := \text{odesolve}(t,5) \qquad f(2) = 15.697$



Численное решение задачи Коши для дифференциальных уравнений и систем

Для численного решения задачи Коши для дифференциальных уравнений и систем могут быть использованы функции:

rkfixed(y,x1,x2,n,F) - возвращает матрицу решений системы уравнений методом Рунге-Кутта 4-го порядка при фиксированном шаге по x

rkadapt(y,x1,x2,n,F) - ищет решение с переменным шагом (там, где решение меняется медленнее, шаг увеличивается, а в области быстрого изменения решения шаг функции уменьшается). Возвращается решение с равным шагом. Функция работает быстрее, чем rkfixed

Bulstoer(y,x1,x2,n,F) - дает более точное решение (методом Bulirsch-Stoer)

Аргументы вышеуказанных функций:

y - вектор начальных условий

x1,x2 - границы интервала для поиска решения

n - количество точек на интервале

F(x,y) - вектор-функция первых производных

При решении дифференциальных уравнений порядка выше первого (или систем уравнений, выше первого порядка) исходное уравнение (систему) необходимо преобразовать к системе дифференциальных уравнений первого порядка.

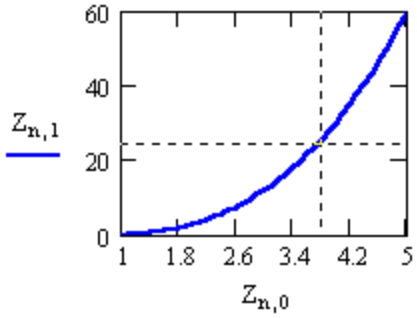
Пример 1. Решить дифференциальное уравнение

$$\frac{d}{dx}y = \frac{y}{x} + x^2$$

при начальном условии y(1)=0 на отрезке [1,5]

$y_0 := 0 \qquad F(x,y) := \frac{y_0}{x} + x^2$

$Z := rkfixed(y,1,5,40,F) \qquad n := 0..40$



$Z =$

	0	1
0	1	0
1	1.1	0.115
2	1.2	0.264
3	1.3	0.448
4	1.4	0.672
5	1.5	0.937
6	1.6	1.248
7	1.7	1.606
8	1.8	2.016
9	1.9	2.479
10	2	3
11	2.1	3.58
12	2.2	4.224
13	2.3	4.933
14	2.4	5.712
15	2.5	6.562

Пример 2. Решить систему диф. уравнений 1-го порядка

$$\frac{d}{dt}x = y - x^2 - x \qquad \frac{d}{dt}y = 3\cdot x - x^2 - y$$

с начальными условиями x(0)=0 , y(0)=1

(заменим x на y_0, y на y_1)

$$y := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \qquad F(t,y) := \begin{bmatrix} y_1 - (y_0)^2 - y_0 \\ 3\cdot y_0 - (y_0)^2 - y_1 \end{bmatrix}$$

$U := rkfixed(y,0,10,100,F)$

В результате работы указанных функций рассчитывается матрица, количество столбцов которой равно порядку уравнения +1(или сумме порядков уравнений в системе +1), а количество строк равно параметру n. Первый столбец содержит значения независимой переменной, второй - значение функции, третий - для диф. уравнений 2-го

порядка - значение производной искомой функции (если решается система двух уравнений 1-го порядка, то третий столбец будет содержать значения второй функции). Для выделения решений (функций или их производных) можно воспользоваться стандартным оператором вывода столбцов матрицы M< >

Пример 3. Решить диф. уравнение

второго порядка $\frac{d^2}{dx^2}y - 2\cdot\frac{d}{dx}y = e^x + x\cdot\cos(x)$

с начальными условиями $y(0)=0,\ \frac{d}{dx}y(0) = 1$

Обозначим искомую функцию

у через $y_0, \frac{d}{dx}y$ через y_1

и запишем наше уравнение в

эквивалентной форме - в виде системы двух уравнений 1-го порядка

$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dx}y_0 = y_1 & y_0(0) = 0 \\ \frac{d}{dx}y_1 = 2\cdot y_1 - 2\cdot y_0 + \left(e^x + x\cdot\cos(x)\right) & y_1(0) = 1 \end{bmatrix}$$

$$y := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \qquad F(x,y) := \begin{bmatrix} y_1 \\ 2\cdot y_1 - 2\cdot y_0 + \left(e^x + x\cdot\cos(x)\right) \end{bmatrix}$$

$Z := \text{rkfixed}(y,0,\pi,314,F)$

Пример 4. Решить систему диф. уравнений 2-го порядка

$$\begin{bmatrix} \frac{d^2}{dt^2}(u = 2\cdot v) \\ \frac{d^2}{dt^2}v = 4\cdot v - 2\cdot u \end{bmatrix}$$ с начальными условиями $\begin{pmatrix} u(0) = 1.5 & \frac{d}{dt}u(0) = 1.5 \\ v(0) = 1 & \frac{d}{dt}v(0) = 1 \end{pmatrix}$

$$y := \begin{pmatrix} 1.5 \\ 1.5 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \qquad F(t,y) := \begin{pmatrix} y_1 \\ 2\cdot y_2 \\ y_3 \\ 4\cdot y_2 - 2\cdot y_0 \end{pmatrix}$$

$Z := \text{rkfixed}(y,0,1,100,F)$

Если матрица правых частей дифференциальных уравнений почти вырождена, то такие системы называются жесткими. В этом случае решения, возвращаемые функцией

rkfixed будет неустойчивым и для решения таких систем необходимо применять функции Stiffb , Stiffr

Stiffb(y,x1,x2,n,F,J) - ищет решение диф. уравнения или системы дифференциальных уравнений методом Bulirsch-Stoer

Stiffr(y,x1,x2,n,F,J) - ищет решение диф. уравнения или системы дифференциальных уравнений методом Rosenbrock

Первые пять аргументов такие же,как и при решении хорошо обусловленных систем дифференциальных уравнений . Дополнительный аргумент - матрица J размером nx(n+1), первый столбец которой содержит частные производные dF/dx, остальные столбцы и строки представляют собой матрицу Якоби dF/dy

$$J(x,y)=\begin{bmatrix} \frac{\partial F_0}{\partial x} & \frac{\partial F_0}{\partial y_0} & \cdots & \frac{\partial F_0}{\partial y_n} \\ \frac{\partial F_1}{\partial x} & \frac{\partial F_1}{\partial y_0} & \cdots & \frac{\partial F_1}{\partial y_n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \frac{\partial F_n}{\partial x} & \frac{\partial F_n}{\partial y_0} & \cdots & \frac{\partial F_n}{\partial y_n} \end{bmatrix}$$

Пример решения жесткой системы дифференциальных уравнений.

Пример решения жесткой системы

$$\begin{pmatrix} \frac{d}{dx}y_0 = x\cdot y_1 \\ \frac{d}{dx}y_1 = 2\cdot y_1\cdot y_0 \end{pmatrix}$$

при начальных условиях $y = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

$$\cdot := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \qquad F(x,y) := \begin{pmatrix} x\cdot y_1 \\ -2\cdot y_1\cdot y_0 \end{pmatrix}$$

$$J(x,y) := \begin{pmatrix} y_1 & 0 & x \\ 0 & -2\cdot y_1 & -2\cdot y_0 \end{pmatrix}$$

Z := Stiffb(y,0,4,40,F,J)

U := Stiffr(y,0,4,40,F,J)

Для отыскания решения системы диф. уравнений только в конечной точке используются функции bulstoer,rkadapt, stiffb, stiffr (начинаются с прописной буквы).

Набор парамтров для этих функций :
bulstoer(y,x1,x2,acc,F,kmax,save)
rkadapt(y,x1,x2,acc,F,kmax,save)
stiffb(y,x1,x2,acc,F,J,kmax,save)
stiffr(y,x1,x2,acc,F,J,kmax,save)

$z := stiffb(y,0,4,0.001,F,J,20,0.1)$

$Z_{40,1} = 1.185$

$$z = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0.402 & 0.08 & 0.979 \\ 2.546 & 1.124 & 0.049 \\ 3.882 & 1.183 & 2.209 \times 10^{-3} \\ 4 & 1.184 & 1.669 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

Первые три параметра и пятый (F) этих функций те же, что идля функции Rkadapt. Дополнительные параметры:

acc - параметр, контролирующий точность решения (реком. acc=0.001)

kmax - максимальное число промежуточных точек в которых ищется решение

save - минимально допустимый интервал между точками, в которых ищется решение Решение граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Если для дифференциального уравнения n-го порядка k граничных условий заданы в начальной точке x1, а (n-k) граничных условий - в конечной точке x2, то такая задача называется краевой. В MathCAD реализованы две функции, позволяющие численно найти недостающие условия в точках x1 и x2.

Двухточечная краевая задача

Задача решается в два этапа. Сначала с помощью функции sbval находятся недостающие начальные значения, а затем применяется одна из выше описанных функций для решения стандартной задачи Коши на отрезке.

sbval(v,x1,x2,F,load,score) - ищет недостающие начальные условия в точке x1

v - вектор начальных приближений для искомых начальных значений в точке x1,

x1,x2 - граничные точки интервала

F(x,y) - вектор-столбец из n элементов, содержит правые части дифференциальных уравнений

load(x1,v) - вектор-столбец из n элементов, содержит начальные значения в точке x1; некоторые из значений- константы, другие неизвестны и будут найдены в процессе решения.

score(x2,y) - вектор-столбец размерности вектора v, содержащий разность между начальным условием в точке x2 и значеием искомого решения в этой точке.

ПРИМЕР: Решить диф. уравнение $y^{(V)} + y = 0$ при граничных условиях

$y(0) = 0 \quad y'(0) = 7$

$y(1) = 1 \quad y'(1) = 10 \quad y''(1) = 5$

$V := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ Стартовые значения для поиска $y''(0), \quad y'''(0), \quad y''''(0)$

$F(x, y) := \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ -y_0 \end{pmatrix}$

$L1(x1, V) := \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ V_0 \\ V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}$

$score(x2, y) := \begin{pmatrix} y_0 - 1 \\ y_1 - 10 \\ y_2 - 5 \end{pmatrix}$

$S := sbval(V, 0, 1, F, L1, score)$

$S = \begin{pmatrix} -85.014 \\ 348.107 \\ -516.257 \end{pmatrix}$ $y''(0)$ $y'''(0)$ $y''''(0)$ Недостающие начальные условия

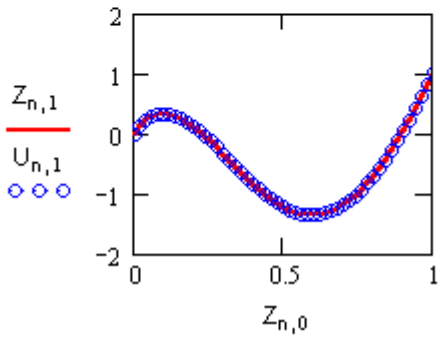
Теперь решаем задачу традиционным методом

$y := \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ S_0 \\ S_1 \\ S_2 \end{pmatrix}$

$Z := rkfixed(y, 0, 1, 50, F)$

$U := Rkadapt(y, 0, 1, 50, F)$

$n := 0 .. 50$



Краевая задача с условиями внутри интервала

На первом этапе используется функция

balfit(V1,V2,x1,x2,xf,F,load1,load2,score) - ищет недостающие начальные условия в точках x1 и x2, сшивая решения, выходящие из этих точек, в точке xf

V1,V2 - вектора начальных приближений для искомых начальных значений в точках x1 и x2

x1,x2 - граничные точки интервала

load1(x1,V1) - вектор-столбец из n элементов, содержит начальные значения в точке x1; некоторые из значений- константы, другие неизвестны и будут найдены в процессе решения

load2(x2,V2) - вектор-столбец из n элементов, содержит начальные значения в точке x2; некоторые из значений- константы, другие неизвестны и будут найдены в процессе решения.

score(xf,y) - вектор-столбец размерности n, содержащий разность между решениями, начинающимися в точках x1 и x2, в точке xf

Требуется решить дифференциальное
уравнение y''=y при граничных условиях
y(-1)=1 и y(3)=2, сшивая решения в т.x=0

$x1 := -1 \quad xf := 0. \quad v1_0 := 1$

$F(x, y) := \begin{pmatrix} y_1 \\ y_0 \end{pmatrix} \quad x2 := 3 \quad v2_0 := 1$

$load1(x1, v1) := \begin{pmatrix} 1 \\ v1_0 \end{pmatrix} \qquad load2(x2, v2) := \begin{pmatrix} 2 \\ v2_0 \end{pmatrix}$

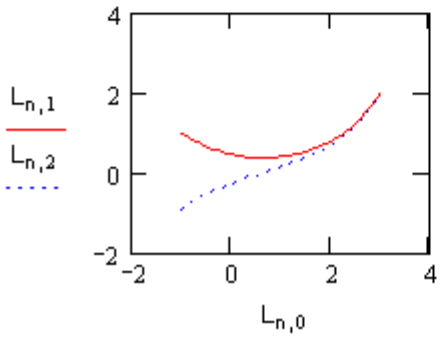
$score(xf, y) := y \qquad S1 := bvalfit(v1, v2, x1, x2, xf, F, load1, load2, score)$

$S1 = (-0.927 \quad 1.965)$ Недостающие значения производных в точках x= -1 и x=3, соответственно

$y := \begin{pmatrix} 1 \\ -0.927 \end{pmatrix}$ Составляем вектор начальных условий

$L := rkfixed(y, x1, x2, 40, F)$

$n := 0 .. 40$



L =

	0	1	2
0	-1	1	-0.927
1	-0.9	0.912	-0.831
2	-0.8	0.833	-0.744
3	-0.7	0.763	-0.665
4	-0.6	0.7	-0.591
5	-0.5	0.645	-0.524
6	-0.4	0.595	-0.462
7	-0.3	0.552	-0.405
8	-0.2	0.514	-0.352
9	-0.1	0.482	-0.302
10	0	0.454	-0.255
11	0.1	0.43	-0.211
12	0.2	0.411	-0.169
13	0.3	0.397	-0.129
14	0.4	0.386	-0.09
15	0.5	0.379	-0.051

Системы линейных алгебраических уравнений широко используются в инженерных расчетах. Способы решения систем линейных уравнений делятся на две группы

– точные методы, представляющие собой конечные алгоритмы для вычисления корней системы (решение систем с помощью обратной матрицы, правило Крамера, метод Гаусса и др.);

– итерационные методы, позволяющие получить решение системы с заданной точностью путем сходящихся итерационных процессов (метод итерации, метод Зейделя и др.).

Решение систем уравнений MathCAD осуществляется с помощью численных методов (оператор Given-Find и функция lsolve), аналитически, символьно и в матричной форме.

Решение систем уравнений с помощью оператора Given-Find

При решении систем уравнений MathCAD численными методами должно быть:

– задано некоторое начальное приближение для тех переменных, значение которых необходимо найти;

– основываясь на этих начальных данных, MathCAD будет последовательно уточнять решение до тех пор, пока не подберет наиболее точные значения;

– за один раз MathCAD находит только одно решение, которое обычно более близко к заданному начальному приближению.

Решающий блок состоит из нескольких компонент, следующих на листе в строго определенном порядке

Последовательность необходимых действий:

– задать начальные значения искомых неизвестных;

– описать систему уравнений оператором Given (Пусть…). В этом описании следует употреблять вместо обычного равенства «Булево равенство» (ctrl + =);

– использовать стандартную функцию Find (Найти);

– запросить значения определяемых переменных, т.е. задать знак равно после функции Find.

Вместо двух последних пунктов можно функции Find задать «векторный» идентификатор в шаблонной форме

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} := \mathrm{Find}(a,b)$$

а затем запросить значения элементов этого вектора.

Образец.

Решение системы линейных уравнений

1. Зададим начальные значения переменных

$x := 10 \qquad y := 100 \qquad z := 1$

2. Опишем систему уравнений, используя вместо обычного равества "булево" равенство (ctrl + =)

Given

$7 \cdot x - 3 \cdot y + z = 32$

$2 \cdot x - 3 \cdot y + 4 \cdot z = 16$

$x - 5 \cdot y + 6 \cdot z = 13$

3. Запросим значения определяемых переменных, т.е. зададим знак "равно" после функци Find

$$\mathrm{Find}(x,y,z) = \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

4. Корни системы уравнений x=5, y=2, z=3

5. Проверка

$x := 5 \qquad y := 2 \qquad z := 3$

$7 \cdot x - 3 \cdot y + z = 32$

$2 \cdot x - 3 \cdot y + 4 \cdot z = 16$

$x - 5 \cdot y + 6 \cdot z = 13$

С помощью оператора Given можно решать систему, содержащую только одно уравнение, т.е. можно иметь еще один способ решения уравнения. По этому способу, так

же как и с функцией root, будет получен корень, наиболее близкий к заданному начальному значению переменной.

Решение систем уравнений, используя матричную форму

Эквивалентной для MathCad формой представления систем линейных уравнений является матричная форма. При записи системы уравнений в матричной форме используется панель инструментов «*матрицы*». Формируется матрица из коэффициентов **a** и вектор свободных членов **b**. Рассмотренная система линейных уравнений может быть записана в матричном виде **a***x = **b.**

Представленные таким образом системы можно решить как символьно, так и численно. Для получения численных корней системы необходимо умножить столбец свободных членов на матрицу, обратную матрице системы.

Решение системы линейных уравнений, используя матричную форму

1. Запишем систему линейных уравнений в матричном виде

Система уравнений

$$7\cdot x - 3\cdot y + z = 32$$
$$2\cdot x - 3\cdot y + 4\cdot z = 16$$
$$x - 5\cdot y + 6\cdot z = 13$$

Матрица системы

$$a := \begin{pmatrix} 7 & -3 & 1 \\ 2 & -3 & 4 \\ 1 & -5 & 6 \end{pmatrix}$$

Вектор свободных членов

$$b := \begin{pmatrix} 32 \\ 16 \\ 13 \end{pmatrix}$$

2. Решим систему,умножая слева столбец свободных членов b на матрицу, обратную матрице a.

$$x := a^{-1}\cdot b$$

3. Выведем ответ на экран

$$x = \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Решение систем уравнений с помощью функции lsolve

Функция **lsolve(A,B)** решает систему линейных алгебраических уравнений вида **A x X =B**, выдавая решение - вектор **X**, где **A** - матрица коэффициентов размерности **nxn**; **B** - вектор свободных членов размерности **n** ; **X** - вектор неизвестных пока решений.

В функции lsolve запрограммирован численный метод, основанный на алгоритме последовательных исключений Гаусса.

Он состоит в преобразовании матрицы A линейной системы к треугольному виду, т. е. к форме, когда все элементы ниже главной диагонали матрицы являются нулевыми. Таким образом, в противоположность применению вычислительного блока Given/Find (в основе которого лежит приближенный итерационный алгоритм), функция lsolve не нуждается в присвоении начальных значений вектору x.

Решение системы линейных уравнений, используя функцию lsolve

1. Запишем систему линейных уравнений в матричном виде

Система уравнений

$$7\cdot x - 3\cdot y + z = 32$$
$$2\cdot x - 3\cdot y + 4\cdot z = 16$$
$$x - 5\cdot y + 6\cdot z = 13$$

Матрица системы

$$a := \begin{pmatrix} 7 & -3 & 1 \\ 2 & -3 & 4 \\ 1 & -5 & 6 \end{pmatrix}$$

Вектор свободных членов

$$b := \begin{pmatrix} 32 \\ 16 \\ 13 \end{pmatrix}$$

2. Решим систему

$$\text{lsolve}(a,b) = \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Аналитическое решение линейных и нелинейных систем уравнений

Данное решение используется для получения решений в общем виде. Обычно при этом система уравнений записывается только с использованием буквенных обозначений переменных, без конкретных чисел. Для получения аналитического решения используется оператор. При символьном решении не надо вводить начальные значения, а после ключевого слова **Find(v1,v2,...vn)** вместо знака равенства следует ввести символьный знак равенства (при помощи комбинации **[Ctrl+.]**

Аналитическое решение линейных систем уравнений

Given

$$a1\cdot x + b1\cdot y = c1$$
$$a\cdot 2x + b2\cdot y = c2$$

$$\text{Find}(x,y,z) \rightarrow \begin{pmatrix} -\dfrac{b1\cdot c2 - b2\cdot c1}{a1\cdot b2 - 2\cdot a\cdot b1} \\ \dfrac{a1\cdot c2 - 2\cdot a\cdot c1}{a1\cdot b2 - 2\cdot a\cdot b1} \\ 0 \end{pmatrix}$$

Пример аналитического решения нелинейной системы

Аналитическое решение нелинейных систем уравнений

Given

$$y = \sin(w\cdot x - t)$$
$$y = \cos(w\cdot x + t)$$

$$\text{Find}(x,y,z) \rightarrow \begin{pmatrix} \dfrac{\pi}{4\cdot w} \\ \cos\left(\dfrac{\pi}{4} + t\right) \end{pmatrix}$$

РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ТОЛЩИНЕ МНОГОСЛОЙНОЙ СТЕНКИ

Большинство процессов, встречающихся в практике инженера, занимающегося проектированием и совершенствованием двигателя, – это процессы, в которых взаимосвязаны множество различных параметров, зависящих от нескольких независимых переменных. Такие процессы чаще всего описываются дифференциальными уравнениями в частных производных с заданными краевыми условиями. Примерами могут служить уравнения газовой динамики, нестационарной теплопроводности, механики деформируемого тела и другие. Независимыми переменными в таких задачах чаще всего являются время и пространственные координаты.

Дифференциальные уравнения в частных производных составляют в настоящее время одну из наиболее развивающихся отраслей численного анализа. Возможности современных ЭВМ позволяют ставить на повестку дня такие задачи, решение которых просто немыслимо без использования вычислительных машин.

Рассмотрим общий подход к решению таких уравнений и проанализируем некоторые численные методы и соответствующие им программы расчета, которые часто используются в инженерной практике и могут оказаться полезными во многих случаях.

При переходе от одной к нескольким переменным разнообразие и сложность задач резко возрастает. Наше рассмотрение будет ограничено линейными дифференциальными уравнениями второго порядка с двумя независимыми переменными. Эти уравнения в общем виде можно записать:

$$A\frac{\partial^2 U}{\partial X^2}+B\frac{\partial^2 U}{\partial X\partial Y}+C\frac{\partial^2 U}{\partial Y^2}-D\frac{\partial U}{\partial X}-E\frac{\partial U}{\partial Y}+FU=G,$$

где A, B, C, D, E, F, G являются функциями только от независимых переменных X и Y. Как и в случае обыкновенного дифференциального уравнения, для отыскания единственного решения, отвечающего реальному процессу, необходимо добавить краевые (граничные, начальные) условия.

Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка разделяются на три типа:

1. Уравнение эллиптического типа, если $B^2 - 4AC < 0$.
2. Уравнение параболического типа, если $B^2 - 4AC = 0$.
3. Уравнение гиперболического типа, если $B^2 - 4AC > 0$.

Уравнения различаются в связи с существенным отличием характера их решения для каждого из указанных типов. Уравнения эллиптического типа встречаются в расчетах напряжений при упругом кручении длинного цилиндрического стержня, дозвукового течения газового потока, стационарного температурного поля в элементах конструкций, например:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial X^2}+\frac{\partial^2 U}{\partial Y^2}=G.$$

Это уравнение носит название уравнения Пуассона. Его часто записывают в виде $\Delta U = G$ или $\nabla^2 U = G$.

Частным случаем этого уравнения является уравнение Лапласа

$$\frac{\partial^2 U}{\partial X^2}+\frac{\partial^2 U}{\partial Y^2}=0$$

Характерным примером гиперболического уравнения является уравнение колебания упругой нити, называемое волновым уравнением:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial X^2}-a^2\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}=0$$

К гиперболическим уравнениям приводятся также задачи сверхзвукового течения газа, динамические задачи упругости и теплопроводности.

Параболическими уравнениями описываются процессы нестационарной теплопроводности в двигателе, диффузии:

$$\frac{\partial U}{\partial t}=\lambda\frac{\partial^2 U}{\partial X^2}$$

Для построения численного метода решения рассматриваемых задач заменяют область непрерывного изменения аргументов X, Y расчетной сеткой – дискретным множеством точек с координатами X_i , Y_i.

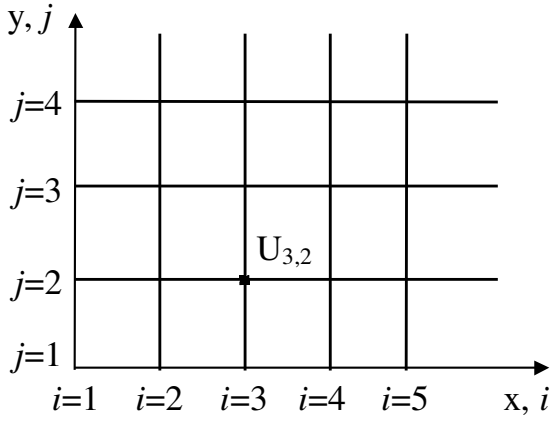


Схема дискретизации области изменения аргументов.

В рассмотрение вводятся два параметра: ΔX, ΔY - шаги сетки по координатам X и Y соответственно. Вместо функции U(X, Y) рассматривают сеточную функцию, соответствующую точкам сетки X_i , Y_i . Далее заменяют частные производные, входящие в дифференциальные уравнения, разностными соотношениями, полученными ранее при рассмотрении обыкновенных дифференциальных уравнений:

а) для первой производной

$$\frac{\partial U}{\partial x}\to\frac{U_{i,j}-U_{i-1,j}}{\Delta x}$$ - левая разность;

$$\frac{\partial U}{\partial x}\to\frac{U_{i+1,j}-U_{i,j}}{\Delta y}$$ - правая разность;

$$\frac{\partial U}{\partial x}\to\frac{U_{i+1,j}-U_{i-1,j}}{2\Delta x}$$ - центральная разность

б) для второй производной

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \to \frac{U_{i+1,j} - 2U_{i,j} + U_{i-1,j}}{(\Delta x)^2}$$

В результате замены частных производных в дифференциальных уравнениях разностными выражениями получают разностное уравнение. Разумеется, способов замены дифференциального уравнения разностными – множество. Получаемые разностные уравнения будут отличаться точностью, скоростью сходимости, устойчивостью и другими свойствами. Указанные вопросы исследуются в теории численных методов.

Рассмотрим некоторые особенности численного решения дифференциального уравнения параболического типа на примере одномерного уравнения теплопроводности

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}.$$

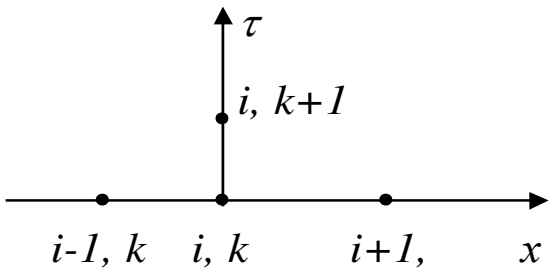
В простейшем варианте конечно-разностное уравнение, соответствующее данному дифференциальному уравнению, можно представить в виде

$$\frac{T_{i,k+1} - T_{i,k}}{\Delta \tau} = a \frac{T_{i+1,k} - 2T_{i,k} + T_{i-1,k}}{(\Delta x)^2}$$

В данном случае неизвестным является значение $T_{i,k+1}$, и оно явно выражается через известные узловые значения температуры на предыдущем временном слое ”k”:

$$T_{i,k+1} = \left[1 - 2\frac{a\Delta\tau}{(\Delta x)^2}\right] T_{i,k} + \frac{a\Delta\tau}{(\Delta x)^2}\left(T_{i+1,k} + T_{i-1,k}\right).$$

В соответствии с этим такая схема носит название явной разностной схемы.



Шаблон явной разностной схемы

Явная разностная схема имеет первый порядок точности по времени и второй порядок - по пространственной координате. Ее погрешность оценивается величиной $0(\Delta\tau + \Delta x^2)$.

Явная схема обладает условной устойчивостью, условие устойчивости имеет вид

$$0 \le 1 - 2\frac{a\Delta\tau}{(\Delta x)^2} \le 1.$$

Данное условие приводит к необходимости задавать в практических расчетах очень маленькие величины шагов интегрирования по времени (существенно меньше, чем того требует условие точности решения) , а это приводит к увеличению времени решения задачи на ЭВМ и нарастанию погрешности округления чисел.

В связи с отмеченным широкое распространение получили неявные схемы расчета, позволяющие смягчить условие устойчивости. Семейство двухслойных неявных схем для уравнения теплопроводности запишем в виде

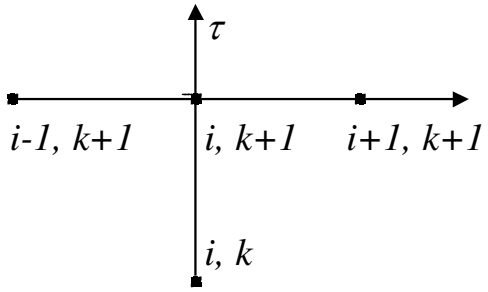
$$\frac{1}{\Delta\tau}(T_{i,k+1}-T_{i,k})=\frac{a}{(\Delta x)^2}\sigma(T_{i-1,k+1}-2T_{i,k+1}+T_{i+1,k+1})+$$

$$+\frac{a}{(\Delta x)^2}(1-\sigma)(T_{i-1,k}-2T_{i,k}+T_{i+1,k}),$$

где σ - постоянный коэффициент, задающий тип разностной схемы.

При σ=0 схема переходит в рассмотренную явную.

При σ=1 эта схема становится чисто неявной схемой, обладающей безусловной устойчивостью.



Шаблон неявной схемы

Следует отметить, что расчет по неявной схеме требует на каждом шаге интегрирования по времени решения системы алгебраических уравнений, связывающих неизвестные температуры узловых точек временного слоя К+1.

На рисунке представлена однослойная стенка.

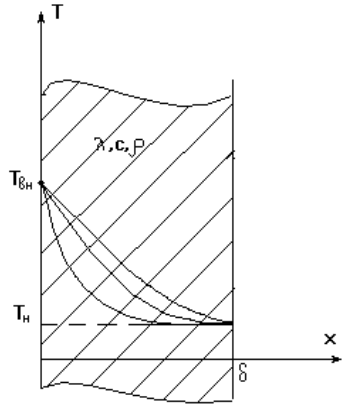


Схема теплопроводности

Внутренняя поверхность стенки нагревается газом таким образом, что в течение всего времени теплового процесса ее температура поддерживается равной $T_{вн}$. Наружная поверхность охлаждается и в течение процесса имеет температуру $T_н$, температура стенки перед началом процесса - температуру T_0. Материал стенки имеет постоянные теплофизические параметры:

λ - коэффициент теплопроводности ;

с - удельная теплоемкость;

ρ - плотность.

Пространственная координата X , время τ, толщина стенки δ .

Математическое описание представленного процесса теплопроводности имеет вид:

$$\begin{cases} c\rho\dfrac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda\dfrac{\partial^2 T}{\partial \tau^2}, \quad 0 < x < \delta, \quad 0 < \tau \le \tau_k; \\ T = T_{BH}, \quad x = 0, \quad \tau > 0; \\ T = T_H, \quad x = \delta, \quad \tau > 0; \\ T = T_0, \quad 0 \le x \le \delta, \quad \tau = 0. \end{cases}$$

Для представленного дифференциального уравнения в частных производных параболического типа необходимо вывести конечно-разностное уравнение, разработать алгоритм численного решения, составить программу расчета и провести численное моделирование процесса теплопроводности для конкретных исходных данных и типа разностей схемы, указанных преподавателем.

Первые десять шагов интегрирования произвести вручную, представив результаты в виде таблицы.

В процессе численного моделирования на ЭВМ исследовать влияние величины шагов интегрирования по времени и пространственной координате на устойчивость и точность решения.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Выполнить расчет по заданию преподавателя.

2.1.Вывести конечно-разностное уравнение, соответствующее исходному дифференциальному уравнению по заданной разностной схеме.
2.2.Разработать алгоритм решения задачи.
2.3.Произвести ручные расчеты первых десяти шагов интегрирования.
2.4.Составить и отладить программу расчета. При отладке программы рекомендуется выводить на печать каждый шаг интегрирования.
2.5.Решить задачу при различных величинах шагов интегрирования.
2.6.Проанализировать результаты расчетов.

УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Каждый студент оформляет отчет, который должен содержать:
- постановку задачи;
- выведенное конечно-разностное уравнение;
- блок-схему алгоритма расчета;
- распечатку программы;
- распечатки результатов;
- описание ошибок, выявленных в процессе прохождения задания;
- анализ расчетов;
- ответы на контрольные вопросы.

К составленной программе необходимо дать расшифровки использованных имен переменных.

Лабораторная работа № 17

ОСОБЕННОСТИ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ В СООТВЕТСИВИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ГОСТ И ЕСКД

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данной работы является получение теоретических практических навыков работы с электронными таблицами и данными в программе Microsoft Exsel.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Для того чтобы инженер или любой другой специалист могли прочитать чертеж и выполнить все в соответствии с его требованиями, следует точно соблюдать единые правила по его оформлению.

Чертеж – это рисунок, демонстрирующий графическое изображение целого объекта или его части, а также информацию, необходимую для его изготовления, монтажа, сборки, строительства и т.д. От того, насколько правильно оформлен и грамотно нарисован чертеж, во многом зависит качество готового изделия.

Как правило, **основными элементами чертежа** являются:

- двухмерные и трехмерные виды;
- размеры;
- текстовые надписи;
- таблицы;
- графические объекты и символы.

Чертеж выполняется строго по правилам, определяемым и регламентируемым **ЕСКД** (Единая система конструкторской документации). Его можно создавать вручную либо при помощи программ для ЭВМ.

ГОСТ и ЕСКД

Государственные стандарты (ГОСТ) – это нормативы, которые устанавливают взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями, предприятиями и учебными заведениями.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) – это комплекс государственных стандартов с нормами, согласно которым разрабатываются, составляются и применяются конструкторские чертежи.

ЕСКД – это единая система, а ГОСТ – это стандарты, используемые в этой системе. В связи с развитием промышленности и совершенствованием инженерной графики стандарты периодически пересматриваются.

Правила оформления чертежей

Оформляя чертежи, следует обращать пристальное внимание на пять ключевых аспектов:

- формат и оформление листа;
- масштаб;
- линии;
- размеры;
- шрифты.

Практика показывает, что самое большое количество ошибок студенты совершают при нанесении размеров и других обозначений на чертежах. Чтобы избежать любого недопонимания, рассмотрим каждый аспект более детально.

Чертежи выполняют в оптимальных масштабах по ГОСТ 2.302 с учетом их сложности и насыщенности информацией.

Масштабы изображений на чертежах не указывают, за исключением чертежей изделий и других случаев, предусмотренных в соответствующих стандартах СПДС. В этих случаях масштабы указывают в круглых скобках непосредственно после наименований изображений в соответствии с ГОСТ 2.316.

Чертежи на бумажном носителе и электронные чертежи (2D) могут быть выполнены на основе электронной модели (3D).

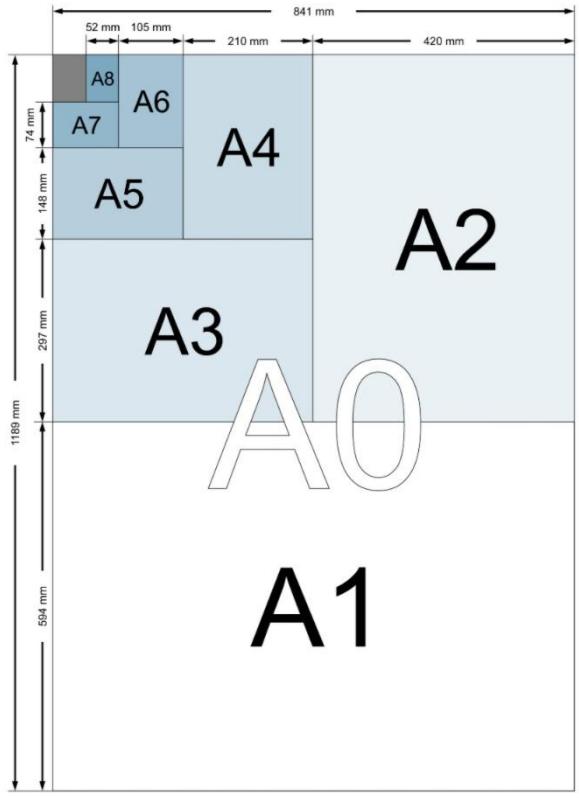
Формат и оформление листа

Чертежи оформляются на листах определенного размера. Форматы, которые используются при оформлении чертежей можно найти в ГОСТ 2.301-68.

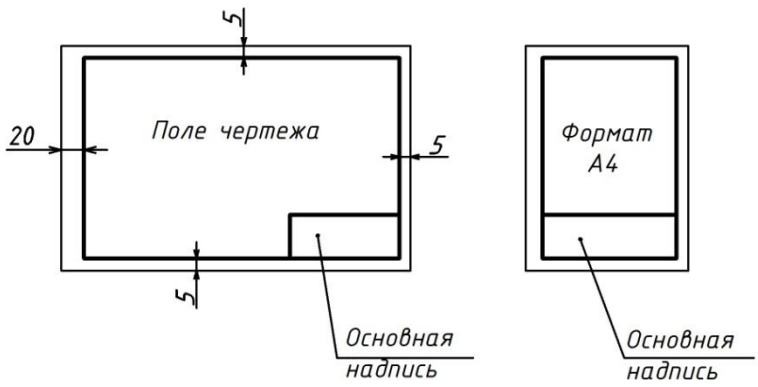
Самыми распространенными являются форматы А4, А3 и А1, но также могут использоваться форматы А0, А2 и А5.

Чтобы проще было ориентироваться в том, каким форматом пользоваться, для каждого формата договорились использовать свои размеры.

Формат	Размеры формата, мм
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297
A5	148 x 210



Рамка чертежа ГОСТ



Проверка оформления чертежа начинается не с самой детали, а с общих для всех чертежей элементов.

Чертеж обязательно должен быть очерчен рамкой, которая ограничивает поле, на котором будет выполнена работа. Линии должны быть сплошными и толстыми.

В современное время студенты пользуются готовыми шаблонами, которые уже нанесены на листы для чертежа. Однако студент должен знать эти параметры, чтобы при необходимости самостоятельно очертить границы.

Причем в зависимости от того, как будет располагаться объект, вертикально или горизонтально, необходимо соблюдать расстояние от наружного края.

Если объект располагается горизонтально, то расстояние от края должно быть 5 мм сверху, снизу и справа. Левая сторона рамки отдаляется на 20 мм т.к. на этой стороне будет проходить подшивка чертежей.

Если объект располагается вертикально, то расстояние в 20 мм должном быть только сверху, с других сторон сохраняется расстояние рамки от края в 5 мм.

Важно отметить, что формат А4 располагается исключительно в вертикальном положении. Также надписи могут находиться только с короткой стороны. Другие форматы не ограничивают студента. Можно использовать их в вертикальном или в горизонтальном положении.

Формат листа уже подчиняется правилам оформления чертежей. Поэтому проще всего приобрести листы с уже готовой рамкой.

Заполнение основной надписи: образец

Оформление чертежей на следующем этапе – это заполнение основной надписи. Она регламентируется ГОСТ 2.104—2006.

Заполняется основная надпись на нижнем крае чертежа. Графы выделяются жирной линией, а строки выделены тонкой. В готовых шаблонах сразу указывается

- Изм. – порядковый номер изменения в чертеже
- Лист – порядковый номер листа
- Разраб. – разработал, фамилия и инициалы студента
- Пров. – преподаватель или научрук, который проверил работу
- Т.контроль – технический контроль, подписывает преподаватель
- Н.контроль – нормоконтроль, подписывает преподаватель
- Утв. – утвердил, фамилия научного руководителя или заведующего кафедры.

Справа в свободных графах сначала указывается место создания и проверки чертежа. Указывается код направления отдельно. Также создается уникальный код из следующих обозначений: группа, номер варианта, порядковый номер чертежа.

В нижнем блоке указывается наименование листа. При написании названия чертежа необходимо ставить слово в именительный падеж единственное число, например, «Деталь».

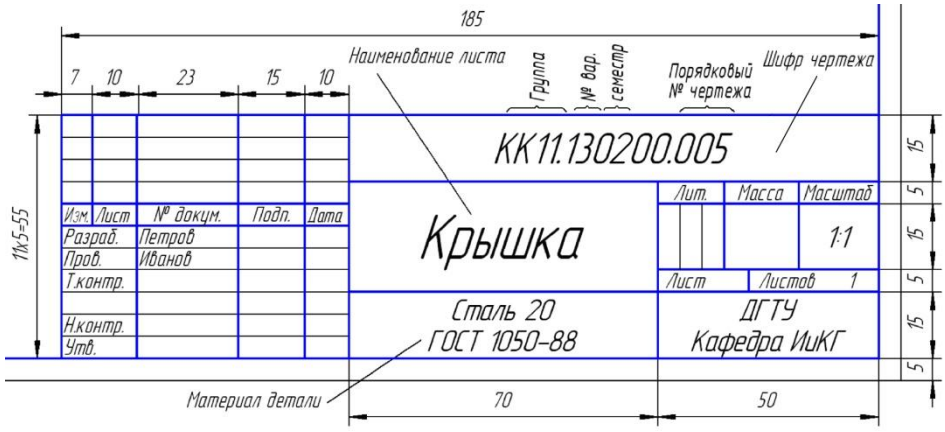
Под этим блоком указывается материал детали, а также номер ГОСТ.

В крайнем блоке основной надписи необходимо заполнить небольшие графы:

Литера, присвоенная чертежу

Масса, указанная в кг

Масштаб – обычно указывается 1:1 или 1:2



Оформление чертежей диктует строгое соблюдение всех правил. Поэтому все слова и цифры должны быть написаны особым шрифтом и под наклоном.

Таблица на чертеже

Таблица на чертеже – это необязательный элемент. Но, тем не менее, он также должен подчиняться правильному оформлению по ГОСТу.

Если деталь не совсем понятна, то таблица поясняет ее. В таблицу можно вносить дополнительные объяснения, например, техническое задание, размеры и другие параметры. По правилам оформления таблица должна находиться внизу чертежа. Если у таблицы имеется название, то оно пишется наверху таблицы, за ее рамкой.

Шрифты чертежные

При оформлении чертежей используются специальные шрифты в соответствии с ГОСТ 2.304-81. Существует 2 варианта шрифта: прямой и наклонный. Наклонный выполняется под углом строго 75 градусов.

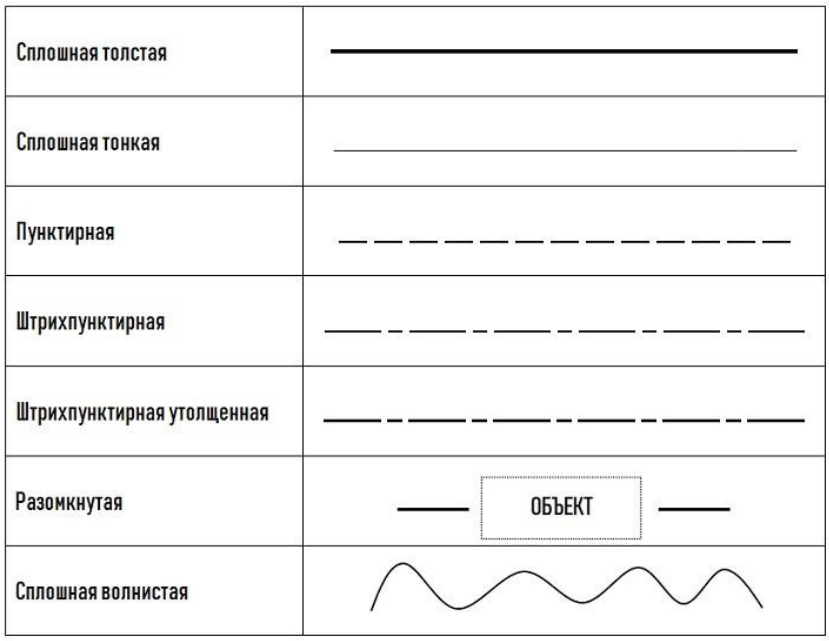
Между буквами необходимо соблюдать одинаковое расстояние. Также необходимо согласно ГОСТам соблюдать высоту, ширину букв и цифр. Обычно используются средние нормы в зависимости от формата листа.

Линии чертежа

Одним из наиболее важных элементов являются линии чертежа. Они помогают «прочитать чертеж» и увидеть скрытые части.

- Сплошная толстая линия используется для чертежа детали, ее видимых сторон. Ширина обводки может быть от 0,4 до 1,4 мм.
- Сплошная тонкая линия используется для: выносных и размерных линий, штриховки, выноски, полки выносок и подчеркивание надписей.
- Пунктир — изображение невидимых очертаний предмета, длина штриха может быть от 2 до 8 мм, а расстояние между ними — 1-2 мм.
- Штрихпунктир — обозначение осевых линий и линий центра окружностей. Длина штрихов — от 5 до 30 мм, расстояние между ними — 2-3 мм.

- Разомкнутая линия, по-другому, линия сечения. Длина штрихов может варьировать от 8 до 20 мм.
- Сплошная волнистая линия чаще всего используется при обозначении обрывов и разреза.



Масштаб

На практике можно столкнуться с необходимостью составить чертеж очень крупных изделий (к примеру, самолет, дом, корабль и т.д.) или очень маленьких (деталь часового механизма, часть компьютерной материнской платы и т.д.). Крупные изображения в натуральную величину не помещаются на лист, а мелкие невозможно вычертить, поскольку они едва различимы невооруженным глазом. Именно в таких случаях применяется масштаб, позволяющий увеличить маленькие детали и уменьшить большие.

Масштаб – это соотношение размеров изображения в чертеже с действительными размерами объекта. Масштабы изображений и их обозначение на чертежах стандартизованы.

Стандарт допускает применение следующих масштабов:

- Натуральная величина – 1:1. Этот масштаб используется в редких случаях, хотя и является самым удобным и простым, поскольку можно сразу понять, какой действительный размер у объекта.
- Масштабы уменьшения – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40 и т.д. Данный вид применяется для очень крупных объектов.
- Масштабы увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1. Эта разновидность используется для изображения мелких изделий.
- Особые масштабы уменьшения вычисляются по определенным формулам. В частности, они применяются для прорисовки мостов, фасадов заводов и т.д.
- Особые масштабы увеличения также определяются по специальным формулам. Их используют для микроскопических изделий.

Масштабы записываются следующим образом: М1:2, М5:1, М1:1 и т. д. Его указывают рядом с объектом.

Размеры

Размеры применяются для определения габаритов объекта.

- Угловые размеры. Демонстрируют величину угла между двумя линиями, указываются на размерных линиях и выносках в минутах, секундах и градусах.
- Линейные размеры. Используются для определения длины, ширины, высоты, диаметра, толщины и радиуса объекта или его части. Эти размеры указываются в миллиметрах, без обозначения единицы измерения.

Размеры изделия всегда наносятся действительные, независимо от масштаба изображения.

Изображения (разрезы, сечения, виды, выносные элементы)

Изображения на чертежах выполняют в соответствии с ГОСТ 2.305 с учетом требований настоящего стандарта и других стандартов СПДС.

Разрезы обозначают арабскими цифрами последовательно в пределах графического документа. Сечения обозначают аналогичным образом. В чертежах проектной и рабочей документации разрезом называют, как правило, вертикальный разрез здания или сооружения, т.е. разрез, выполненный секущей плоскостью, перпендикулярной к горизонтальной плоскости проекций.

Допускается самостоятельная нумерация для разрезов и сечений отдельных участков, все чертежи которых размещены на одном листе или группе листов и если на этих чертежах отсутствуют ссылки на разрезы и сечения, расположенные на других листах графического документа.

Допускается обозначать разрезы прописными буквами русского алфавита, а сечения - прописными или строчными буквами русского алфавита.

Положение секущей плоскости указывают на чертеже линией сечения (разомкнутой линией по ГОСТ 2.303). При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах следует ставить стрелки, указывающие направление взгляда; стрелки должны наноситься на расстоянии 2-3 мм от конца штриха.

Направление взгляда для разреза по плану здания и сооружения принимают, как правило, снизу вверх и справа налево.

Если отдельные части объекта требуют более детального изображения, то дополнительно выполняют местные виды и выносные элементы - узлы и фрагменты.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Ответить на контрольные вопросы.

4.КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1) Какие форматы листов для выполнения чертежной документации Вы знаете?
2) Что такое масштаб?
3) Какими нормативными документами регламентируется выполнение чертежей?
4) Что такое ЕСКД?
5) Какие основные виды чертежных линий?

Лабораторные работы № 18

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ В ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРАХ. СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ И РЕДАКТИРОВАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Познакомить студентов с основными принципами и понятиями работы в графических редакторах. Изучить средства построения и редактирования чертежей.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Программное обеспечение SolidWorks – это настолько емкое приложение с обширными функциональными возможностями, что практически невозможно рассмотреть детально все его нюансы и аспекты в рамках учебного курса приемлемого объема. Поэтому в рамках данного курса основное внимание уделяется фундаментальным навыкам и понятиям, которые наиболее важны для успешной работы с программным обеспечением SolidWorks. Руководство по учебному курсу необходимо рассматривать как дополнительный источник, а не замену документации по системе и интерактивной справке. После выработки устойчивых навыков можно обращаться к интерактивной справке для получения сведений о редко используемых командах и параметрах.

Программа SolidWorks - это система автоматизированного проектирования механических узлов на *основе элементов.* Она является инструментом *параметрического объемного моделирования,* в которой используется привычный и удобный графический интерфейс пользователя системы Windows. Пользователь может создавать *полностью ассоциативные* трехмерные твердотельные модели с *ограничениями* или без них наряду с использованием автоматических или определенных пользователем взаимосвязей, позволяющих реализовать *замысел проекта.*

При создании модели с помощью программы SolidWorks пользователь работает с настраиваемыми и доходчивыми геометрическими элементами, такими как бобышки, вырезы, отверстия, ребра, скругления, фаски и уклоны. По мере создания элементов они вставляются непосредственно в проектируемую модель.

Элементы можно классифицировать как нарисованные или прикладные.

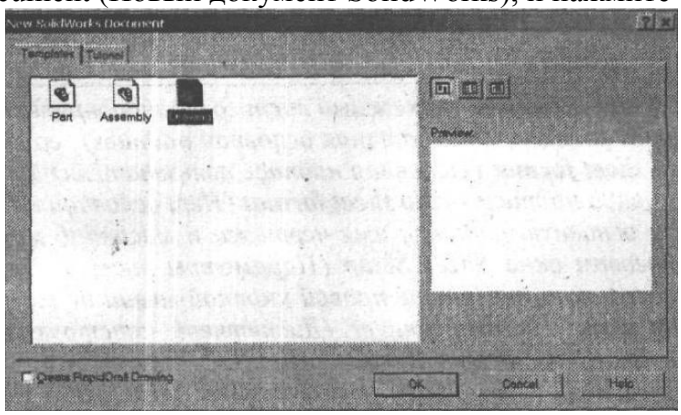
- Нарисованные элементы. Создаются на основе двухмерного эскиза. В большинстве случаев эскиз преобразуется в твердое тело с помощью вытяжки, вращения, создания элементов "по траектории" или "по сечениям".

Прикладные элементы. Создаются непосредственно на твердотельной модели. Примерами элементов данного типа являются скругления и фаски.

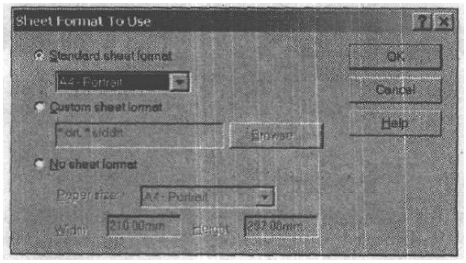
Программа SolidWorks в графическом виде отображает структуру модели на основе элементов в специальном окне, которое называется деревом конструирования FeatureManager®. В дереве конструирования FeatureManager не только отображается последовательность, в которой создавались элементы, оно также предоставляет удобный доступ ко всем основным сопутствующим сведениям. Дополнительная информация о дереве конструирования FeatureManager будет предоставляться во время прохождения данного лабораторного курса.

Средства построения и редактирования чертежей
Создание документа нового чертежа

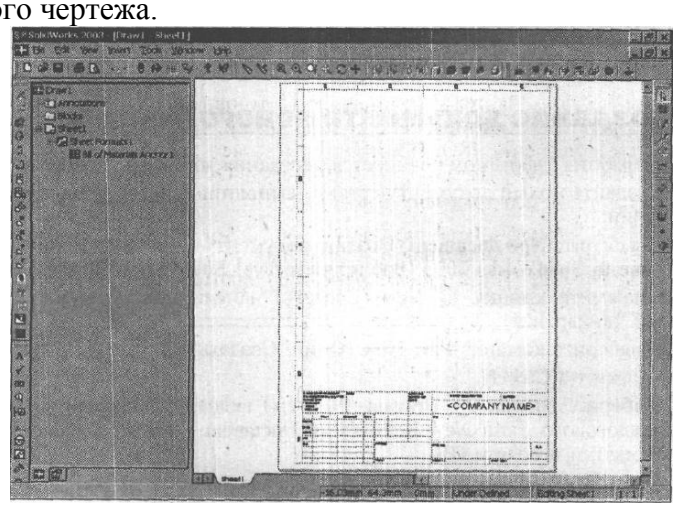
Начало работы с чертежом начинается с создания документа нового чертежа.
1. Создайте новый документ чертежа, выполнив одно из следующих действий:,
• выберите New document (Создать документ) в диалоговом окне Welcome to SolidWorks (Вас приветствует SollidWorks);
. • нажмите кнопку New (Создать) панели инструментов Standard (Стандартная);
• выберите команду File, New (Файл, Создать);
• нажмите Ctrl+N.
2. Выберите значок Drawing (Чертеж) вкладки Templates (Шаблоны) диалогового окна New SolidWorks Document (Новый документ SolidWorks), и нажмите ОК.

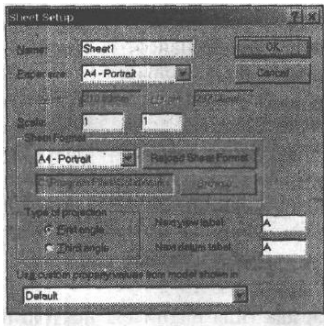


Выберите A4-Portrait (A4-Книжная) из раскрывающегося списка **Standard Sheet Format** (Стандартная основная надпись) диалогового окна **Sheet Format to Use** (Использовать основную надпись), и нажмите **ОК.**



Появится окно нового чертежа.

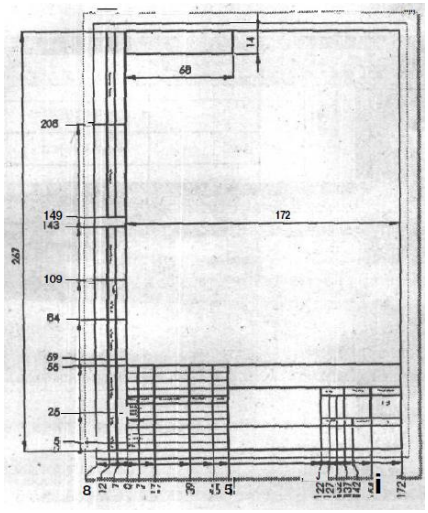




Создание основной надписи

Создание любого чертежа начинается с основной надписи. Программа SolidWorks предлагает шаблоны основных надписей, соответствующих требованиям стандарта черчения ISO. Поэтому, в качестве примера, мы создадим основную надпись в соответствии с требованиями ГОСТа.

1. Создайте новый документ чертежа.
2. Выберите параметр **A4 — Portrait (A4** — книжная) в группе **Standard sheet format** (Стандартная основная надпись) диалогового окна **Sheet Format to Use** (Использовать основную надпись) и нажмите **ОК.**



Выберите **Edit, Edit Sheet Format** (Правка, Редактировать основную надпись) из главного меню. Основная надпись окрасится в синий цвет и будет доступна для редактирования. Нарисуйте линии рамки в соответствии с требованиями ГОСТа.

Нанесение надписей

В рамке используются два типа надписей: постоянные (например, Разраб., Провер., Утв. и так далее) и изменяемые (Лист, Листов, Масштаб), которые являются свойствами документа. Начнем с нанесения статических надписей.

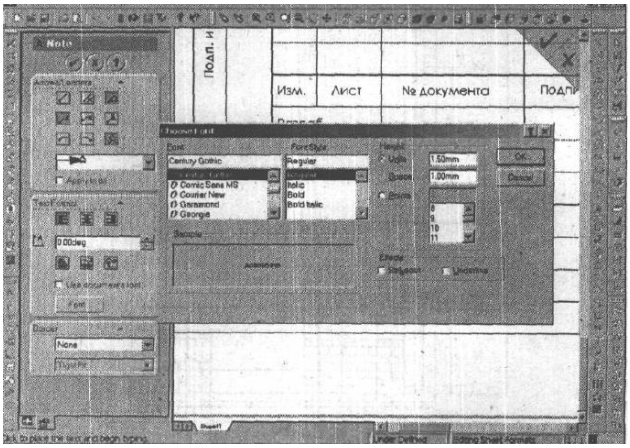
Нажмите кнопку Ц Note (Заметка) панели инструментов **Annotation** (Примечания) или выберите **Insert, Annotations, Note** (Вставка, Примечания, Заметка) из главного меню.

В Диспетчере свойств **Note** (Заметка), в группе **Text Format** (Формат текста), отмените параметр **Use document's font** (Использовать шрифт документа) и нажмите кнопку **Font** (Шрифт).

В диалоговом окне **Choose Font** (Выбрать шрифт) задайте:

- **Font** (Шрифт) — **Century Gothic;**
- **Font Style** (Стиль шрифта) — **Regular** (Обычный);
- **Units** (Единиц) — 1.50 мм;

• **Space** (Интервал) — 1.00 мм,
и нажмите **ОК.**



Разместите в рамке неизменяемые надписи. Они будут окрашены в черный цвет.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Создать документ нового чертежа и начертить деталь по заданию преподавателя.

Лабораторные работы №19

ПОСТРОЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ. РАБОТА С ДЕТАЛЯМИ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Научиться строить детали.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Для создания новой детали нажмите кнопку "Создать" на панели инструментов или выберите "Файл», «Создать". Появится диалоговое окно "новый документ Solid Works".

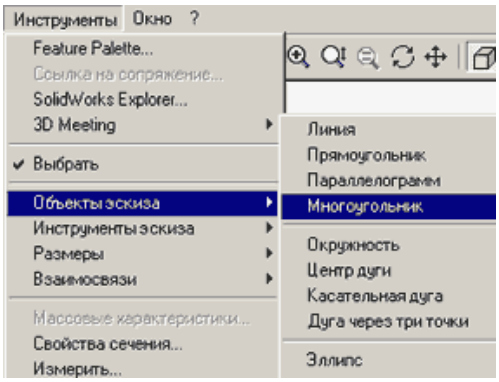
Откройте вкладку и выберите значок "Деталь".

Нажмите "ОК". Появится окно новой детали.

Создание эскиза основания

Чтобы открыть двухмерный эскиз нажмите кнопку "Эскиз" на панели инструментов.

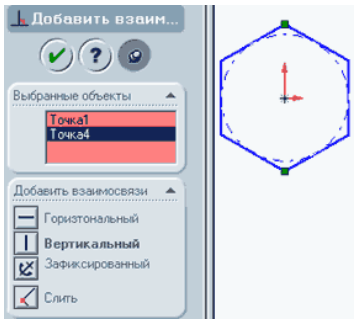
Выберите пункт меню "Инструменты - Объекты эскиза - Многоугольник (рисунок 1).



Переместите указатель в графическую область и наведите его на исходную точку, при этом указатель изменит свой цвет.

4. Нажмите на левую кнопку мыши и, перемещая указатель вертикально вверх, нарисуйте многоугольник, рядом с указателем отображается радиус вписанной окружности и угол, который должен быть равен 90. Отпустите левую кнопку мыши.

Нажмите на кнопку "Размер" на панели инструментов "Взаимосвязи Эскиза" (рисунок 2).



Нажмите на кнопку "Добавить взаимосвязь", откроется окно "Добавление геометрической взаимосвязи". На эскизе выберите верхнюю и нижнюю вершины, их названия появятся в окне "Выбранные элементы". Выберите взаимосвязь – «вертикальность» и нажмите "Применить".

Нажмите на линию вписанной окружности, а затем нажмите в том месте, где требуется нанести размер.

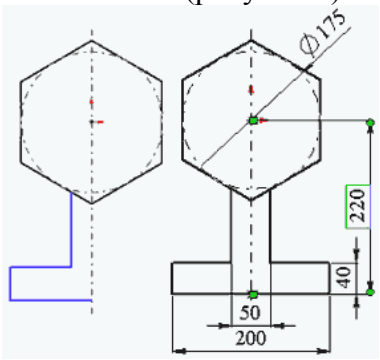
Для изменения размера окружности дважды нажмите на значение размера. Появится диалоговое окно "Изменить", текущий размер выделен. Введите ваш размер и нажмите "Enter".

Нажмите на кнопку "Добавить взаимосвязь", откроется окно "Добавление геометрической взаимосвязи". На эскизе выберите верхнюю и нижнюю вершины, их названия появятся в окне "Выбранные элементы". Выберите взаимосвязь - вертикальность и нажмите "Применить".Выберите инструмент "Осевая линия" и проведите вертикальную осевую линию через исходную точку.

Выберите инструмент "Линия" и нарисуйте половину нижней части основания.

Нажмите на инструмент "Выбрать" и, удерживая кнопку "Ctrl" нажмите на три линии и на осевую.

Затем нажмите на инструмент "Зеркальное отражение". Нарисованные линии отобразятся зеркально относительно осевой (рисунок 3).



Нанесите размеры основания.

Выберите инструмент "Отсечь" и удалите нижнюю часть шестиугольника как показано на рисунке.

Вытяжка основания

Нажмите кнопку "Вытянутая бобышка- Основание" на панели инструментов "Элементы". Появиться диалоговое окно "Основание вытянуть" на левой панели, а вид эскиза будет показан в изометрии. В окне группы "Направление1" выполните следующие операции:

Установите для параметра "Граничные условия" значение - "На заданное расстояние".

Установите "Глубину" равную половине вашего значения по варианту.

Нажмите "ОК" для создания вытяжки. Новый элемент "Основание вытянуть" появиться в дереве конструирования.

Сохранение детали

Выберите пункт меню "Файл", "Сохранить как", появится диалоговое окно.

Введите в качестве имени файла вашу фамилию и номер группы и нажмите кнопку "Сохранить".

Создание фланцев

Для создания дополнительных элементов на детали (например - фланцев) можно рисовать их на гранях или плоскостях модели, а затем вытягивать эскизы.

Нажмите на кнопку "Выбрать" на панели инструментов "Эскиз", если она ещё не нажата.

Нажмите на лицевую грань детали для её выбора, грань изменит свой цвет.

Нажмите кнопку эскиз для создания нового эскиза.

Для удобства работы нажмите на кнопку "Ориентация вида" и в открывшемся окне выберите пункт "Перпендикулярно". Эскиз развернётся к вам передней плоскостью.

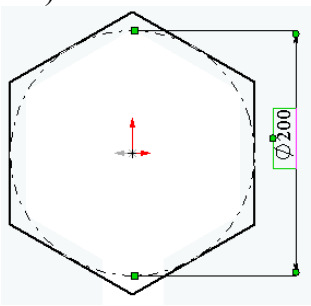
Выберите пункт меню "Инструменты - Объекты эскиза - Многоугольник".

Переместите указатель в графическую область и наведите его на исходную точку, при этом указатель изменит свой цвет.

Нажмите на левую кнопку мыши и, перемещая указатель вертикально вверх, нарисуйте многоугольник, рядом с указателем отображается радиус вписанной окружности и угол, который должен быть равен 900. Отпустите левую кнопку мыши.

Нажмите на кнопку "Размер" на панели инструментов "Взаимосвязи Эскиза".

Нажмите на линию вписанной окружности, а затем нажмите в том месте, где требуется нанести размер (рисунок 4).



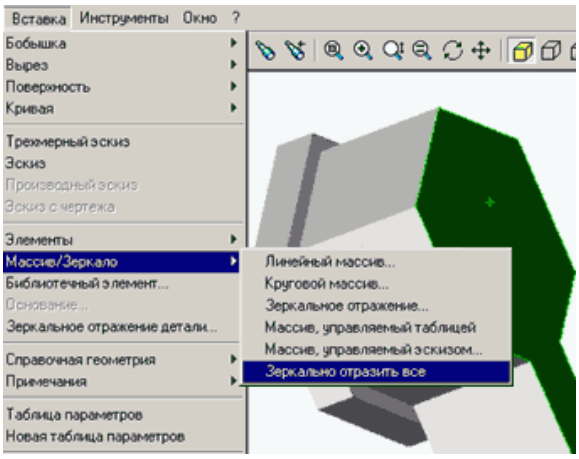
Для изменения размера окружности дважды нажмите на значение размера. Появится диалоговое окно "Изменить", текущий размер выделен. Введите ваш размер и нажмите "Enter".

Нажмите кнопку "Вытянутая бобышка" на панели инструментов "Элементы". Появится диалоговое окно "Бобышка - вытянуть" на левой панели.

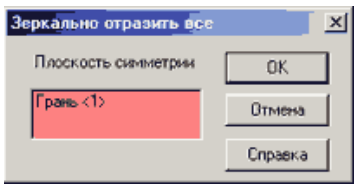
В окне группы "Направление1" выполните следующие операции:

- установите для параметра "Граничные условия" значение - "На заданное расстояние";
- установите "Глубину";
- нажмите "ОК" для создания вытяжки. Новый элемент "Основание вытянуть" появиться в дереве конструирования. Нажмите на кнопку "Выбрать" и выберите заднюю плоскость (на рисунке обращена к вам) корпуса.

Войдите в пункт меню "Вставка - Массив/Зеркало - Зеркально отразить всё" как показано на рисунке.



15. В появившемся диалоговом окне нажмите "ОК".

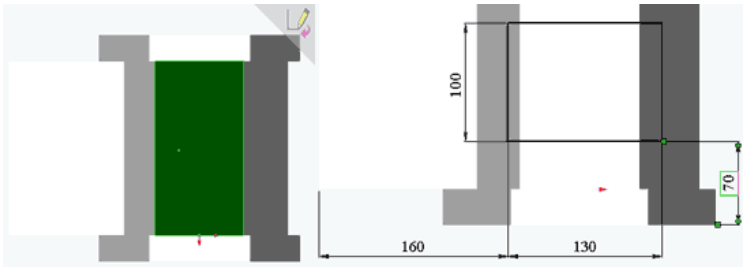


Создание бокового фланца

Выберите вертикальную грань шестигранника, установите ориентацию вида - "перпендикулярно".

Создайте новый эскиз.

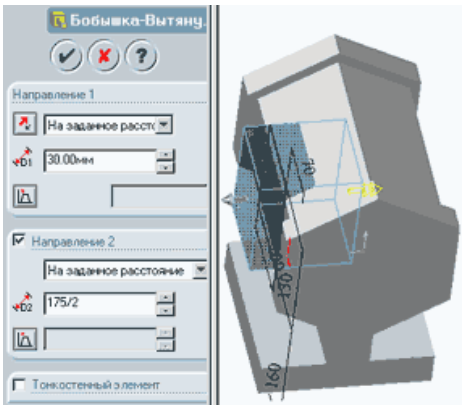
Нарисуйте прямоугольник, проставьте размеры (рисунок).



Выберите "Бобышка - вытянуть", в параметрах "Направления 1" выберите "На заданное расстояние" и укажите размер.

В параметрах "Направление 2" указывается размер равный половине диаметра вписанной окружности шестигранника основания.

Нажмите кнопку "ОК". На экране появится изображение, показанное на рисунке.

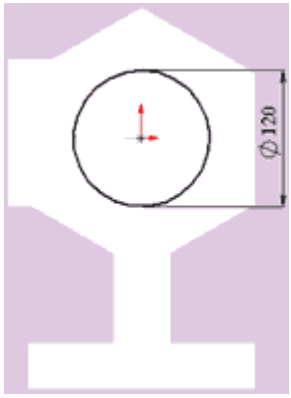


Создание отверстий

Выберите плоскость одного из шестигранных фланцев и создайте новый эскиз.

Нарисуйте из исходной точки окружность.

Проставьте её размер, как показано на рисунке



Для того, чтобы сделать сквозной вырез на детали, выберите "Вырез - Вытянуть", в параметрах "Направление 1" задайте граничное условие "Через всё" и нажмите "ОК".

Выберите переднюю плоскость бокового прямоугольного фланца, создайте новый эскиз нарисуйте окружность, проставьте размеры в соответствии с вариантом.

Выберите "Вырез - Вытянуть", в параметрах "Направление 1" задайте граничное условие "До следующей" и нажмите "ОК".

Создание отверстий в основании

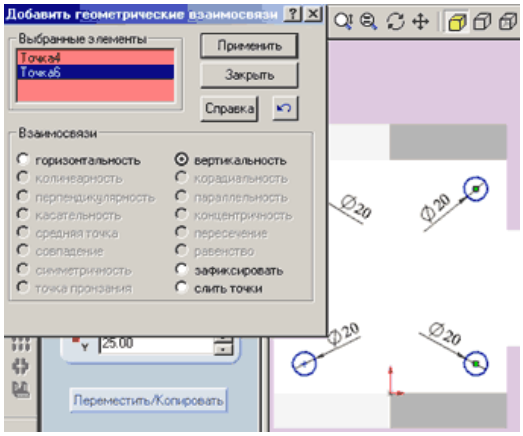
Выберите нижнюю плоскость основания корпуса. Создайте новый эскиз.

Нарисуйте в углах основания окружности, как показано на рисунке 5.9.

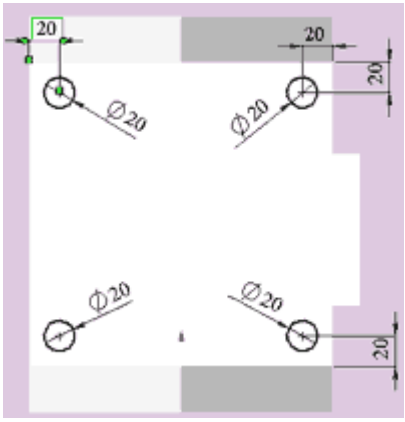
Поставьте диаметр окружностей равный 20 мм.

Нажмите на кнопку "Добавить взаимосвязь". Выберите центры двух окружностей, расположенных одна под другой и задайте им взаимосвязь "Вертикальность". Повторите это действие с другой парой окружностей.

Аналогичным образом задайте взаимосвязь "Горизонтальность" для каждой пары окружностей, расположенных на одном уровне.



Поставьте размеры от краёв основания, так как показано на рисунке. Эскиз определён.



Выберите "Вырез - вытянуть" в параметре "Граничные условия" задайте "До следующей" и нажмите "ОК"

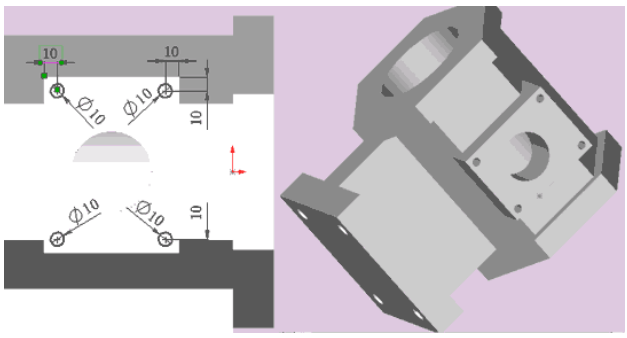
Создание отверстий в боковом фланце

Выберите переднюю плоскость бокового прямоугольного фланца, создайте новый эскиз.

Аналогично предыдущему пункту выполните четыре окружности, как показано на рисунке.

Выберите "Вырез - вытянуть" в параметре "Граничные условия" задайте "На заданное расстояние", размер - 30 и нажмите "ОК". \

В результате проделанных манипуляций получается деталь следующего вида (рисунок):



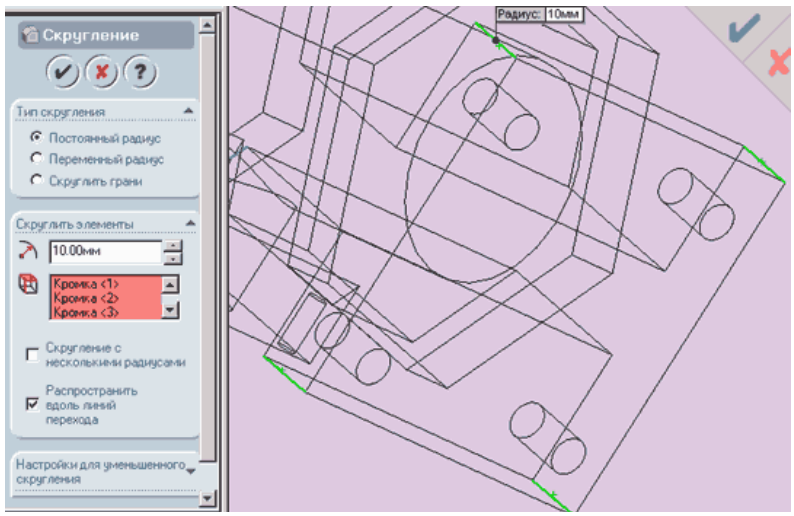
Добавление скруглений

Переводим деталь в каркасное представление.

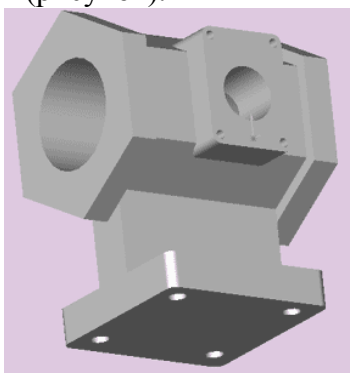
Поворачиваем её так чтобы были хорошо видны все четыре угловых ребра нижнего основания детали.

Нажимаем на кнопку "Выбрать" и удерживая клавишу Ctrl выделяем все четыре ребра.

Нажимаем кнопку "Скругление" и указываем параметры: "Постоянный радиус", размер 10 мм и нажимаем кнопку "ОК" (рисунок).



Аналогично выполняем скругления для прямоугольного бокового фланца. В итоге получаем готовую модель детали (рисунок).



3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Создать чертеж детали по заданию преподавателя.

Лабораторная работа №20

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Научится наносить на чертежах размеры в соответствие с ГОСТ.

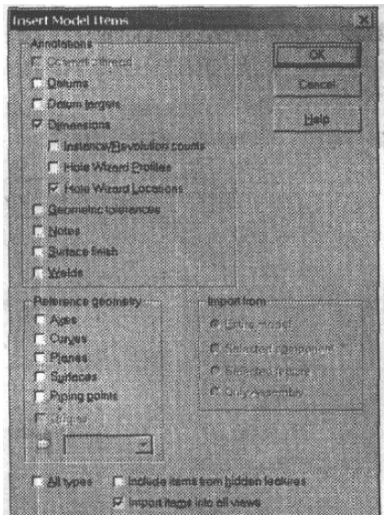
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В программе **SolidWorks** предусмотрено два типа размеров: основных и справочных. Основными считаются размеры, заданные во время создания модели детали. Справочные размеры наносятся непосредственно на чертеж и отличаются от основных размеров тем, что они заключены в круглые скобки. Если модель детали во время создания была полностью определена, нанесение размеров на чертеже не представляет никакого труда.

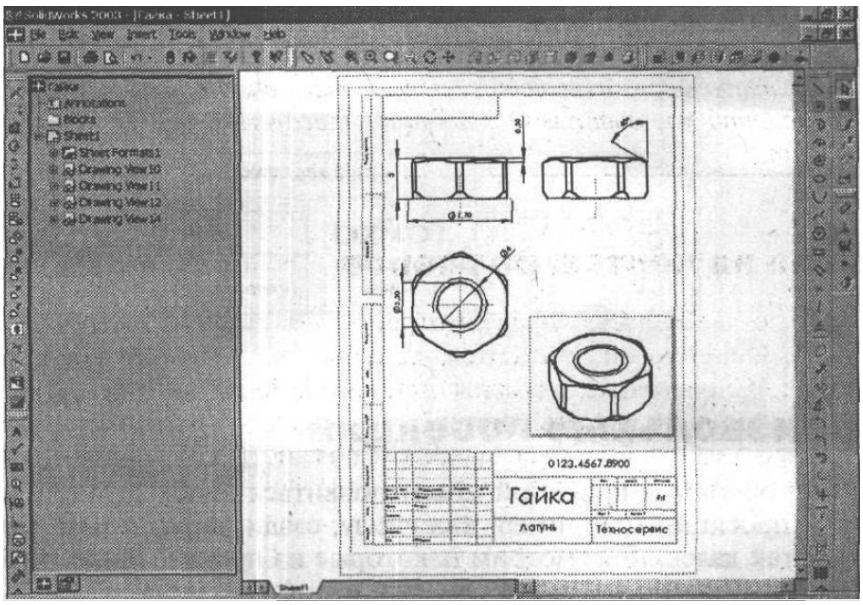
Нажмите кнопку **Model Items** (Элементы модели) панели инструментов **Annotation** (Примечание) или выберите **Insert, Model Items** (Вставка, Элементы модели) из главного меню.

Панель инструментов Annotation (Примечание) предоставляет инструменты для добавления заметок и обозначений в документы деталей, сборок или чертежей.

В диалоговом окне **Insert Model Items** (Вставить элементы модели) выберите параметр **All types** (Все типы) и нажмите **ОК.** Размеры, используемые в процессе создания модели, будут нанесены на чертеж.

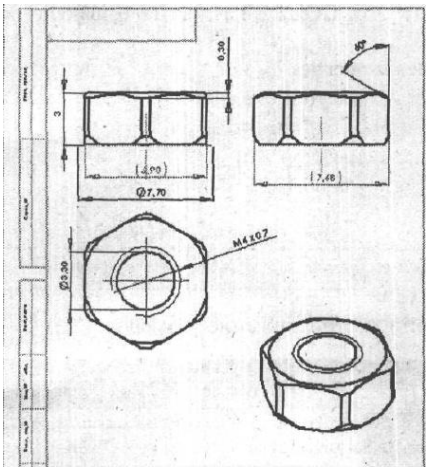


Отредактируйте местоположение размеров.



Нанесем несколько справочных размеров.

Нажмите кнопку **Dimension** (Размеры) панели инструментов **Sketch Relations** (Взаимосвязи эскиза) или выберите **Tools, Dimensions, Parallel** (Инструменты, Размеры, Параллельные) из главного меню. Нанесите габаритные размеры гайки на виде спереди и слева.



Выберите размер обозначения резьбы М4.

В диспетчере свойств **Dimension** (Размер), в группе **Dimension Text** (Текст размера) замените текст **<MOD-DIAMXDIM>** на ≪М4 **x 0.7≫** и нажмите ОК.

Нажмите кнопку Save (Сохранить) панели инструментов **Standard** (Стандартная), или выберите **File, Save** (Файл, Сохранить) из главного меню, или нажмите **Ctrl+S.**

Чертеж гайки закончен и имеет такой вид.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Используя чертеж детали, полученный при выполнении предыдущей работы, нанести на него размеры в соответствии с требованиями ГОСТ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫ СРЕДСТВА ФОРМАТИРОВАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ. ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ «ШПАНГОУТ», «ВТУЛКА», «КРОНШТЕЙН»

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Освоить дополнительные средства форматирования чертежей. Закрепить полученные ранее знания выполняя чертежи деталей.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В программе SolidWorks предусмотрены инструменты создания различных типов разрезов. Рассмотрим некоторые из возможностей программы на примере корпуса вентилятора.

Для работы нам понадобится панель инструментов:

• **Drawing** (Чертеж).

В процессе работы мы научимся использовать:

• Инструмент **Section View** (Разрез);
• Инструмент **Broken-out Section** (Вынутый разрез);
• Инструмент **Detail View** (Местный вид);
• Инструмент **Area Hatch/Fill** (Штриховка/заполнение).

Сначала мы выполним произвольный разрез корпуса вентилятора, затем вынутый вырез, покажем часть выреза в увеличенном масштабе и, в заключение, отредактируем штриховку разреза. Выберите корпус вентилятора, расположенный на втором листе чертежа.

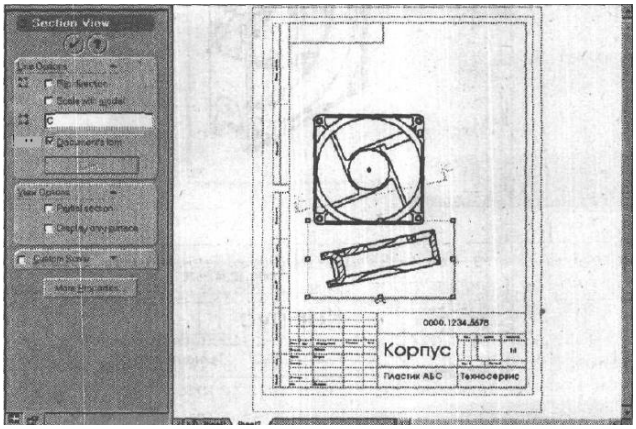
В Диспетчере свойств **Named View** (Именованный вид), в группе **View Orientation** (Ориентация вида), выберите **Front** (Вид спереди) и нажмите **Ок.**

Переместите вид ближе к левому краю рамки.

Нажмите кнопку **Section View** (Разрез) панели инструментов **Drawing** (Чертеж) или выберите **Insert, Drawing View, Section** (Вставка, Чертежный вид, Разрез) из главного меню.

Проведите произвольную линию разреза, пересекающую корпус вентилятора.

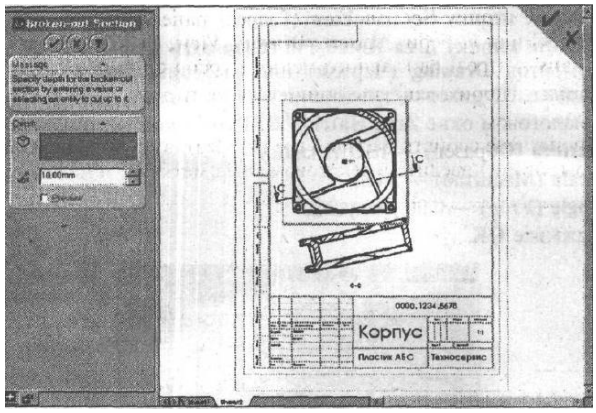
В Диспетчере свойств **Section View** (Разрез), в группе Line **Option** (Параметры линии) введите в текстовом поле метку С, и нажмите ОК.



Нажмите кнопку **Broken-out Section** (Вынутый разрез) панели инструментов **Drawing** (Чертеж) или выберите **Insert, Drawing View, Broken-out Section** (Вставка, Чертежный вид, Вынутый разрез) из главного меню.

Обведите замкнутой линией сплайна правый верхний угол корпуса вентилятора.

В Диспетчере свойств **Broken-out Section** (Вынутый разрез) введите в текстовом поле Щ **Depth** (Глубина) значение 10.00 мм, и нажмите ОК.

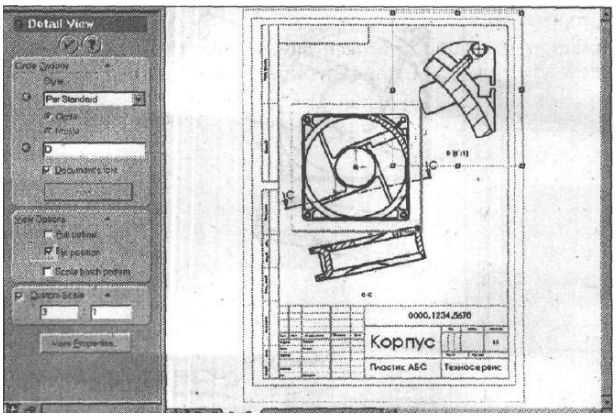


Нажмите кнопку **Detail View** (Местный вид) панели инструментов **Drawing** (Чертеж) или выберите **Insert, Drawing View, Detail** (Вставка, Чертежный вид, Местный) из главного меню.

Наведите курсор на вынутый вырез и задайте окружностью охват местного вида.

12. Вынесите местный вид в правый верхний угол чертежа.

13. В Диспетчере свойств **Detail View** (Местный вид), в группе **Circle Options** (Параметры окружности), введите в текстовом поле метку D, задайте **Custom Scale** (Масштаб пользователя) как 3:1, и нажмите ОК.



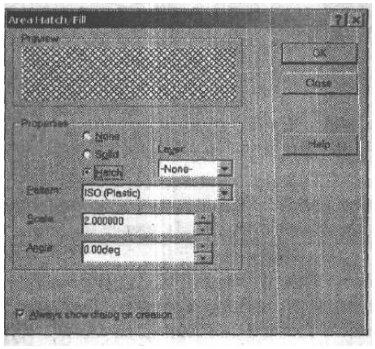
Выделите штриховку на местном виде.

15. Нажмите кнопку **Area Hatch/Fill** (Штриховка/заполнение) панели инструментов **Drawing** (Чертеж) или выберите **Insert, Area Hatch/Fill** (Вставка, Штриховка/заполнение) из главного меню.

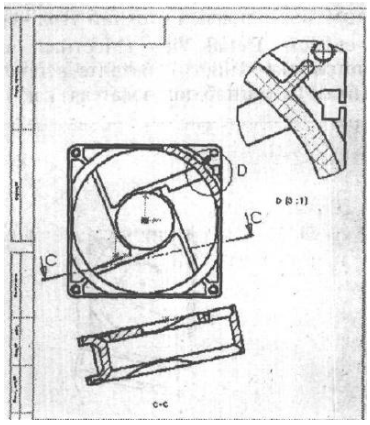
16. В диалоговом окне **Area Hatch/Fill** (Штриховка/заполнение) задайте:

- **Pattern** (Образец) — **ISO (Plastic);**
- **Scale** (Масштаб) — 2.00;
- **Angle** (Угол) — 0.00 градусов,

и нажмите **ОК.**



Результат проделанной работы показан на следующем рисунке.



Нажмите кнопку И **Save** (Сохранить) панели инструментов **Stan dard** (Стандартная), выберите **File, Save** (Файл, Сохранить), или нажмите **Ctrl+S,** чтобы сохранить результаты работы.

Кроме чертежей отдельных деталей, программа SolidWorks позволяет создавать сборочные чертежи. В качестве примера выполним сборочный чертеж вентилятора с разнесенными деталями.

Для работы нам понадобятся такие панели инструментов:

• **Annotation** (Примечание);

• **Drawing** (Чертеж).

В процессе работы мы научимся использовать:

• Инструмент **Balloon** (Позиция).

В процессе работы создадим новый документ, отобразим на нем сборочный чертеж, а затем отметим позиции составляющих его элементов.

1. Нажмите кнопку О New (Создать) панели инструментов **Standard** (Стандартная), или выберите **file,** New (Файл, Создать) из главного меню, или нажмите **Ctrl+N.**

2. В диалоговом окне New **SolidWorks Document** (Новый документ SolidWorks) выберите значок **Drawing** (Чертеж) и нажмите **ОК.**

3. В диалоговом окне **Sheet Format to Use** (Использовать основную надпись) нажмите **Custom sheet format** (Основная надпись пользователя), выберите **temp_A4v_GOST.sldprt** из раскрывающегося списка и нажмите **ОК**.

Выберите **File, Properties** (Файл, Свойства) из главного меню. Заполните такие текстовые поля:

• **Author** (Автор) — Техносервис;

• **Title** (Заголовок) — Вентилятор;

• **Subject** (Тема) - 1122.3344.5566;

• **Материал** — Пластик АБС.

Нажмите кнопку Save (Сохранить) панели инструментов **Standard** (Стандартная), или выберите **File, Save** (Файл, Сохранить) из главного меню, или нажмите **Ctrl+S.**

В диалоговом окне **Save As** (Сохранить как) задайте:

• **Save in:** (Сохранить в:) — укажите место хранения файла;

• **File name:** (Имя файла:) — Вентилятор;

• **Save as type:** (Сохранить в виде:) — **Drawing (*.drw, *.slddrw);**

• **Description:** (Описание:) — введите краткое описание чертежа, и нажмите **Save** (Сохранить).

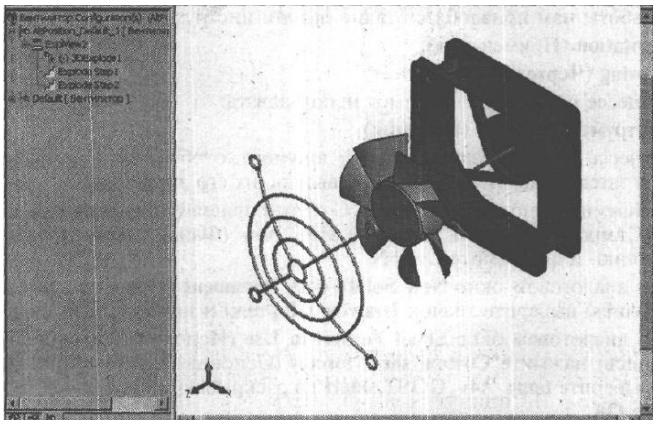
Новый документ чертежа создан и сохранен под именем Вентилятор.slddrw.

Нажмите кнопку **Open** (Открыть) панели инструментов **Standard** (Стандартная), или выберите **File, Open** (Файл, Открыть) из главного меню, или нажмите **Ctrl+O.**

В диалоговом окне **Open** (Открыть) выберите файл ≪Вентилятор≫ и нажмите **Open** (Открыть).

Откройте вкладку **ConfigurationManager** (Диспетчер конфигураций), и в дереве **AltPosition*** щелкните по названию **ExplView** (Разнесенный вид).

В графическом окне появится сборка вентилятора с разнесенными деталями.



Нажмите **Ctrl+Tab,** чтобы перейти к чертежу детали.

Нажмите кнопку **Named View** (Именованный вид) панели инструментов **Drawing** (Чертеж) или выберите **Insert, Drawing View, Named**(Вставка, Чертежный вид, Именованный) из главного меню. Форма курсора примет вид.

Нажмите **Ctrl+Tab,** чтобы перейти к модели детали.

Откройте вкладку дерева проекта **Future Manager** (Диспетчера конструктивных элементов) и щелкните по названию ≪Вентилятор≫. Сборочный чертеж с разнесенными деталями появится на чертежномлисте.

Нажмите кнопку **Balloon** (Позиция) панели инструментов **Annotation**(Примечание) или выберите **Insert, Annotation, Balloon** (Вставка, Примечание, Позиция) из главного меню.

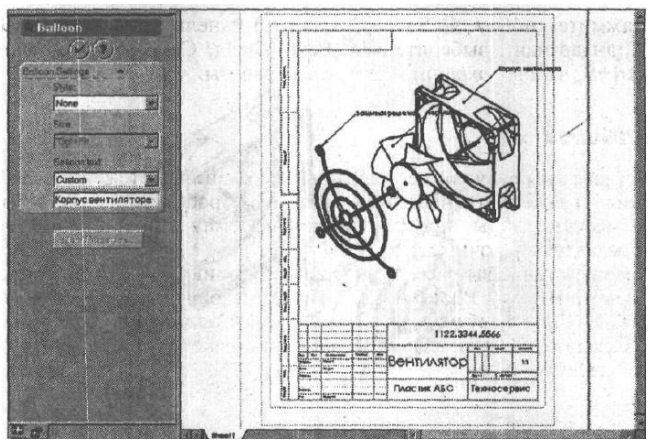
В Диспетчере свойств **Balloon** (Позиция), в группе **Balloon Settings** (Параметры позиции) задайте:

Style (Стиль) — None (Нет);

Balloon Text (Текст позиции)

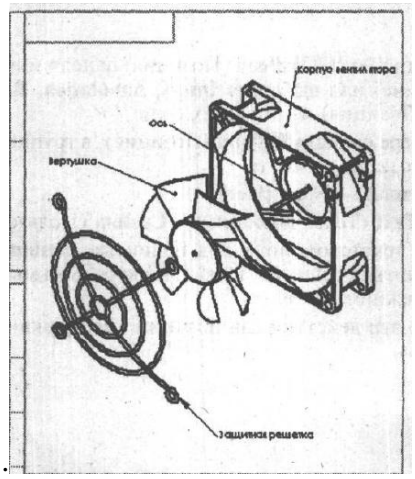
Custom (Пользовательский).

Введите в текстовом поле под надписью **Custom** (Пользовательский)текст ≪Защитная решетка≫ и укажите курсором мыши защитную решетку на чертежном листе. Повторите эти действия для позиций ≪Вертушка≫, ≪Корпус вентилятора≫ и ≪Ось≫.



После нанесения всех позиций нажмите **ОК**.

Отредактируйте местоположение позиций. Сборочный чертеж примет такой вид



Нажмите кнопку **Save** (Сохранить) панели инструментов **Standard**(Стандартная), выберите **File, Save** (Файл, Сохранить), или нажмите**Ctrl+S,** чтобы сохранить результаты работы.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Создать чертеж деталей «шпангоут», «втулка», «кронштейн». Детали выдаются индивидуально каждому студенту или в виде трехмерного изображения или в виде изделия.

Лабораторная работа №22

РЕДАКТИРОВАНИЕ СБОРОК. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ИЗ ДОКУМЕНТА ДЕТАЛИ ИЛИ СБОРКИ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Научится создавать сборки из готовых трехмерных деталей.

Создание сборок

Проект сборки определяется как проект, состоящий из двух или более компонентов, собранных вместе соответственно их рабочему положению. Компоненты собираются вместе в режиме «Сборка» при помощи параметрических соотношений. В SolidWorks такие соотношения называются *сопряжениями.* Сопряжение дает возможность ограничивать степень свободы компонентов согласно их рабочему положению. Для продолжения работы в режиме «Сборка» SolidWorks вызовите диалоговое окно «Создание документа» SolidWorks и щелкните на кнопке «Сборка».

Для создания нового документа сборки щелкните на кнопке ОК. Будет создан новый документ SolidWorks в режиме «Сборка». На экране появится менеджер свойств «Вставить компонент». Экран SolidWorks в режиме «Сборка» с менеджером свойств «Вставить компонент» и менеджером команд.

Методы проектирования сборок

В SolidWorks сборки можно создать двумя методами. Первый — метод проектирования «снизу вверх», второй — метод проектирования «сверху вниз». Ниже описываются оба метода.

Метод проектирования сборок «снизу вверх»

Метод проектирования сборок «снизу вверх» является традиционным, более распространенным и предпочтительным методом проектирования. При помощи этого метода создаются документы отдельных деталей, которые затем размещаются в сборке. На них имеются ссылки как на внешние компоненты. При использовании данного метода проектирования детали создаются в режиме Деталь и хранятся в файлах с расширением .sldprt. Когда все детали сборки спроектированы, следует открыть документ сборки (.sldasm) и вставить все детали при помощи инструментов режима Сборка. Когда все компоненты вставлены, они собираются в сборку при помощи сопряжений. Основное преимущество данного метода проектирования заключается в том, что компоненты проектируются независимо и между ними можно легко поддерживать взаимосвязи. Следовательно, данный метод проектирования позволит вам уделить больше внимания отдельным компонентам. Кроме того, этот метод проектирования более предпочтителен при работе с большими сборками.

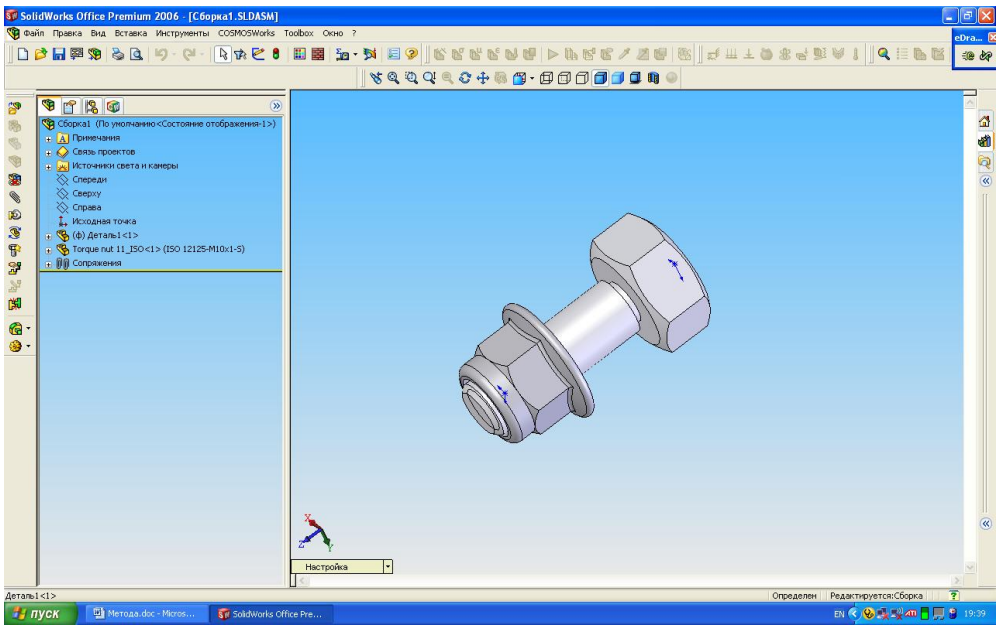
Метод проектирования сборок «сверху вниз»

При использовании метода проектирования сборок «сверху вниз» все детали создаются в документе одной сборки. Таким образом, метод проектирования сборок «сверху вниз» в корне отличается от метода проектирования сборок «снизу вверх». Если использовать данный метод проектирования, работа начнется в документе сборки, и с помощью геометрии одной детали можно будет определять геометрию другой.

Также сборку можно создавать, используя комбинацию методов проектирования «сверху вниз» и «снизу вверх».

Итак, щелкните на кнопке «Сборка», затем — на кнопке ОК в диалоговом окне «Создание документа SolidWorks». Откроется новый документ сборки. В этом документе вы можете составить сборку из компонентов, хранящихся в разных файлах. Кроме того, в нем можно создавать компоненты сборки.

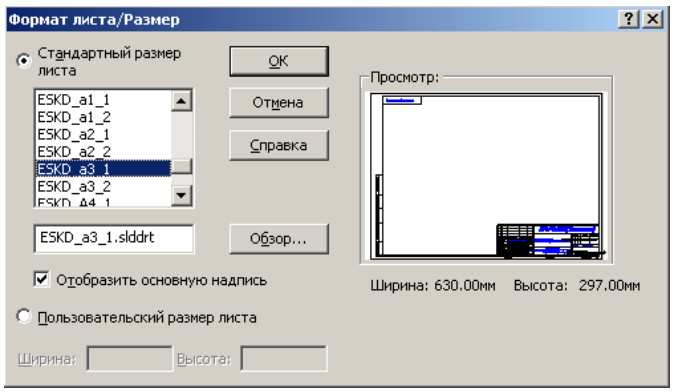
Пример сборки приведен ниже, на рисунке



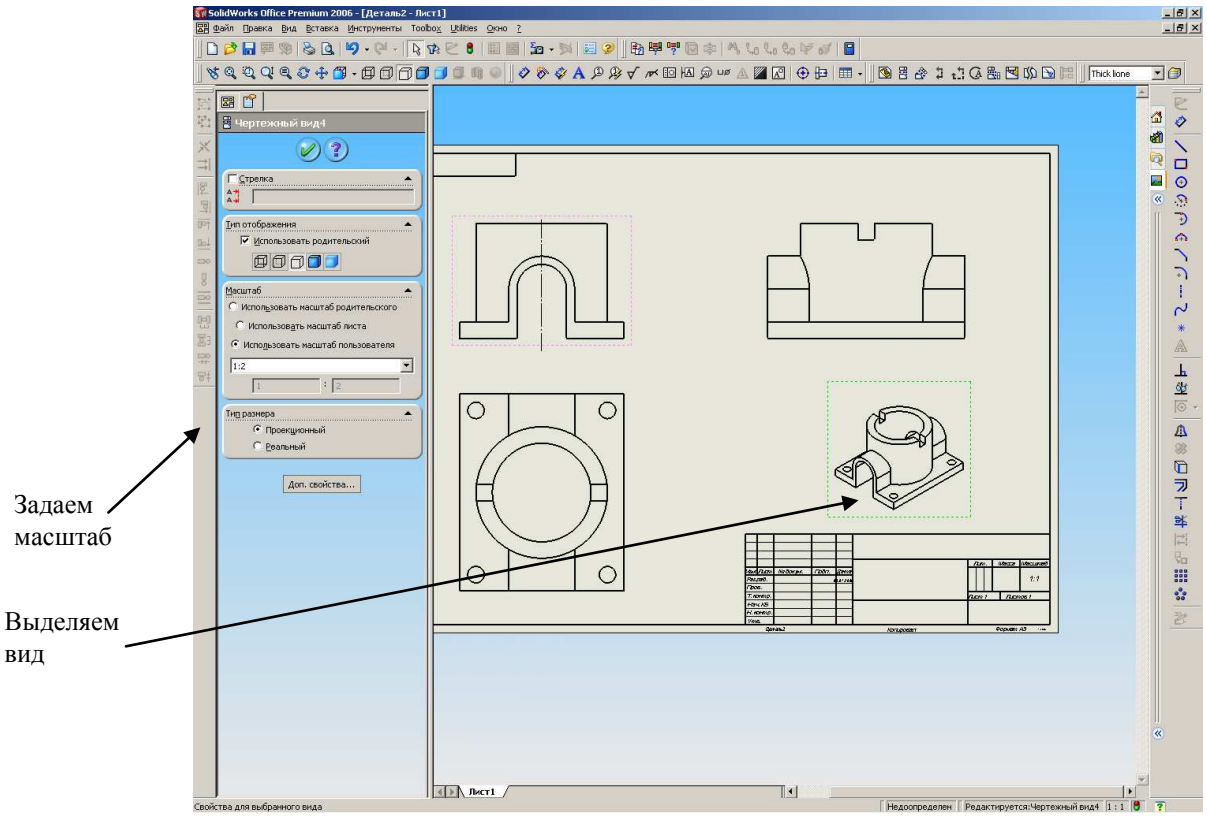
Для того, чтобы перейти к выполнению сборочного чертеже необходимо исключить все фаски и упрощенно вычертить проточки.

После того, как сборочный чертеж готов, необходимо создать спецификацию к нему.

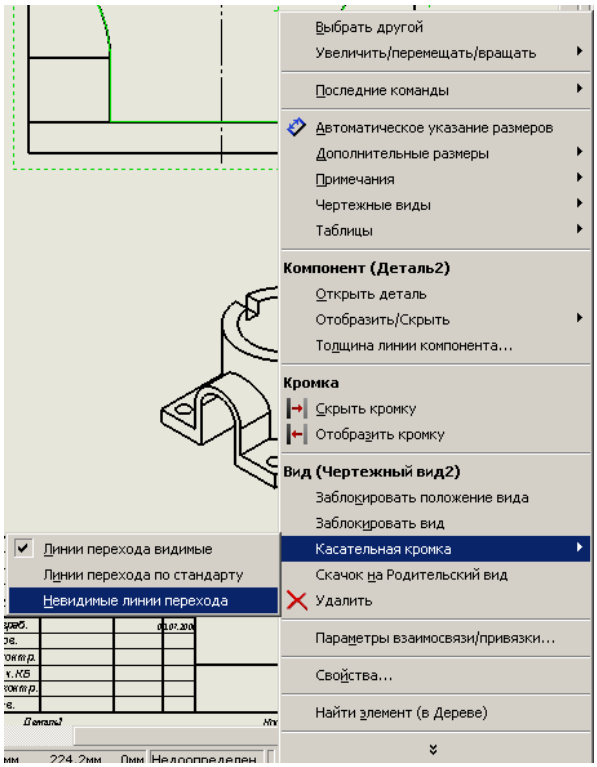
Для создания чертежа из модели нажимаем на кнопку «Создать чертеж из детали/сборки» в появившемся окне выбираем требуемый формат листа или задаем размеры формата листа сами.



На созданном формате чертежа расставляем и ориентируем виды модели. Если требуется, то меняем масштаб отдельных видов. Для этого выделяем нужный вид, и в свойствах вида задаем необходимый масштаб.

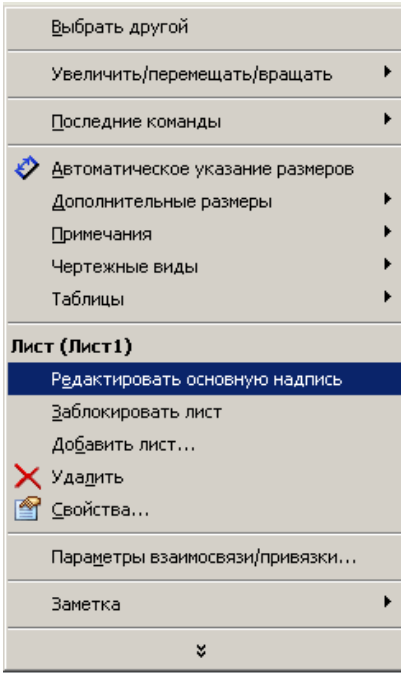


Для настройки отображения видов (скрытия или отображения линий перехода) необходимо выделить вид и нажать на правую кнопку мыши. В появившемся контекстном меню выбрать «Касательная кромка» - «Невидимые линии перехода».



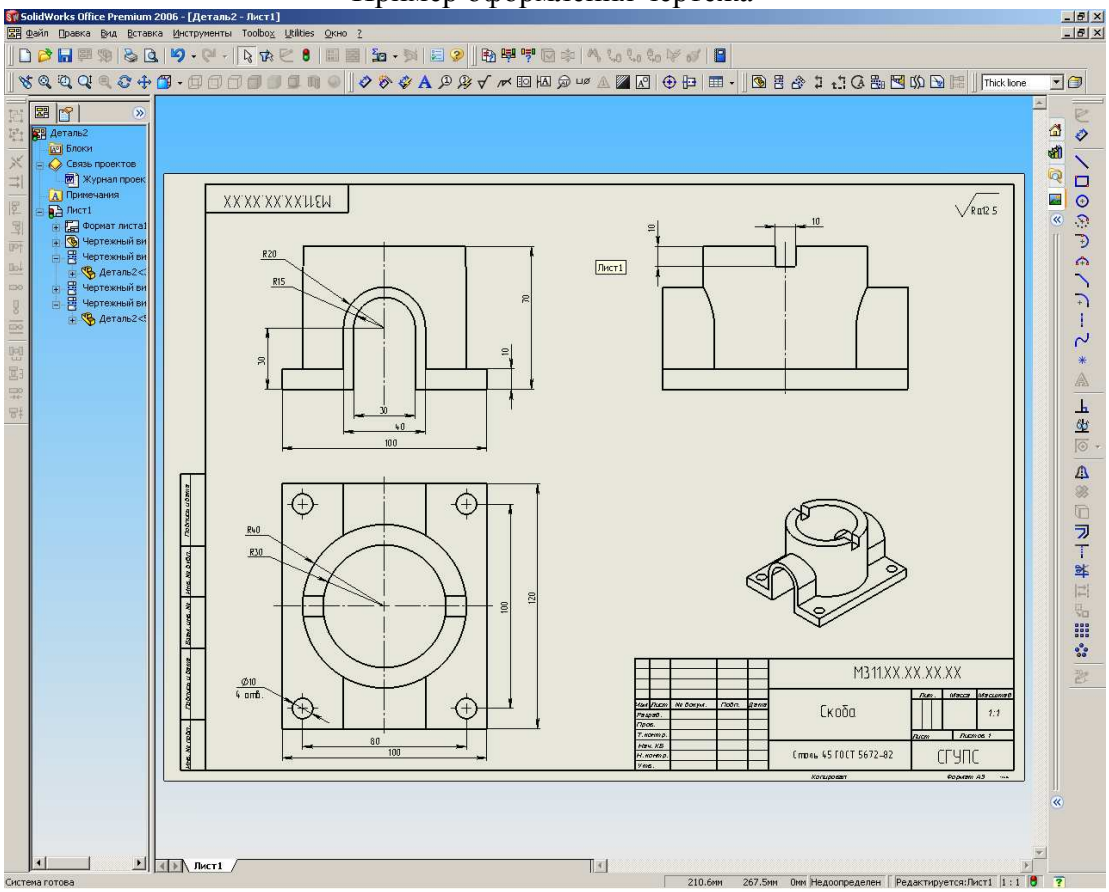
Для редактирования основной надписи листа необходимо на листе нажать на правую кнопку мыши и в контекстном меню выбрать «Редактировать основную надпись». При этом скрываются все чертежные виды, а основная надпись становится

доступной для редактирования. Для выхода из этого режима нажимаем правую кнопку мыши и выбираем «Редактировать лист».



Наносим на чертеж необходимые размеры, проставляем шероховатость и заполняем основную надпись. Окончательный вид оформленного чертежа представлен на рисунке.

Пример оформления чертежа



3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Создать чертеж трех видов детали по индивидуальному заданию преподавателя.

Лабораторная работа №23

ВЫПОЛНЕНИЕ РАЗРЕЗОВ И СЕЧЕНИЙ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Закрепление навыков создания сборочных единиц.

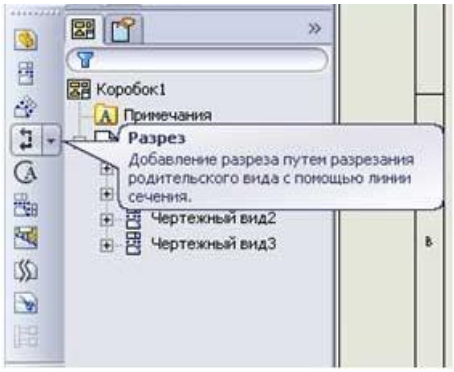
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Разрезы и сечения - это изображения конструкции, получающиеся при мысленном её рассечении одной или несколькими плоскостями. Разница между ними заключается в том, что на сечениях показывается только изображение, находящееся непосредственно в секущей плоскости, а на разрезах - в секущей плоскости, а также за ней.

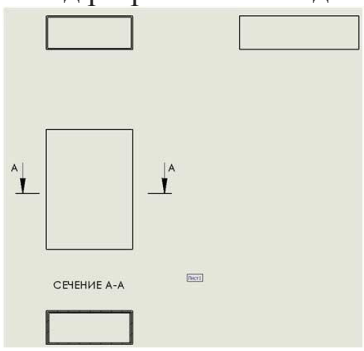
С точки зрения конструирования, сечения применяются для отдельных элементов деталей, разрез которых выполнять нецелесообразно. Однако при моделировании процесс получения обеих типов изображений объединен единым инструментом.

Порядок выполнения разрезов

Для выполнения разрезов на чертежах деталей служит иконка **Разрез** на панели инструментов **Чертеж**.



Для построения разреза нужно нажать на кнопку **Разрез** и нарисовать линию разреза на детали. Потом перетянуть вид разреза на свободное место чертежа.



В параметрах разреза можно редактировать:

1. Направление.
2. Шрифт.
3. Тип сечения (местное, секущая грань, авто штриховка, отобразить поверхностные тела).
4. Импорт примечаний.
5. Тип отображения.

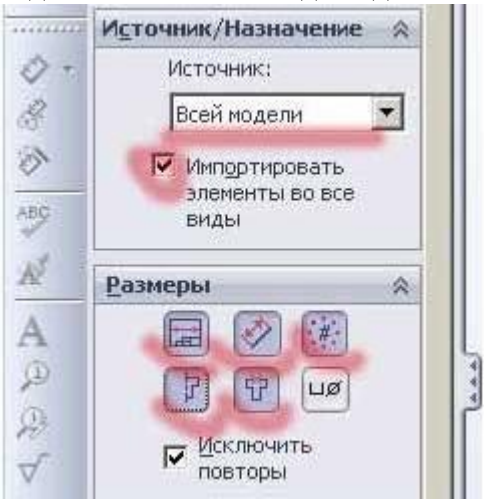
6. Масштаб.
7. Тип размера (проекционный или реальный).
8. Условные изображения резьбы.
9. Дополнительные свойства.

Далее нашу деталь необходимо образмерить.

Для этого существует два способа:

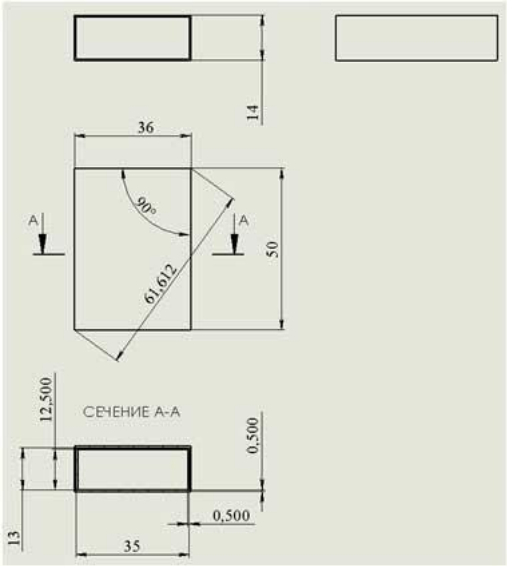
1. Проставить размеры в ручном режиме.
2. Импортировать размеры из эскизов детали и отредактировать.

Для этого нажимаем кнопку **Элементы модели** на панели инструментов **Примечания** и отмечаем необходимые элементы модели для импорта в чертеж.



Далее нажимаем **ОК** и подправляем в ручном режиме размещение размеров.

Для добавления еще каких-либо размеров можно воспользоваться ручным режимом с помощью кнопки **Автоматическое нанесение размеров** на панелях **Эскиз** или **Примечания**. Работает она следующим образом. Нажимаем кнопку, и наводим указатель на кромку вида (она должна выделится другим цветом) и нажимаем левую кнопку мышки один раз. Появится размер длины кромки. Далее отводим указатель в сторону и еще раз нажимаем один раз левую кнопку мышки. С помощью этой функции можно проставить все возможные размеры (расстояние между кромками, угловые размеры, расстояния между точками, расстояния между центрами отверстий и т.д.).



Различают следующие **виды разрезов**:

- Простые и сложные ступенчатые разрезы
- Ломаные разрезы
- Местные разрезы

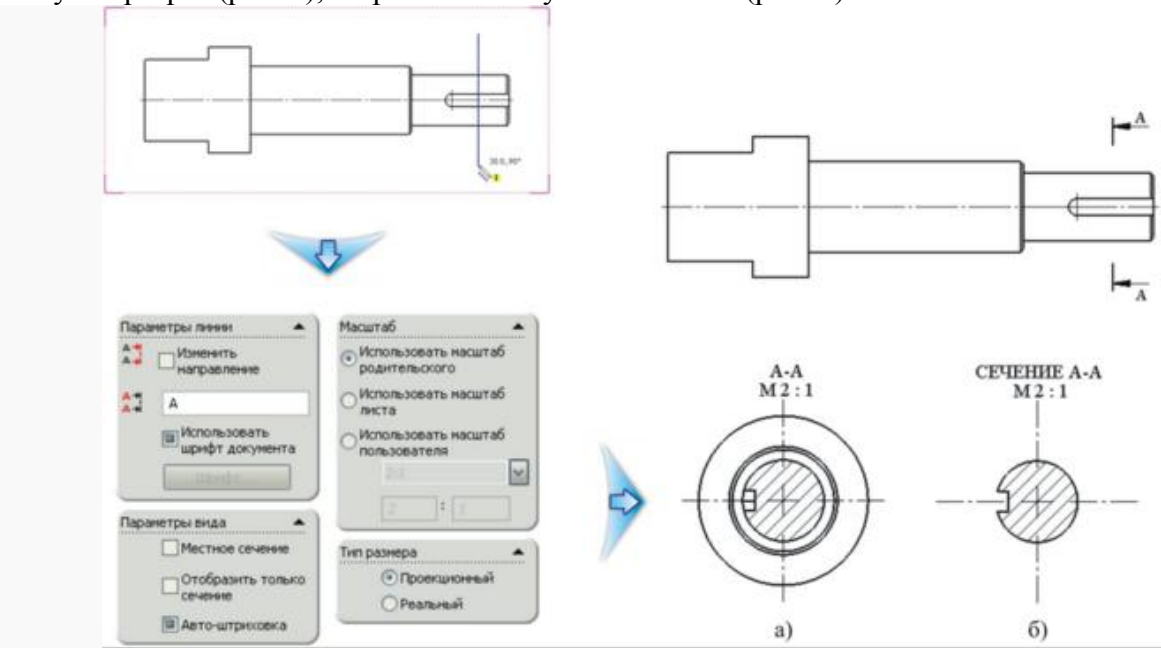
Простые и сложные ступенчатые разрезы в SolidWorks

Создание разрезов подобно созданию местных видов требует построения дополнительной геометрической конструкции - линии сечения. Один или несколько сегментов данной линии представляют собой след пересечения плоскости вида и перпендикулярной ей поверхности сечения.

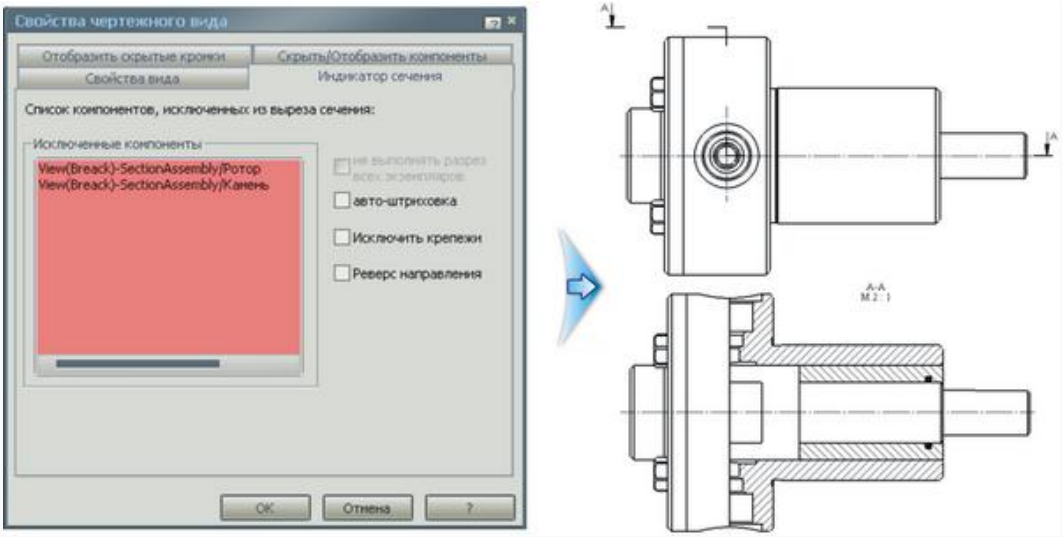
Допускается построение линии сечения как до вызова команды **Вставка - Чертежный вид**

Разрез (предварительно активизировав исходный вид), так и после. В первом случае можно начертить ступенчатую ломаную линию (секущую сложных разрезов), во втором - простой отрезок (секущую горизонтальных, вертикальных или наклонных разрезов). Если линия сечения проведена не через всю модель, будет создан не полный, а частичный разрез.

Большинство параметров данного инструмента аналогичны рассмотренным выше, однако особого внимания среди них требуют **Параметры вида**. Если флажки Местное сечение и **Отобразить только сечение** сброшены, то в качестве изображения будет получен разрез (рис. а), в противном случае - сечение (рис. б).



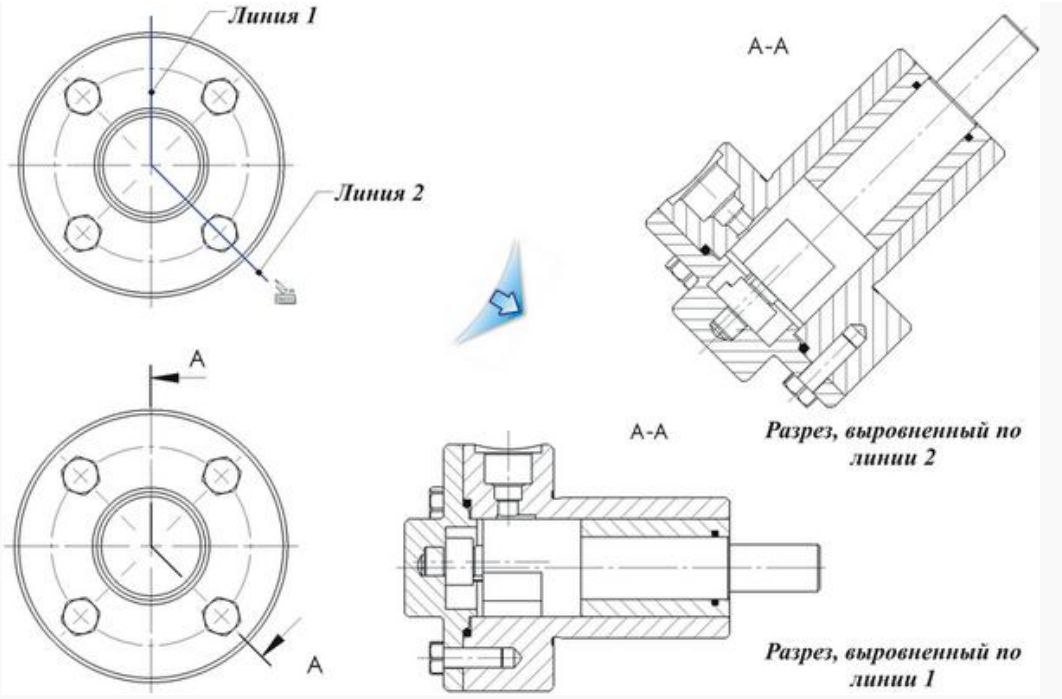
Описанную выше процедуру можно применять не только к моделям деталей. На сборочных чертежах разрезы и сечения всей конструкции выполняются аналогично, с той лишь разницей, что в отдельном диалоговом окне **Индикатор сечения** следует указать, какие компоненты нужно оставить неразрезанными. Это окно становится доступным при добавлении нового разреза 3D модели сборки или через **Свойства** уже созданного разреза (выбор названий деталей возможен из **Дерева конструирования**, родительского вида и существующего разреза).



Ломаные разрезы в SolidWorks

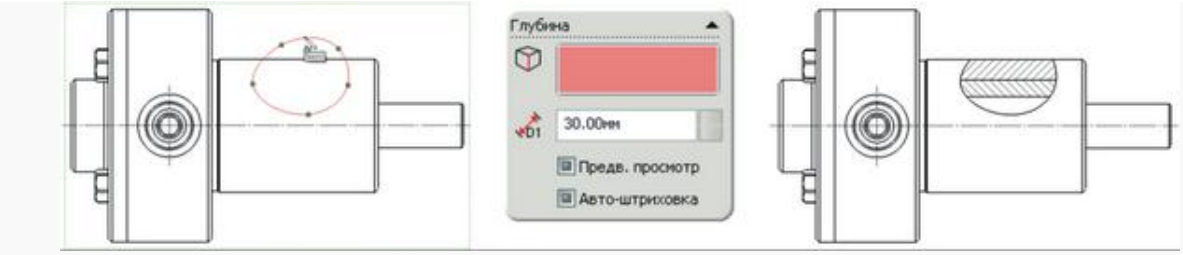
Ломаные разрезы также относятся к сложным разрезам и от ступенчатых отличаются тем, что имеют не параллельные, а пересекающиеся секущие плоскости. На чертежах их условно разворачивают до совмещения в одну плоскость, а элементы конструкции, расположенные за секущей, вычерчиваются по правилам проецирования на плоскость совмещения.

Учитывая данную особенность, в SolidWorks предусмотрена отдельная команда для создания ломаных разрезов: **Вставка - Чертежный вид - Выровненный разрез**. Её специфика в том, что после построения сегментов линии сечения и перед построением соответствующего вида необходимо выбрать отрезок, по которому будет выровнен весь разрез - прямое указание на общую плоскость совмещения.



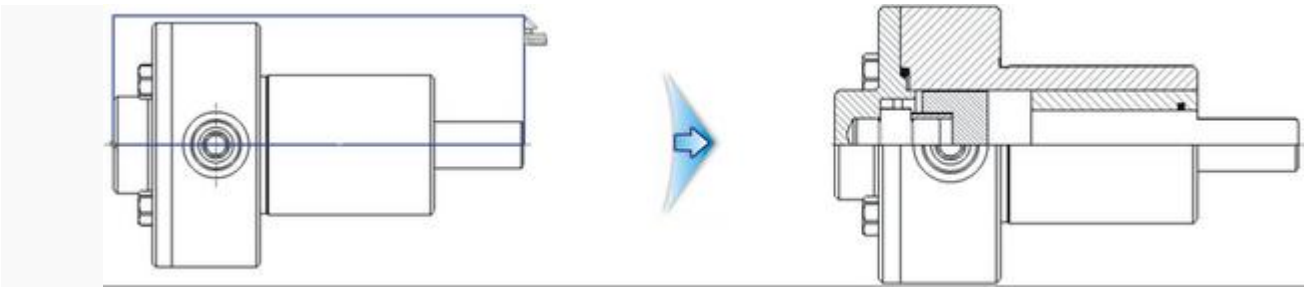
Местные разрезы в SolidWorks

Местный разрез служит для выяснения конструкции изделия лишь в отдельном, ограниченном месте. Для этого на родительском виде строится замкнутая кривая - граница выносного изображения, внутренняя область которой в последствии будет вырезана на заданную глубину.



Команда находится в меню **Вставка - Чертежный вид -** **Вырыв детали** и в качестве параметров требует задать численное значение расстояния или явно указать кромку, до корой будет вырезана модель.

Использование данной команды весьма удобно для создания частного случая местного разреза - совмещенного с видом разреза. Дело в том, что стандартом допускается для симметричных конструкций, с целью экономии площади чертежа и уменьшения объема графических работ, совмещать на одном изображении половину разреза и соответствующую половину вида. Достичь этого при моделировании очень просто: в качестве ограничивающей линии сечения чертится прямоугольник, выходящий за габариты изделия, одна сторона которого колиниарна оси симметрии.



3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
4) Выполнить разные виды разрезов на детали по заданию преподавателя.

Лабораторная работа №24

СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Закрепление навыков создания сборочных единиц.

2.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Используя технические описания ЛА самостоятельно выполнить сборку крыла с корпусом, нанести все необходимые сопряжения, выполнить сборочный чертеж со всеми необходимыми видами и разрезами.

Лабораторная работа №25

СОЗДАНИЕ СПЕЦИФИКАЦИИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научится создавать и заполнять спецификации

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Спецификации в SolidWorks являются параметрическими. Если компонент сборки удаляется или добавляется, это изменение автоматически отражается в спецификации. Однако до создания спецификации необходимо выбрать ее текстовые параметры.

1. Откройте диалоговое окно «Свойства документа» – «Оформление» - «Шрифт примечаний». Выберите параметр «Таблицы» в области «Тип примечаний», Чтобы вывести на экран диалоговое окно «Выбор шрифта».

2. В области «Высота» выберите параметр «Пункты» и выберите из списка значение 9 для размера шрифта. Закройте оба диалоговых окна.

3. Аналогично установите высоту текста позиций равной 12 пунктам.

4. Выделите изометрический вид и выберите команду «Спецификация» в менеджере команд. На экране появится менеджер свойств «Спецификация».

5. Щелкните на кнопке «Вверху» справа в списке «Угол привязки» раздвижной панели «Привязка таблицы».

Кроме того, установите флажок «Привязка».

6. Щелкните на кнопке ОК в менеджере свойств «Спецификация».

Шаблон спецификации создан. Обратите внимание, что в спецификации также содержится столбец «Описание». Однако этот столбец не является обязательным, поэтому его нужно удалить.

7. Поместите курсор на заголовок столбца «Описание» и щелкните правой кнопкой мыши, чтобы вывести на экран контекстное меню. Выберите команду «Удалить» > «Столбец». Столбец будет удален.

Лист чертежа после добавления спецификации и удаления столбца «Описание».

Если цвет спецификации серый и плохо различим, откройте диалоговое окно «Параметры системы» - «Цвета». Выделите строку «Импортированные примечания» из списка «Системные цвета» и измените цвет на черный.

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Создать спецификацию на сборочный чертеж крепления крыла с корпусом, полученный в ходе выполнения предыдущей лабораторной работы.

Лабораторная работа №26

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ. ПОСТРОЕНИЕ ЭСКИЗОВ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Изучить основные этапы твердотельного проектирования и научиться их применять на практике.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Шаги планирования и создания детали перечислены ниже.

■ **Терминология**

Какие термины наиболее часто используются, если речь идет о моделировании с помощью программного обеспечения SolidWorks?

■ **Выбор профиля**

Какой профиль наиболее подходит в начале процесса моделирования?

■ **Выбор плоскости эскиза**

Как связан выбор профиля с выбором плоскости эскиза?

■ **Замысел проекта**

Что такое замысел проекта и как он влияет на процесс моделирования?

■ **Новая деталь**

Открытие новой детали является первым шагом.

■ **Первый элемент**

Что такое первый элемент?

■ **Бобышки, вырезы и отверстия**

Как изменяется первый элемент при добавлении бобышек, вырезов и отверстий?

■ **Скругления**

Округление острых углов - скругление.

■ **Чертежи**

Создание чертежного листа и чертежных видов модели.

■ **Изменение размеров**

При изменении размера изменяется геометрия модели. Как это получается?

При переходе к трехмерной геометрии требуются некоторые новые термины. В программном обеспечении SolidWorks используется множество терминов, с которыми вы познакомитесь в процессе работы с продуктом. Среди них много таких терминов, о которых вы узнаете, занимаясь проектированием и производством, например о вырезах и бобышках.

Все создаваемые вырезы, бобышки, плоскости и эскизы считаются элементами. Нарисованные элементы основаны на эскизах (бобышка и вырез), прикладные элементы основаны на кромках или гранях (скругление).

Плоскости представляют собой плоские и бесконечные поверхности. Они представлены на экране с видимыми кромками. Они используются в качестве первичной плоскости эскиза для создания бобышек и вырезов. Существует множество способов создания элементов и придания формы твердотельному элементу, однако в данном упражнении будут рассматриваться только *вытяжки.* При использовании вытяжки профиль удлиняется на некоторое расстояние вдоль пути, который обычно перпендикулярен плоскости профиля. Траектория перемещения вдоль этого пути и становится твердотельной моделью.

В системе SolidWorks в качестве имени, используемого для описания двухмерного профиля, используется термин ***эскиз.*** Эскизы создаются на плоских гранях

и плоскостях в модели. Обычно они используются в качестве основы для бобышек и вырезов, хотя и могут существовать независимо от других элементов.

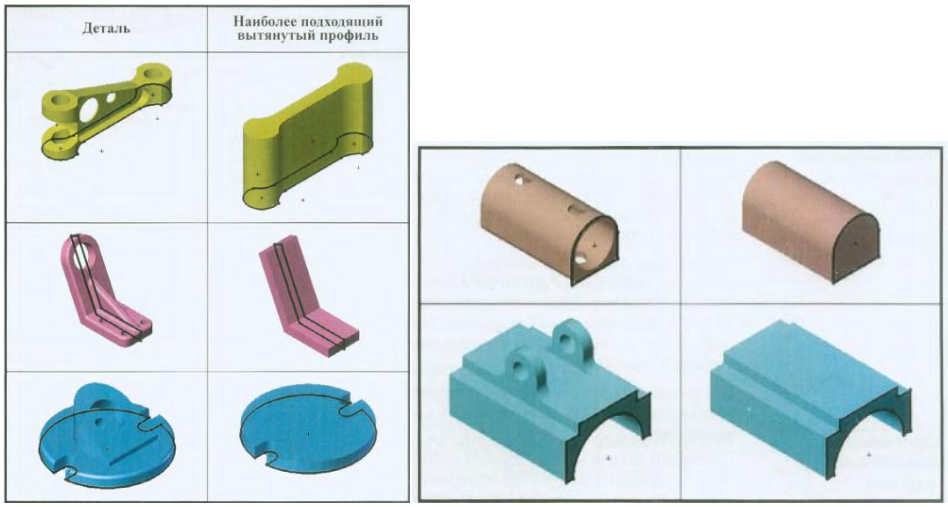
Бобышки используются для *добавления* материала в модель. Критический начальный элемент также является бобышкой. После первого элемента можно добавлять столько бобышек, сколько необходимо для завершения проекта. Как и в случае с основанием, создание всех бобышек начинается с эскиза.

Вырез используется для ***удаления*** материала из модели. Это элемент, противоположный бобышке. Как и бобышки, создание выреза начинается с двухмерного эскиза, и вырезы используются для удаления материала путем вытяжки, вращения и использования других методов, о которых вы узнаете.

Скругления и *окружения* обычно добавляются в твердотельный элемент, а не в эекиз. По способу расположения фаней рядом с выбранной кромкой система определяет, требуется ли создавать округление (удаление материала) или скругление (добавление материала).

Особенности создания и изменения модели определяются замыслом проекта. При замысле проекта необходимо учитывать отношения между элементами, а также последовательность их создания.

Выберите *"наилучший"* профиль. При вытягивании этого профиля создается большая часть модели, чем при использовании любого другого профиля. В качестве примеров приведены эти модели.



Следующим шагом после определения наиболее подходящего профиля является определение вида, который будет использоваться, и выбор плоскости с тем же именем для рисования. Программное обеспечение SolidWorks предоставляет три плоскости, которые описаны ниже.

Существуют три плоскости по умолчанию, обозначенные как Передняя плоскость, Верхняя плоскость и Правая плоскость. Каждая плоскость бесконечна, однако имеет границы на экране, чтобы можно было просмотреть выбранный элемент. Кроме того, каждая плоскость проходит через исходную точку и взаимно перпендикулярна с другими плоскостями.

Плоскости можно переименовывать. В этом курсе имена Передняя плоскость, Верхняя плоскость, Правая плоскость заменяют имена по умолчанию соответственно. Это общепринятое именование используется в других системах CAD и удобно для многих пользователей.

Несмотря на то, что плоскости бесконечны, возможно, будет проще рассматривать их как плоскости, образующие открытую коробку, и соединяющиеся в

исходной точке. Следуя этой аналогии, внутренние грани коробки являются потенциальными плоскостями эскиза.

Деталь будет размещаться в коробке три раза. Каждый раз наиболее подходящий профиль будет соприкасаться с одной из трех плоскостей или будет параллелен им. Несмотря на то, что существует множество комбинаций, в данной задаче выбор ограничен тремя вариантами.

При выборе плоскости эскиза следует учитывать несколько аспектов. Два из них - внешний вид и ориентация детали в сборке. Внешний вид определяет ориентацию детали в стандартных видах, например в виде Isometric (Изометрический). Он также определяет, на что будет потрачено большинство времени при создании модели.

Ориентация детали в сборке определяет способ ее расположения относительно других, сопряженных с ней деталей.

Еще один аспект, который следует учитывать при выборе плоскости эскиза - как требуется отобразить модель в чертеже при ее детализации. Следует так построить модель, чтобы вид спереди совпадал с видом спереди в окончательном чертеже. Это позволит сэкономить время во время оформления, поскольку можно будет использовать предварительно определенные виды.

Если тщательно продумать и верно определить, какую плоскость следует использован ь для рисования профиля, го в детальном чертеже можно легко создать надлежащие виды.

Построение эскизов твердотельных моделей

SolidWorks предлагает богатое разнообразие инструментов эскиза, с помощью которых можно создавать геометрию профиля. В этой лабораторной будет использована только одна из самых главных форм: **Линии.**

В таблице ниже приведены некоторые объекты эскиза, имеющиеся на панели инструментов "Эскиз".

Объект эскиза	Кнопка панели инструментов	Пример геометрии
Линия		
Окружность		
Окружность по периметру		
Дуга с указанием центра		
Касательная дуга		
Дуга через 3 точки		
Эллипс		
Неполный эллипс		
Парабола		
Сплайн		
Прямая прорезь		
Прямая прорезь через центральную точку		

Объект эскиза	Кнопка панели инструментов	Пример геометрии
Прорезь по дуге через три точки		
Прорезь по дуге через центральную точку		
Многоугольник		
Угловой прямоугольник		
Прямоугольник из центра		
Прямоугольник через 3 точки под углом		
Прямоугольник через три точки из центра		
Параллелограмм		
Точка		
Осевая линия		

Оптимальный способ для начала рисования - это использование самой основной формы **Линия.**

Для рисования геометрии можно использовать два метода:

■ **Нажать-нажать**

Поместите курсор в место предполагаемого начала линии. Щелкните (нажмите и отпустите) левую кнопку мыши. Переместите курсор в место предполагаемого окончания линии. Предварительный вид объекта эскиза будет следовать за курсором как "резиновая нить". Нажмите левую кнопку мыши еще раз. При дополнительных нажатиях создается серия соединенных линий.

■ **Нажать-Перетащить**

Поместите курсор в место предполагаемого начала линии. Нажмите и удерживайте левую кнопку мыши. Перетащите курсор в место предполагаемого окончания объекта эскиза. Предварительный вид объекта эскиза будет следовать за курсором как "резиновая нить". Отпустите левую кнопку мыши.

Инструмент **Линия** служит для создания сегментов одиночной линии в эскизе. Горизонтальные и вертикальные линии можно создавать во время рисования, для этого следите за обозначениями обратной связи возле курсора.

■ В меню **Инструменты** выберите **Объекты эскиза, Линия.**

■ Или, предварительно расположив курсор в графической области, нажмите правой кнопкой мыши и выберите **Линия** в контекстном меню.

■ Или на панели инструментов "Эскиз" нажмите кнопку **Линия .**

Взаимосвязи эскиза используются для управления поведением в элементе эскиза, в результате чего выполняется замысел проекта.

Выбери те инструмент **Линия** и нарисуйте горизонтальную линию из исходной точки. У курсора появляется обозначение " — ", указывающее на то, что к линии автоматически добавляется взаимосвязь **Горизонтальность.** Число указывает на длину линии. Нажмите еще раз для завершения построения линии.

Внимание! Можно не слишком заботиться о построении линии точной длины.

В программе SolidWorks управление зависит от размеров, то есть размеры управляют величиной геометрии, а не наоборот. Создайте эскиз приблизительно нужного размера и формы, а затем воспользуйтесь размерами, чтобы сделать его точным.

Линия под углом.

Начните с конца первой линии и нарисуйте линию под углом.

Кроме обозначений " — " и " | ", также отображаются штриховые линии формирования, помогающие выполнить "выравнивание" в соответствии с существующей геометрией. К этим линиям относятся векторы, перпендикуляры, горизонтали, вертикали, касательные и осевые линии.

Обратите внимание, что некоторые линии фактически являются геометрическими взаимосвязями, тогда как другие просто выступают в роли направляющих или справочных линий во время рисования. Линии формирования различаются цветами.

Отображение взаимосвязей эскиза, появляющихся автоматически, может быть включено или отключено с помощью меню **Вид, Взаимосвязи эскиза.** Они останутся во время начальной стадии рисования.

Линии формирования.

Создайте линию, перемещаясь в направлении, перпендикулярном предыдущей линии. Это приведет к отображению линий формирования при рисовании. Между этой линией и последней линией создается взаимосвязь **Перпендикулярность.**

Обозначение курсора указывает на то, что выполняется взаимосвязь "перпендикулярность". Обратите внимание, что курсор линии не отображается для ясности.

Перпендикулярность.

Другая перпендикулярная линия создается из последней конечной точки. И снова взаимосвязь "перпендикулярность" выполняется автоматически.

Справочная.

Создайте горизонтальную линию из последней конечной точки. Некоторые линии формирования служат строго для базиса и *не* создают взаимосвязей. Они отображаются синим цветом. Этот базис используется для вертикального выравнивания конечной точки с исходной точкой.

В инструменте рисования имеется множество функций обратной связи. Курсор будет изменяться, чтобы показать, какой тип объекта создается.

Он также будет указывать на имеющиеся варианты выбора в существующей геометрии, например, конечная точка, точка совпадения или средняя точка, с помощью красной точки при наведении курсора.

Тремя наиболее распространенными обозначениями обратной связи являются:

Обозначение	Значок	Описание
Конечная точка		Желтые концентрические окружности отображаются в конечной точке при наведении на нее курсора.
Средняя точка		Средняя точка отображается как квадрат. Он становится красным, когда курсор наводится на линию.
Совпадение (На кромке)		Квадрантные точки окружности отображаются с концентрической окружностью на центральной точке.

Закрыть.

Закройте эскиз после того, как конечная линия будет соединена с точкой начала первой линии.

Активный инструмент отключается с помощью *одного* из этих **инструментов** способов:

■ Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре.

■ Или выберите второй раз активный инструмент (в данном примере - **Линия**)**.**

■ Или нажмите инструмент **Выбрать**

■ Или нажмите правой кнопкой мыши в графической области и щелкните **Выбрать** в контекстном меню.

Отключите инструмент.

Нажмите клавишу **Esc** на клавиатуре для отключения инструмента создания линии.

В любой момент эскизы могут находиться в одном из пяти состояний определения. Состояние эскиза зависит от геометрических взаимосвязей между геометрией и размерами, которые ее определяют. Тремя наиболее распространенными состояниями являются:

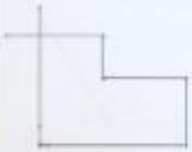
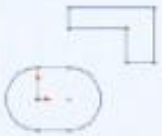
Недостаточное определение эскиза, однако эскиз еще может быть использован для создания элементов. Это положительный момент, поскольку очень часто на ранних стадиях процесса проектирования не хватает информации для полного определения эскиза. Остальное определение может быть добавлено позже, когда станет доступной дополнительная информация. Геометрия недоопределенного эскиза обозначается **синим** цветом (по умолчанию).

В эскизе имеется полная информация. Геометрия полностью определенного эскиза обозначается черным цветом (по умолчанию). По общему правилу, когда деталь идет в производство, ее эскизы должны быть полностью определены.

В эскизе имеются дублирующиеся размеры или конфликтующие взаимосвязи, и его не следует использовать, пока не будут выполнены исправления. Ненужные размеры и взаимосвязи должны быть удалены. Геометрия переопределенного эскиза обозначается **красным** цветом (по умолчанию).

Двумя другими состояниями являются **Решение не было найдено** и **Найдено недопустимое решение.** Оба они указывают на ошибки, которые должны быть исправлены.

Различные типы эскизов дают разные результаты. Некоторые типы приводятся в таблице ниже.

Тип эскиза	Описание	Особые замечания
	Типичный "стандартный" эскиз - явно замкнутый контур.	Не требуется.
	Из нескольких вложенных контуров создается бобышка с внутренним вырезом.	Не требуется.
	Из открытого контура создается тонкостенный элемент с постоянной толщиной.	Не требуется. Для получения дополнительных сведений см. *Тонкостенные элементы* на стр. 260.
	Углы явно не замкнуты. *Хотя должны быть замкнуты.*	Используйте **Инструмент для выбора контура**. Для получения дополнительных сведений см. *Контуры эскиза* на стр. 329. Хотя этот эскиз и подходит для работы, он демонстрирует неудовлетворительную технику рисования и небрежность. Так не следует делать.
	Эскиз содержит самопересекающийся контур.	Используйте **Инструмент для выбора контура**. Для получения дополнительных сведений см. *Контуры эскиза* на стр. 329. Если выбраны оба контура, эскизом данного типа будет создан **Твердый многотельный элемент**. См. раздел *Твердые многотельные объекты* в учебном курсе *Расширенное моделирование деталей*. Хотя данный пример может иметь применение, однако многотельные объекты являются методом расширенного моделирования, которым можно пользоваться только после приобретения достаточного опыта.
	Эскиз содержит разъединенные контуры.	Эскизом данного типа может быть создан **Твердый многотельный элемент**. См. раздел *Твердые многотельные объекты* в учебном курсе *Расширенное моделирование деталей*. Хотя данный пример может иметь применение, однако многотельные объекты являются методом расширенного моделирования, которым можно пользоваться только после приобретения достаточного опыта.

Текущее состояние эскиза.

Эскиз **Недоопределен,** так как часть геометрии обозначена синим цветом.

Обратите внимание, что конечные точки линии, в отличие от самой линии, могут быть разного цвета и в различном состоянии.

Перетаскивание.

Под определенную геометрию **(синюю)** можно перетащить в новое место. Полностью определенную геометрию – нельзя. Перетащите верхнюю конечную точку для изменения формы эскиза. Конечная точка, которую перетащили, отображается в виде зеленой точки.

Отменить изменение.

Отмените последнюю команду с помощью параметра **Отменить.** Чтобы увидеть список последних нескольких команд (и выбрать в нем нужную), нажмите меню со стрелкой вниз. Горячими клавишами для команды **Отменить** является комбинация **Ctrl+Z.**

3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Создать эскиз детали, выданной в качестве индивидуального задания.

Лабораторная работа №27

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ ПО СЕЧЕНИЯМ. СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ЛА ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Закрепить полученные навыки твердотельного моделирования.

2.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Используя методические материалы, выданные преподавателем, а также реальные макеты создать трехмерную модель в соответствии с индивидуальным заданием. Нанести на чертеж необходимые размеры и составить спецификацию.

Лабораторная работа №28

СОЗДАНИЕ АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получить навыки построения ассоциативного чертежа.

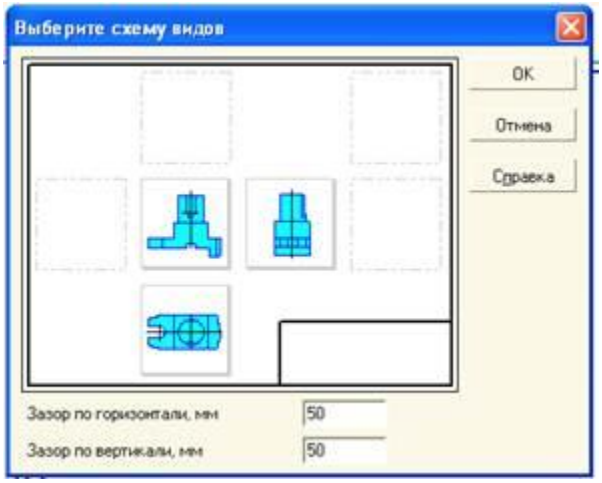
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Ассоциативный вид – это вид неразрывно связанный с трехмерной моделью, по образу которой формируется данный чертеж. Любое изменение формы и размеров модели неизбежно повлечет к соответствующим изменениям в ассоциативных видах.

Откроем рабочее окно **Чертеж.** На панели переключений выберем кнопку **Ассоциативные виды**, после чего откроется панель **Создание ассоциативных видов**.

На рабочей панели введем кнопку **Стандартные виды,** при этом на экране появится диалоговое окно, с помощью которого можно открыть папку, где находится необходимый файл, соответствующий модели.

После этого на поле чертежа отобразится фантом в виде прямоугольников, условно обозначающих три основных вида. В строке **параметров объектов** можно установить ориентацию детали, и тем самым определить главный вид, масштаб, включить или выключить невидимые линии, линии переходов, а также назначить цвет изображения.



Для того чтобы наиболее рационально расставить виды на поле чертежа, введем кнопку **Схема видов.** В результате откроется диалоговое окно, в котором можно установить набор стандартных видов, необходимых для полного представления о форме данной детали.

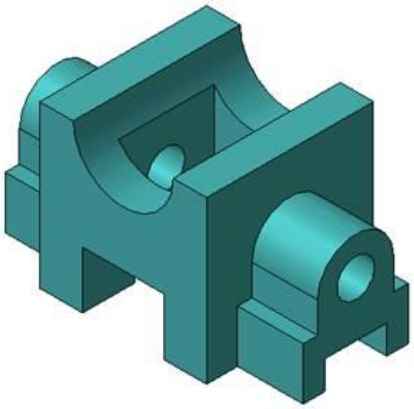
По умолчанию в диалоговом окне установлены три вида: главный вид; вид снизу; вид слева. Остальные основные виды представлены условными прямоугольниками. Если понадобится показать еще какой-нибудь вид, то необходимо указать его мышью. Аналогично можно удалить любой вид, кроме главного. Отменить построение главного вида невозможно.

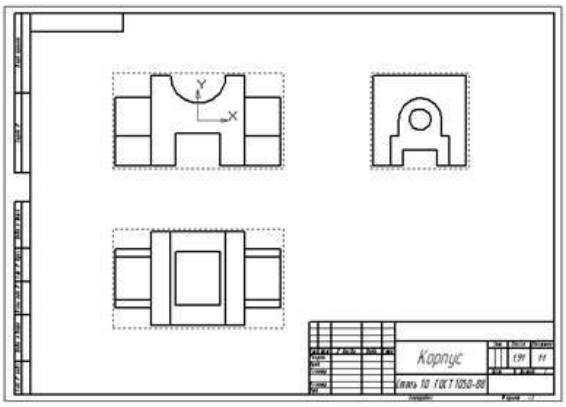
В нижней части диалогового окна необходимо указать **Зазор по горизонтали** и **Зазор по вертикали,**т о есть ввести числовое значение расстояния между видами в горизонтальном и вертикальном направлении.

Выбрав основные виды и установив их настройку, нужно указать положение точки привязки изображения – начала системы координат главного вида. После того, как на поле чертежа появятся выбранные виды, в основной надписи в автоматическом

режиме будут установлены все необходимые сведения об изделии. Они передадутся из файла модели.

На рисунках показана модель и ассоциативные виды, полученные в автоматическом режиме.





При построении ассоциативных видов необходимо помнить, что понятие «вид» в графическом редакторе и машиностроительном черчении несколько различно. В черчении видом называется изображение видимой части изделия, обращенной к наблюдателю, и между отдельными видами должна быть установлена проекционная связь. Напротив, в графическом редакторе под видом понимается любое логически завершенное изображение, и отдельные виды могут быть не связанными между собой.

Вид при формировании чертежа на компьютере – это средство, управляющее структурой изображения. Любой вид обладает рядом параметров: номер; масштаб; угол поворота в градусах; имя (необязательный параметр): точка привязки

В левой стороны в строке текущего состояния находится кнопка **Состояние видов,** справа находится кнопка **Список видов** и поле **Текущий вид,** где указывается номер текущего вида.

Для получения информации о видах документа введем кнопку **Состояние видов**, при этом откроется диалоговое окно.

В этом окне приводятся все сведения о видах, которые будут представлены на чертеже. Кроме этого, система автоматически формирует специальный **Системный вид** с нулевым номером. В этом виде выполняется внутренняя рамка и основная надпись. Любой из параметров вида может меняться пользователем в процессе работы. Исключение составляет **Системный вид.** Его параметры неизменны.

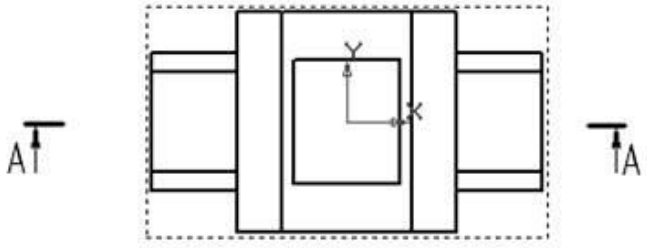
Аналогично, начало абсолютной системы координат чертежа всегда находится в левом нижнем углу.

При расстановке изображений система определяет положение начала координат каждого вида на основе данных о системе координат трехмерной модели. Если вид на чертеже создается вручную, то пользователь сам устанавливает его начало координат. Поэтому, **точка привязки** вида – это его начало координат по отношению к системе координат листа.

При создании чертежа можно манипулировать отдельными видами (удалять, перемещать, поворачивать). Если необходимо удалить вид следует ввести кнопку **Delet.** Если необходимо повернуть или переместить вид, то можно воспользоваться одноименными командами в группе команд **Редактор**.

Важным этапом оформления чертежа является изображение **разрезов.** Построение разреза следует выполнять в следующей последовательности.

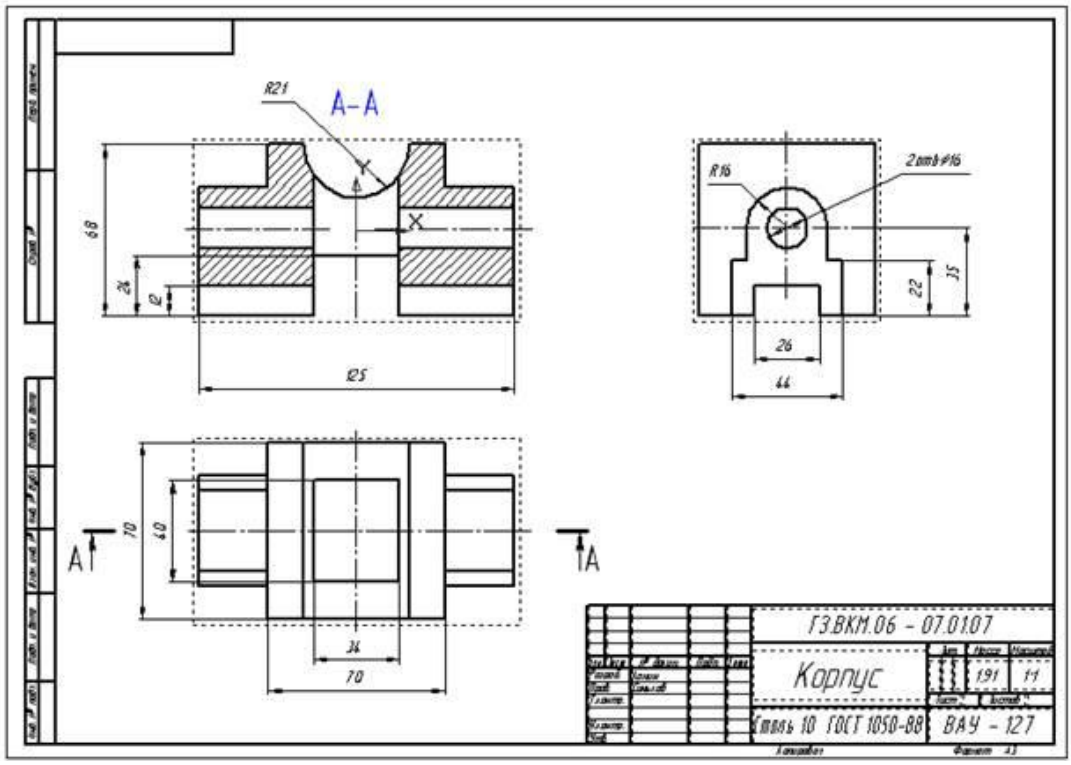
1. Вид, на котором будем изображать линию сечения, необходимо перевести в состояние **Текущий.** В нашем случае это – **Проекционный вид 2**(вид сверху).
2. В диалоговом окне **Установка глобальных привязок** включить привязку **Выравнивание.**
3. На панели **Обозначения** необходимо выбрать кнопку **Линия разреза.**
4. С помощью привязки **Выравнивание** следует указать точки две точки линии разреза.
5. При создании линии сечения нужно проверить направление взгляда, которое указывается специальными стрелками. Если оно выбрано неправильно, то его можно поменять на противоположное с помощью специальной кнопки в строке **Параметров объектов** и ввести кнопку **Создать объект**.



6. На панели **Создание ассоциативных видов** введем кнопку **Разрез/Сечение**, после чего курсором необходимо указать линию сечения. Если все предыдущие операции были выполнены правильно, то линия сечения обозначится красным цветом. На экране появится фантом в виде габаритного прямоугольника.
7. Далее в строке **Параметров объектов** следует ввести закладку **Штриховка** и задать все параметры штриховки.
8. Мышью следует указать направление расположения разреза. Он установится в проекционной связи с видом **Сверху** на месте вида **Спереди.** Новый вид будет текущим и автоматически получит имя **Разрез А – А.**

Полученный в автоматическом режиме чертеж необходимо оформить. Оформление предусматривает: построение осей, простановку размеров, введение технологических обозначений, введение технических требований, заполнение основной надписи.

На рисунок показан завершенный вариант ассоциативного чертежа корпуса.



3.ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Изучить теоретические основы выполняемой работы.
2) Выполнить чертеж детали по заданию преподавателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Макарова, Н.В. Информатика: учебник / Н.В.Макарова [и др.]; под ред. Н.В.Макаровой. 3-е изд.,перераб. М. : Финансы и статистика, 2000. 768 с. : ил.

2. Горелова, Г.В. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel : учебное пособие для вузов / Г.В.Горелова,И.А.Кацко. 3-е изд.,доп.и перераб. Ростов-на/Д : Феникс, 2005. 480с.

3. Конев, Ф.Б. Информатика для инженеров : учеб.пособие для вузов / Ф.Б.Конев. М. : Высш.шк., 2004. 272с.

4. Бертяев, В.Д. Теоретическая механика на базе Mathcad : практикум:учеб.пособие для вузов / В.Д.Бертяев. СПб. : БХВ-Петербург, 2005. 752с. : ил.

Дополнительная литература

1. Миллхоллон, М. Эффективная работа Word 2002 / М.Миллхоллон,К.Мюррей;Пер.с англ.М.Малышева,О.Некруткина. М.и др. : Питер, 2003. 944с. : ил.

2. Карпов, Б. Microsoft Excel 2002 : Справочник / Б.Карпов. СПб.и др. : Питер, 2002. 544с. : ил. (Справочник) .

3. Microsoft Access 2003 : офиц.учеб.курс:сертифицированный специалист Microsoft Office:пер.с англ. Рус.версия. М. : ЭКОМ, 2007. 432с. : ил.

4. Лавренов, С. М. Excel : сб. примеров и задач / С. М. Лавренов. М. : Финансы и статистика, 2002. 336 с. : ил.

5. Бертяев, В.Д.ТулГУ (Тула). MathCAD в курсе теоретической механики : учебное пособие (приложение):описание пакета Mathcad / В.Д.Бертяев;ТулГУ. Тула : Изд-во ТулГУ, 2003. 241с. : ил.

6. Герасимов, А. А. Самоучитель Компас-3D V8 / А. А. Герасимов. СПб. : БХВ-Петербург, 2007. 544 с. : ил. (Самоучитель) .