

Министерство образования и науки Российской Федерации

*Амурский государственный университет*

Н.П. Семичевская, О.В. Жилиндина,

В.Е. Козюра

КОМПЬЮТЕРНЫЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ

*Учебно-методическое пособие*

Благовещенск

Издательство АмГУ

2011

ББК 32.973-018я73

С 30

*Рекомендовано  
учебно-методическим советом университета*

*Рецензенты:*

*Теличенко Д.А., доц. каф. автоматизации производственных процессов АмГУ,  
канд. техн. наук;*

*Семочкин А.Н., доц. каф. информатики и методики  
преподавания информатики БГПУ, канд. физ.-мат. наук*

Семичевская Н.П., Жилиндина О.В., Козюра В.Е.

С 30 Компьютерные информационные технологии / учебно-методическое пособие для студентов специальностей 230102 и 230201 очной формы обучения / Н.П. Семичевская, О.В. Жилиндина, В.Е. Козюра – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2011. – 84 с.

В пособии представлен практикум из 13 лабораторных работ, даны краткие теоретические сведения, примеры, контрольные вопросы и задания для самостоятельного выполнения. Пособие рекомендуется студентам, изучающим курс «Информационные технологии», а также всем желающим ознакомиться с современными компьютерными информационными технологиями.

С 16

© Амурский государственный университет, 2011

© Семичевская Н.П., Жилиндина О.В., Козюра В.Е., 2011

## *ВВЕДЕНИЕ*

Курс «Информационные технологии» является одной из общеобразовательных дисциплин в образовательном процессе при подготовке студентов по специальностям 230102 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» и 230201 «Информационные системы и технологии».

Актуальность и важность данного курса в образовательной программе обоснованы невозможностью осуществлять информатизацию общества без целенаправленного, грамотного применения информационных технологий. Знания видов и возможностей информационных технологий необходимы любому современному квалифицированному специалисту для применения в повседневной практике, внедрения их с целью своевременного и качественного обеспечения пользователей необходимыми данными, а также управления как информационными, так и иными процессами, т. е. для принятия эффективных управленческих решений. Успешное освоение информационными технологиями позволяет студентам практически применять полученные знания и навыки в процессе обучения в вузе, а выпускникам вуза – наиболее целенаправленно использовать их в своей практической деятельности.

Цель курса « Информационные технологии» – ознакомление студентов с: основными информационными процессами, ресурсами и системами, ориентированными на своевременное и качественное обеспечение потребителей необходимой им информацией; их свойствами и возможностями, способами применения в различных областях деятельности общества; программно-техническими комплексами их реализации; методами, создания, хранения и распространения информации; телекоммуникациями; способами эффективной работы с информацией.

## Лабораторная работа 1

### СОЗДАНИЕ ФОРМ ДЛЯ ВВОДА ДАННЫХ

Форма – это бланк для заполнения конкретными данными. Форма Word представляет собой электронную версию формы в виде документа с незаполненными областями, в которые пользователь должен на компьютере вводить данные. Форма предназначена для сокращения трудозатрат на оформление документов за счет предварительного создания шаблона, на базе которого создаются новые документы, например формы различных справок установленного образца, бланков документов, таблиц и т.д.

В Word можно создать следующие виды форм:

- формы, которые печатаются, а затем заполняются на бумаге. Для ввода данных используется панель инструментов Формы для вставки текстовых полей и флажков со списками возможных ответов, например «Да» и «Нет». Это обычный документ, который не требует защиты при работе;
- электронные формы, которые можно распространять через электронную почту или по сети. Для вставки поля формы используется панель инструментов Формы, а для упрощения заполнения к полям форм можно добавить подсказки. Эти формы требуют защиты от несанкционированного доступа по изменению вида;
- настраиваемые электронные формы, которые представляют большие возможности для ввода данных, выбора ответов из списка и записи ответов. Эти формы также можно распространять через электронную почту или по сети. Для них также необходима защита от несанкционированного доступа по изменению ее вида.

Форма состоит из *постоянной* (неизменной) и *переменной* (изменяемой) при вводе данных части документа. В состав формы могут входить:

- произвольный текст;
- графика (рисунки, диаграммы);
- текстовые поля для ввода информации:
  - Обычный текст

- Число
- Дата
- Текущая дата
- Текущее время
- Вычисляемое значение

- списки альтернативных значений, предлагаемых для выбора при заполнении формы;

- кнопка <Флажок>.

К элементам форм могут применяться все основные команды меню *Формат*.

К *постоянной* части формы относится неизменяемый при вводе текст, таблицы фиксированного содержания, оформительские элементы: рисунки, графика, линии разметки, элементы оформления – заполнение, обрамление. Текст формы и включаемые в нее элементы могут быть организованы в табличном виде.

*Переменная* часть документа включает поля, списки, переключатели. Настройка элементов переменной части формы осуществляется в соответствующих диалоговых окнах <<Параметры текстового поля>>, <<Параметры со списком>>, <<Параметры флажка>>. Вызов этих окон производится командой *Свойства* из контекстного меню (таблица 1).

Для полей, списков и флажков могут выполняться макрокоманды при входе и выходе курсора из этого элемента. Макрокоманды создаются предварительно.

В строке-состояния или по клавише <F1> можно сделать индикацию справки по работе с элементами формы. Справка содержит произвольный текст, подготовленный разработчиком формы; максимальная длина текста справки – 255 символов.

Каждый элемент формы автоматически помечается закладкой. Закладка - это специальная пометка в документе, которая позволяет ссылаться на определенное место в документе или фрагмент текста по имени закладки. Такие ссыл-

ки могут использоваться для быстрого перемещения по тексту, в формулах, для перекрестных ссылок.

Таблица 1.1 – Параметры полей переменной части формы

| № п/п | Элемент поля | Тип поля        | Параметры поля   |
|-------|--------------|-----------------|--|
| 1     | Текст        | Обычный текст   | Максимальная длина текста<br>Текст по умолчанию  |
|       |              | Число           | Ограничение длины<br>Число по умолчанию<br>Формат числа  |
|       |              | Дата (время)    | Ограничение длины<br>Дата по умолчанию<br>Формат даты  |
|       |              | Текущая дата    | Формат текущей даты  |
|       |              | Текущее время   | Формат текущего времени  |
|       |              | Вычисление      | Выражение (формула вычисления, начинающаяся со знака =, содержит имена закладок, константы, знаки операций)<br>Ограничение длины<br>Формат выражения |
| 2     | Списки       | Элементы списка | Значение каждого элемента списка<br>Порядок следования элементов списка  |
| 3     | Флажок       |                 | Размер флажка (в пунктах)<br>Состояние по умолчанию (снят, установлен)   |

Элемент формы (поле) может иметь статус только для чтения на момент заполнения формы, это устанавливается при снятии отметки Разрешить изменение.

Чтобы пользователи могли вводить данные только в предназначенные для этого поля, но не могли изменять вид формы, необходимо установить защиту, выполнив следующие действия:

- выберите команду сервис, установить защиту;
- установите переключатель Запретить любые изменения, кроме в положение ввода данных в полях форм;
- введите пароль в поле Пароль. Пользователи, не знающие пароля, смогут вводить данные в полях , но не смогут изменить форму;
- нажмите кнопку <ОК>.

Для установки и снятия защиты во время разработки или изменения формы можно нажать кнопку <Защита формы> на панели инструментов Формы.

### Задание 1

1. Разработайте шаблон для подготовки документов в форме бланка-заказа следующего содержания, оставляя незаполненными выделенные серым цветом поля текста:

#### Лист 1

Название организации .....

Страна, индекс, город ....., ....., .....

Адрес организации.....

Телефон, факс ....., ..... Оплата: .....

### ДОГОВОР ПОСТАВКИ (СЧЕТ-ЗАКАЗ) № (номер) (текущая дата)

Счет следует оплатить и сообщить номер платежного поручения до (дата)

Покупатель: .....

Продавец: .....

| Наименование | Кол-во единиц | Цена за единицу   | Сумма |
|--------------|---------------|-------------------|-------|
| .....        | .....         | .....             | ..... |
| .....        | .....         | .....             | ..... |
| .....        | .....         | .....             | ..... |
|              |               | Товарная сумма    | ..... |
|              |               | Сумма за доставку | ..... |
|              |               | Итого к оплате    | ..... |
|              |               | НДС               | ..... |

Условия доставки: .....

Тип оплаты: .....

Особые условия: .....

Название организации .....

Страна, индекс, город ....., ....., .....

Адрес организации .....

Телефон, факс ....., ..... Оплата: .....

## **УСЛОВИЯ ДОГОВОРА ПОСТАВКИ (СЧЕТА-ЗАКАЗА)**

**№ (номер) (текущая дата)**

1. (Название организации), именуемый в дальнейшем Поставщик, с одной стороны, и (Название организации), именуемый в дальнейшем Покупатель, с другой стороны, заключили настоящий договор о нижеследующем.

2. Настоящие условия продажи и поставки являются обязательными к исполнению Продавцом и Покупателем по наименованиям, количеству, ценам, срокам, порядку оплаты, согласованными сторонами в настоящем договоре поставке (счете-заказе).

3. Покупатель имеет право предъявлять претензии по количеству и качеству товаров в соответствии с договором поставки и действующим законодательством.

4. Продавец не несет ответственности за какой-либо сопутствующий ущерб, включая какие-либо убытки, связанные с товарооборотом, потерей прибыли.

5. Поставка товара осуществляется согласно договору поставки и условиям, указанным в настоящем договоре поставки (счете-заказе).

6. Покупатель обязан оплатить товары в соответствии с договором поставки и условиями, указанными в настоящем договоре поставки (счете-заказе). В случае просрочки платежа за поставляемые товары Покупатель обязан уплатить Продавцу неустойку, размер которой указан в договоре поставки.

Покупатель: \_\_\_\_\_

Продавец: \_\_\_\_\_

2. Сохраните шаблон в файл под именем «Шаблон\_ФИО».

3. Используя разработанный шаблон бланка-заказа в качестве формы, установите на поле формы следующие поля и заполните один документ, используя разработанную форму. Заполненный документ на основе разработанного шаблона сохраните в файл под именем «Заказ\_ФИО».

Пояснения по заполнению формы:

- *текущая дата*, в параметрах необходимо указать тип поля – текущая дата и выбрать формат даты;

**Заказ) № 123 20.05.2009**

- *дата оплаты*, в параметрах необходимо указать тип поля – дата и выбрать формат даты;

оплатить и сообщить номер поручения до .....

- *наименование товара*, тип поля – обычный текст;

- *количество единиц*, закладкам необходимо присвоить имя Quantity\_ и т.д. (в дальнейшем их можно будет использовать при разработке макроса, обслуживающего разрабатываемый шаблон), тип поля – числовой и указать формат числа

|               |
|---------------|
| Кол-во единиц |
| .....         |

- *цена за единицу*, закладкам необходимо присвоить имя Price\_1 и т.д., тип поля – числовой и указать тип числа;

- *сумма*, закладке присвоить имя Amount\_1 и т.д., а также вставить формулу для подсчета суммы и указать тип числа;

- *товарная сумма заказа*, закладке присвоить имя Subtotal, а также вставить формулу для подсчета товарной суммы заказа и указать формат числа;

- *сумма за доставку*, закладке присвоить имя Shipping и указать формат числа;

- *итого к оплате*, закладке присвоить имя Total, установить формулу для подсчета итоговой суммы и указать формат числа;

- *НДС*, закладке присвоить имя SalesTax и указать формат числа;

- *условия доставки*, вставить поле со списком, который должен содержать следующие элементы: самовывоз, ж/д транспорт, автотранспорт;

- *тип оплаты*, необходимо вставить поле со списком, который должен содержать следующие элементы: наличный, безналичный;
- *особые условия*, тип поля – обычный текст;
- *остальные поля*, закрашенные серым цветом, - текстовые поля формы с ограниченной длиной текста.

## *Задание 2*

Разработайте форму **Электронная анкета** (приложение 1), которая позволит в интерактивном режиме работы вводить номер курса, выбирать названия факультета, давать ответы на поставленные в анкете вопросы путем заполнения полей или выбором соответствующих переключателей.

Форма документа должна быть разработана как шаблон, который состоит из нескольких разнотипных по технологии разработки зон:

- текст, поясняющий технологию работы с формой;
- рисунок;
- поле ввода номера курса;
- список наименований факультетов (добавление нового факультета или корректировка его названия в процессе ввода невозможны);
- таблица А, которая состоит из постоянной части виде фиксированных названий строк (1-7) и переменной части виде полей ввода во 2-ю колонку и ячейки итогов;
- таблица В, которая состоит из постоянной части виде фиксированных названий строк (1-8) и переменной части виде полей ввода во 2-ю колонку и ячейки итогов;
- таблицы Уровень дохода, Дополнительные заработки, Семейное положение. Каждая таблица состоит из постоянной части в виде заголовка и фиксированных названий строк, а также переменной части в виде флажков.

Выполнение задания рекомендуется производить по этапам:

- 1 этап – создание постоянной части формы в виде текста и таблиц;
- 2 этап – внедрение рисунка;

- 3 этап – создание переменной части формы;
- 4 этап – установка защиты и сохранение формы.

### *Контрольные вопросы*

1. Что такое форма и для чего она предназначена
2. Виды форм
3. Из каких частей состоит форма
4. Что относится к постоянной части формы
5. Что относится к переменной части формы
6. Что такое закладка и для чего она предназначена

## **Лабораторная работа 2**

### **СОЗДАНИЕ ФОРМ ДЛЯ ВВОДА ДАННЫХ В ТАБЛИЧНОМ РЕДАКТОРЕ EXCEL**

Если в процессе работы в Microsoft Excel вы часто сталкиваетесь с необходимостью выполнять повторяющиеся процедуры, такие как применение курсива и больших букв в заголовках или запись одних и тех же категорий в каждый из рабочих листов книги, вы можете сэкономить время, автоматизировав выполнение таких задач. Вы можете создать макросы почти для всех последовательностей команд Microsoft Excel.

Наиболее простым способом создания макроса является его запись, заключающаяся в перечислении действий. Для этого включите процедуру записи макроса, определите последовательность команд макроса, а затем выключите запись макроса. В процессе записи макроса включенные в него команды протоколируются, автоматически переводятся на язык Visual Basic и хранятся в отдельном листе модуля.

После завершения записи макроса вы можете запустить его, выбрав его имя в диалоговом окне Макрос (Macro). Допускается также вызов макроса с помощью специально созданной кнопки или определенной комбинации клавиш.

Еще до начала записи макроса необходимо определить, какие команды будут выполняться с помощью макроса, и очередность их выполнения. После того как вы выберете команду Макрос - Начать запись в меню Сервис, все, что вы будете вводить с клавиатуры, и все команды будут записаны. Вам также необходимо продумать имя и описание макроса, соответствующие его назначению.

В записи макросов по умолчанию используются абсолютные ссылки. При создании макроса, результатом выполнения которого будет ввод данных, вам может потребоваться поменять ссылки на относительные, иначе данные будут вводиться в одни и те же ячейки, независимо от того, какая ячейка была выделена перед запуском макроса.

По умолчанию запустить макрос можно только в том случае, если рабочая книга, в которой он создан, открыта. Для того чтобы иметь доступ к макросу в любое время, в диалоговом окне Запись макроса в списке Сохранить выберите Личная книга макросов. Личная книга макросов представляет собой скрытый файл, который Microsoft Excel создает при выборе соответствующей опции, и при каждом последующем запуске Microsoft Excel этот файл открывается автоматически.

Перед тем как сохранить макрос, всегда проверяйте правильность его выполнения. Для запуска макроса в меню Сервис выберите команду Макрос - Макросы. Откроется диалоговое окно Макрос. В списке поля имен макросов выделите его имя. Запуская макрос, вы выполняете записанные в нем действия. В некоторых случаях перед началом запуска макроса необходимо выделить ячейку или несколько ячеек, которые подлежат обработке с помощью макроса.

Чтобы другие пользователи могли разобраться в работе макросов, к макросам также следует добавлять комментарии или документировать их. Документирование макроса начинается с присвоения имени и описания. Иногда необходимо заглянуть также и внутрь макроса, чтобы понять, какие действия выполняет каждый его шаг.

Некоторые фрагменты текста в записи макроса выделены зеленым цветом, некоторые - синим, а некоторые - черным. Зеленым цветом выделяются комментарии. Сведения, содержащиеся в комментариях, игнорируются в процессе выполнения макросов. Ключевые слова, то есть слова со специальными значениями в Visual Basic, выделяются синим цветом (в вашем модуле это начало и конец макроса). Сами инструкции или шаги макроса записываются черным цветом, а ошибки, допущенные при записи инструкций, выделяются красным. Имя макроса и его описание записаны как комментарии и выделены зеленым цветом. В тексте макроса комментарии всегда начинаются с апострофа или со слова «Rem», что позволяет приложению Microsoft Excel идентифицировать их как комментарии.

Документировать макрос можно, добавляя комментарии к каждой инструкции. Комментарии могут располагаться как непосредственно перед инструкцией, так и после нее. Нет ограничений на содержание и размер комментариев, необходимо лишь начинать ввод комментариев с апострофа, что позволит приложению Microsoft Excel отличить их от инструкций. Текст комментария будет выделен в модуле зеленым цветом автоматически. Добавление комментариев не влияет на выполнение макроса. Если вы забыли поставить перед строкой комментария символ апострофа, то при попытке запуска макроса вы получите сообщение об ошибке.

Любой макрос можно запустить из диалогового окна Макрос, но это не самый быстрый способ. Если какой-либо макрос вы часто запускаете при работе с определенной таблицей данных, то для его запуска можно создать специальную кнопку. Тогда вместо выбора команды Макрос из меню Сервис макрос можно будет запускать, просто щелкнув на этой кнопке.

Для создания кнопки макроса сначала необходимо нарисовать эту кнопку, пользуясь графическими возможностями Microsoft Excel. Щелкните на кнопке Кнопка панели инструментов Формы и, перетаскивая указатель мыши, нарисуйте рамку кнопки на рабочем листе. В дальнейшем размер кнопки и ее расположение можно будет изменить. Создавая кнопку, вы одновременно свя-

зываете с ней один из макросов вашей рабочей книги, поэтому имя кнопки должно быть достаточно информативным, чтобы по нему можно было определить назначение макроса.

Создавая кнопку, вам не обязательно сразу же точно определять ее местоположение и размеры, так как эти параметры можно будет изменить позднее. Для редактирования кнопки ее необходимо сначала выделить. Однако в отличие от большинства объектов рабочего листа, для выделения кнопки макроса недостаточно просто щелкнуть на ней (так как в этом случае происходит вызов макроса). Чтобы выделить кнопку макроса, нужно нажать клавишу [Ctrl] и, не отпуская ее, щелкнуть на кнопке.

Для того чтобы запустить макрос с помощью кнопки, достаточно один раз щелкнуть на ней. Если этот макрос обрабатывает диапазон ячеек, то перед тем, как запустить его, необходимо выделить соответствующую ячейку или диапазон.

Обеспечить удобный доступ к макросу можно также с помощью назначения для него специальной комбинации клавиш. Можно связать макрос с любой комбинацией клавиш (например, [Ctrl] + ключ или [Ctrl] + [Shift] + ключ), которая не задействована для других команд. Назначение макросу комбинации клавиш осуществляется после вызова кнопки Параметры в диалоговом окне Макрос (Macro).

### *Задание 1*

1. Создайте макрокоманду, автоматически вставляющую в таблицу заголовков из четырех строк.

Создание первого макроса – Вставка\_строк.

1.1. Создайте новый документ: Пуск – Программы – Microsoft Excel. Открылась рабочая книга с чистым рабочим листом.

1.2. Выберите команды меню Вид – Панели инструментов – Настройка. Установите флажок опции Остановка записи, затем щелкните по кнопке Закрыть, если он не установлен.

1.3. Выберите команды меню Сервис – Макрос – Начать запись.

1.4. В диалоговом окне Запись макроса введите имя первого макроса Вставка\_строк, в поле Сочетание клавиш – введите N (латинский алфавит), в поле Сохранить введите Эта книга, в поле Описание введите Макрос вставляет строки. Нажмите ОК.

1.5. На панели инструментов Остановка записи щелкните кнопку Относительная ссылка.

Далее приступим к написанию макроса:

1.6. Выделите первую строку. Для этого: щелкните мышью по номеру строки 1.

1.7. Выполните команды меню Вставка – Строки, снимите выделение.

1.8. Еще раз выделите первую строку и повторите команды меню Вставка – Строки, снимите выделение.

1.9. Повторите действия еще два раза (вставьте еще две строки -всего четыре).

1.10. Щелкните по кнопке Остановить запись. Макрос записан.

2. Создайте макрокоманду, набирающую и форматирующую заголовки.

Создание второго макроса – Создание \_\_заголовка

2.1. Повторите все операции по созданию макроса . Введите имя второго макроса – Создание\_заголовка, Сочетание клавиш – M (латинский алфавит), в поле Описание введите Макрос вставляет заголовок. Кнопка Относительная ссылка должна быть нажата.

Далее приступим к написанию макроса:

2.2. Выделите диапазон ячеек A1:G1 и щелкните по кнопке Объединить и поместить по центру, установите начертание – Полужирный, размер – 12. Введите текст: Докладная записка. Снимите выделение.

Выделите диапазон ячеек A2:G2 и повторите действия форматирования. Введите текст: Учет квартальных продаж.

Выделите диапазон ячеек A3:G3 и повторите действия форматирования. Введите текст: ООО "Здоровье".



принято называть *системой  $n$  линейных алгебраических уравнений* (СЛАУ) с  $n$  неизвестными. При этом произвольные числа  $a_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n$ ) называются *коэффициентами системы* (коэффициентами при неизвестных), а числа  $b_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) – *свободными членами*. Такая форма записи (3.1) алгебраической линейной системы называется *нормальной*. *Решением* СЛАУ (3.1) называется совокупность чисел  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), при подстановке которых в систему каждое из ее уравнений обращается в тождество.

Систему (3.1) можно записать в матричной форме

$$A \times X = B, \quad (3.2)$$

где  $A$  – матрица коэффициентов при неизвестных (*матрица системы*):

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}, \quad (3.3)$$

$X$  – вектор-столбец неизвестных  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ :

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdots \\ x_n \end{pmatrix}, \quad (3.4)$$

$B$  – вектор-столбец свободных членов:

$$B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdots \\ b_n \end{pmatrix}, \quad (3.5)$$

или  $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)^T$ . Целое число  $n$  называется *размерностью* системы.

Система (3.2) может быть записана в развернутом виде

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdots \\ b_n \end{pmatrix}. \quad (3.6)$$

Система уравнений (3.6) называется *совместной*, если она имеет хотя бы одно решение, и *несовместной* – в противном случае. Совместная система (3.6) называется *определенной*, если она имеет единственное решение, и *неопределенной*, если она имеет больше одного решения.

## РЕШЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Все же методы решения линейных алгебраических систем принято делить на два класса: *прямые* и *итерационные*. Прямыми называются методы решения СЛАУ, которые приводят к решению за конечное число арифметических операций. В случае точной реализации операций решение будет точным, поэтому и прямые методы иногда называют *точными*. Итерационными методами называют такие методы, в которых точное решение может быть получено за счет реализации многократно повторяющихся действий (итераций). Эффективность способов решения системы (3.6) во многом определяется свойствами матрицы (3.3)  $A$  (размерностью, симметричностью, заполненностью и т.д.). MS Excel располагает рядом возможностей для работы с матрицами.

### Табличные формулы и операции с матрицами

*Табличные формулы* или *формулы массива* – очень мощное вычислительное средство Excel, позволяющее работать с блоками рабочего листа как с отдельными ячейками. Табличные формулы в качестве результата возвращают массив значений. Поэтому перед вводом такой формулы необходимо выделить диапазон ячеек, куда будут помещены результаты. Потом набирается сама формула. Ввод ее в выделенный диапазон ячеек осуществляется нажатием комбинации клавиш `Ctrl+Shift+Enter`. Формула вводится во все ячейки выделенного интервала. При активизации любой ячейки из интервала, содержащего формулу массива, в строке формул отображается введенная формула, заключенная в *фигурные скобки*. Именно фигурные скобки являются признаком табличной формулы. Для выделения всего блока, содержащего табличную формулу, необходимо выделить одну из его ячеек, после чего нажать комбинацию клавиш `Ctrl+/,`. Невозможно редактировать содержимое только одной ячейки

из интервала с табличной формулой. Изменить можно только весь блок целиком, для чего он и должен быть предварительно выделен.

Например, пусть необходимо сложить две матрицы размера  $3 \times 3$ . Элементы первой матрицы (9 элементов) разместим в интервале  $A1:C3$ , второй – в диапазоне  $E1:G3$ . Под результат выделим интервал  $A5:C7$ . После чего, не снимая выделения, введем формулу  $=A1:C3+E1:G3$ , нажав комбинацию клавиш  $Ctrl+Shift+Enter$ . В ячейках интервала  $A5:C7$  отобразится результат – сумма соответствующих элементов матриц, а в строке формул мы увидим  $\{=A1:C3+E1:G3\}$ . Пусть вместо сложения нам надо умножить первую матрицу на число 2. Для этого перемещаемся внутрь интервала  $A5:C7$ , выделяем его, нажав комбинацию  $Ctrl+/\$ , вносим в формулу исправления  $=A1:C3*2$ , вводим ее нажатием  $Ctrl+Shift+Enter$ . В интервале  $A5:C7$  увидим результат умножения, а в строке формул – табличную формулу  $\{=A1:C3*2\}$ .

К простейшим операциям с матрицами принято относить следующие: сложение и вычитание матриц, умножение и деление матрицы на число, перемножение матриц, транспонирование, вычисление обратной матрицы. Умножение (деление) матрицы на число, сложение (вычитание) матриц в Excel реализуются достаточно просто: с помощью обычных формул (поэлементное сложение или вычитание, умножение или деление на число), либо с использованием табличных формул, как это было описано выше. Для остальных матричных операций в Excel предусмотрены функции рабочего листа из категории «Арифметические и тригонометрические функции»:

- 1) МОПРЕД (матрица) – вычисление определителя матрицы,
- 2) МОБР (матрица) – вычисление обратной матрицы,
- 3) МУМНОЖ (матрица1 ; матрица2) – произведение матриц,
- 4) ТРАНСП (матрица) – транспонирование матрицы.

Первая из этих функций в качестве результата возвращает число (определитель матрицы), поэтому вводится как обычная формула ( $Enter$ ). Последние

три возвращают блок ячеек, поэтому должны вводиться как табличные формулы (Ctrl+Shift+Enter).

### Группировка рабочих листов

Рассмотрим задачу решения СЛАУ на следующем примере

$$\begin{cases} 8x_1 + 2x_2 - 8x_3 = -24, \\ -2x_1 - 2x_2 - 10x_3 = -48, \\ -2x_1 + 4x_2 + 8x_3 = 18. \end{cases} \quad (3.7)$$

Т.е. будем решать систему из трех алгебраических уравнений относительно трех неизвестных. Размерность системы (3.7)  $n=3$ , матрица системы  $A$  (3.3) размерности  $3 \times 3$  имеет вид

$$A = \begin{pmatrix} 8 & 2 & -8 \\ -2 & -2 & -10 \\ -2 & 4 & 8 \end{pmatrix}, \quad (3.8)$$

а вектор-столбец свободных членов (5)  $B=(-24, -48, 18)^T$ .

Решим СЛАУ (3.7) в среде MS Excel тремя различными способами. Для чего создадим рабочую книгу из трех листов и назовем ее Решение СЛАУ.xls. Поскольку исходные данные для трех различных способов решения (а значит и трех рабочих листов книги) одни и те же (матрица системы  $A$  (3.8) и вектор-столбец свободных членов  $B$ ), то неплохо было бы их одновременно ввести в эти рабочие листы. Excel предоставляет такую возможность. Этот инструмент называется *группировкой* рабочих листов. Для того, чтобы применить средство Группа, необходимо выделить группируемые рабочие листы, щелкнув первый рабочий лист (Лист1), на котором будут вводиться данные, а затем, удерживая клавишу Ctrl, щелкнуть ярлычки листов (Лист2 и Лист3), куда одновременно должны вводиться те же самые данные. Либо, если группируемые рабочие листы расположены подряд, как в нашем случае, при выделенном первом (Лист1) щелкнуть, удерживая нажатой клавишу Shift, на ярлычке последнего (Лист3). После этого можно вводить данные на текущем рабочем листе, они автоматически появятся в одноименных ячейках

на всех остальных сгруппированных листах. Признаком группировки нескольких листов является появившееся в строке заголовка слово [Группа] ([Group]), заключенное в квадратные скобки (рис. 1). После ввода группировку необходимо отменить. Для отмены необходимо выбрать любой из листов, не входящих в группу, либо щелкнуть правой кнопкой мыши на любом ярлычке листа из группы и выполнить команду Разгруппировать листы.

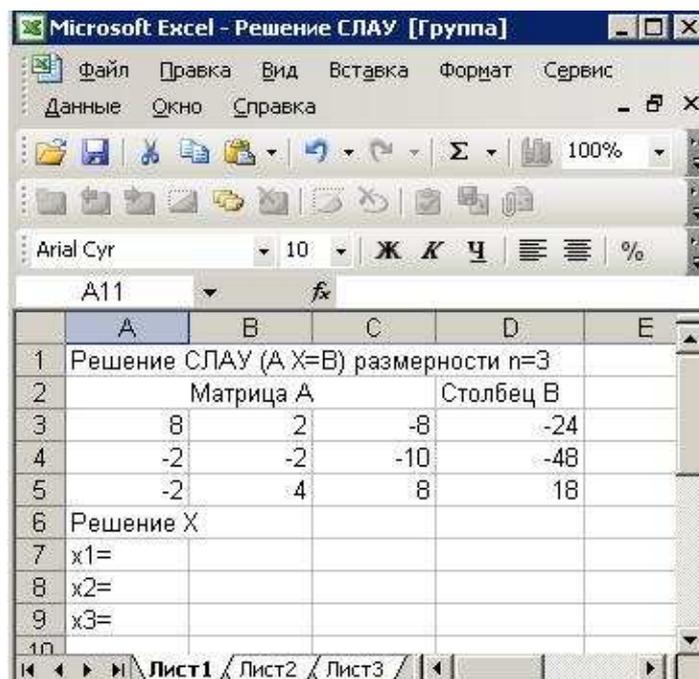


Рис. 1

Для решения рассматриваемой СЛАУ (3.7) сгруппируем листы (Лист1:Лист3), разместим в ячейках текущего листа (Лист1) A1, B2, D2, A6:A9 соответствующие поясняющие тексты (заголовки), в интервале A3:C5 – элементы матрицы  $A$  (8), а в интервале D3:D5 – элементы вектора  $B$ . Интервал B7:B9 зарезервируем под искомое решение – вектор  $X$  (3.4). После этих манипуляций все три рабочих листа примут одинаковый вид (рис. 1). Перед дальнейшей работой не забудьте разгруппировать рабочие листы.

### Метод Крамера

Решение СЛАУ (6) находится по формулам Крамера

$$X = \begin{pmatrix} \frac{\det A_1}{\det A} \\ \frac{\det A_2}{\det A} \\ \dots\dots\dots \\ \frac{\det A_n}{\det A} \end{pmatrix}, \quad (3.9)$$

где  $\det A = |A|$  – определитель матрицы (3.3) системы (главный определитель),  $\det A_i = |A_i|$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) – определители матриц  $A_i$  (вспомогательные определители), которые получаются из  $A$  заменой  $i$ -го столбца на столбец свободных членов  $B$  (3.5). Линейная алгебраическая система несовместна (не имеет решений), если  $\det A = 0$ . Для рассматриваемой СЛАУ (3.7) вспомогательные матрицы имеют следующий вид

$$A_1 = \begin{pmatrix} -24 & 2 & -8 \\ -48 & -2 & -10 \\ 18 & 4 & 8 \end{pmatrix}, A_2 = \begin{pmatrix} 8 & -24 & -8 \\ -2 & -48 & -10 \\ -2 & 18 & 8 \end{pmatrix}, A_3 = \begin{pmatrix} 8 & 2 & -24 \\ -2 & -2 & -48 \\ -2 & 4 & 18 \end{pmatrix}. \quad (3.10)$$

Разместим их на рабочем листе (рис. 2). Причем сделаем это не путем простого копирования соответствующих значений, а вводом формул с использованием абсолютных ссылок (рис. 3) на элементы матрицы  $A$  из интервала A3:C5 и элементы вектора  $B$  из интервала D3:D5 (рис. 1). Во-первых, это ускорит процесс ввода матриц  $A_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) (формулы введем только в интервал A11:C13 матрицы  $A_1$  и в интервал E11:E13 первого столбца матрицы  $A_2$ , далее же будем их блоками только копировать: A11:A13 в F11:F13 и в K11:K13, B11:B13 в J11:J13, C11:C13 в G11:G13, E11:E13 в I11:I13). Во-вторых, это сделает проектируемую таблицу универсальной в том смысле, что можно будет изменять только исходные данные (матрицу системы  $A$  в интервале A3:C5 и вектор-столбец свободных членов  $B$  в D3:D5), а все остальное (в том числе и решение СЛАУ) будет автоматически вычисляться.

|    | Матрица A1 |    |     | Матрица A2 |     |     | Матрица A3 |    |     |
|----|------------|----|-----|------------|-----|-----|------------|----|-----|
| 11 | -24        | 2  | -8  | 8          | -24 | -8  | 8          | 2  | -24 |
| 12 | -48        | -2 | -10 | -2         | -48 | -10 | -2         | -2 | -48 |
| 13 | 18         | 4  | 8   | -2         | 18  | 8   | -2         | 4  | 18  |
| 14 |            |    |     |            |     |     |            |    |     |

Рис. 2

| 10 | Матрица A1 |       |       | Матрица A2 |       |       | Матрица A3 |       |       |
|----|------------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
| 11 | =D\$3      | =B\$3 | =C\$3 | =A\$3      | =D\$3 | =C\$3 | =A\$3      | =B\$3 | =D\$3 |
| 12 | =D\$4      | =B\$4 | =C\$4 | =A\$4      | =D\$4 | =C\$4 | =A\$4      | =B\$4 | =D\$4 |
| 13 | =D\$5      | =B\$5 | =C\$5 | =A\$5      | =D\$5 | =C\$5 | =A\$5      | =B\$5 | =D\$5 |

Рис. 3

Далее, воспользовавшись функцией МОПРЕД (матрица), вычислим определители всех матриц (рис. 4). Аналогичная формула (=МОПРЕД(A3:C5)) для вычисления определителя матрицы  $A$  записана в ячейку C18. Осталось по формулам Крамера (3.9) найти решение системы (3.7). Соответствующие формулы Excel запишем в интервал решения B7:B9 (рис. 5), в котором и увидим результат (рис. 6). Обратите внимание на то (рис. 5), что при вычислении  $x_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) анализируется значение определителя матрицы системы  $A$ , вычисленное в ячейке E8, и, если оно равно нулю (система несовместна), то в B7 помещается текст «Решения нет», а в ячейки B8 и B9 – пустые строки.

|    |         |                  |
|----|---------|------------------|
| 15 | det A1= | =МОПРЕД(A11:C13) |
| 16 | det A2= | =МОПРЕД(E11:G13) |
| 17 | det A3= | =МОПРЕД(I11:K13) |

Рис. 4 а

|    |         |       |
|----|---------|-------|
| 15 | det A1= | 1080  |
| 16 | det A2= | -1440 |
| 17 | det A3= | 1800  |

Рис. 4 б

|   |           |                                    |
|---|-----------|------------------------------------|
| 6 | Решение X |                                    |
| 7 | x1=       | =ЕСЛИ(C18=0;"решений нет";C15/C18) |
| 8 | x2=       | =ЕСЛИ(C18=0;;C16/C18)              |
| 9 | x3=       | =ЕСЛИ(C18=0;;C17/C18)              |

Рис. 5

|   |           |    |
|---|-----------|----|
| 6 | Решение X |    |
| 7 | x1=       | 3  |
| 8 | x2=       | -4 |
| 9 | x3=       | 5  |

Рис. 6

### Матричный способ решения

Матричный способ решения СЛАУ (3.6) достаточно прост. Обе части матричного равенства (3.2) умножим слева на обратную матрицу  $A^{-1}$ . Получим  $A^{-1} \times A \times X = A^{-1} \times B$ . Т.к.  $A^{-1} \times A = E$ , где  $E$  – единичная матрица (диагональная матри-



Тогда задача оптимизации для Поиска решения может звучать следующим образом. Найти значения  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ , доставляющие нуль функции, стоящей слева в первом уравнении системы (3.12), при  $n-1$  ограничениях, представленных оставшимися уравнениями.

Для решения этой задачи необходимо записать выражения (формулы) для вычисления значений функций, стоящих слева в уравнениях системы (3.12). Отведем под эти формулы интервал C7:C9 текущего рабочего листа (Лист3). В ячейку C7 введем формулу  $=A3*\$B\$7+B3*\$B\$8+C3*\$B\$9-D3$  и скопируем ее в оставшиеся C8 и C9. В них появятся соответственно  $=A4*\$B\$7+B4*\$B\$8+C4*\$B\$9-D4$  и  $=A5*\$B\$7+B5*\$B\$8+C5*\$B\$9-D5$ . Осталось, обратившись к пункту меню Сервис/Поиск решения, в окне диалога (рис. 7) задать параметры поиска (установить целевую ячейку C7 равной нулю, решение в изменяемых ячейках B7:B9, ограничения заданы формулами в ячейках C8 и C9). После щелчка по кнопке Выполнить в интервале B7:B9 получим результат (рис. 8) – решение СЛАУ (3.7).

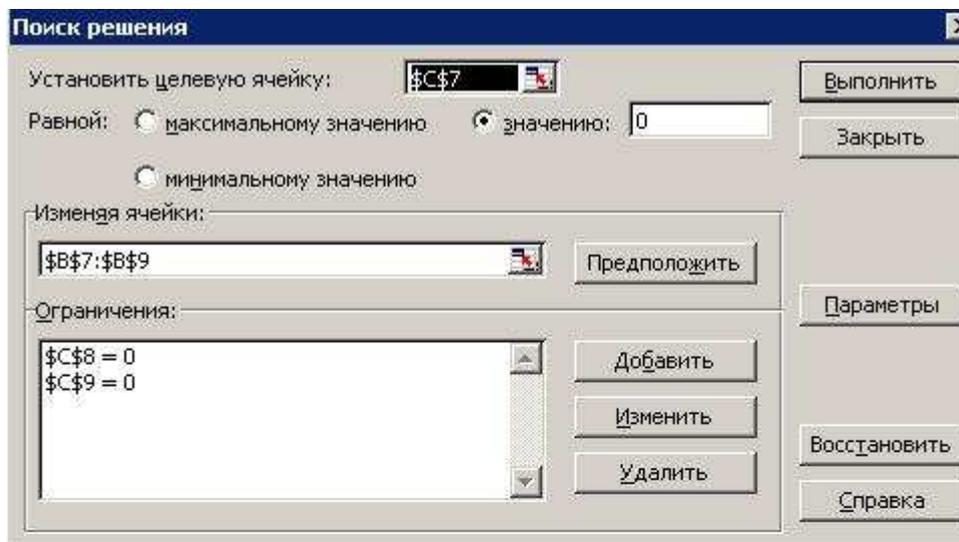


Рис. 7

| 6 | Решение X |    |   |                       |
|---|-----------|----|---|-----------------------|
| 7 | x1=       | 3  | 0 | << целевая функция    |
| 8 | x2=       | -4 | 0 | << первое ограничение |
| 9 | x3=       | 5  | 0 | << второе ограничение |

Рис. 8

В завершение работы можно защитить ячейки созданных таблиц от несанкционированного, часто случайного, изменения и скрыть формулы, по которым находится решение СЛАУ. Для этого существует стандартное средство Excel – пункт меню Сервис/Защита/Защитить лист. Перед этим необходимо снять защиту с ячеек, содержащих исходные данные (A3 : C5 – элементы матрицы  $A$  (8), и D3 : D5 – элементы вектора  $B$ ), выделив эти интервалы, выбрав меню Формат/Ячейки вкладка Защита и сбросив флажок Защищаемая ячейка. Для ячеек же, содержащих формулы, надо в этом диалоге (Формат ячеек) установить флажок Скрыть формулы. Надо знать, что после такой защиты невозможно будет воспользоваться средством Поиск решения. Поэтому защитить ячейки и скрыть формулы можно на первом и втором листах. В случае необходимости можно скрыть и отображаемую в ячейках информацию, поставив в соответствие этим ячейкам пользовательский формат ; ; ; (три точки с запятой).

### *Задание*

В соответствии с номером варианта выберите из приведенных ниже систему линейных алгебраических уравнений **четвертого** ( $n=4$ ) порядка. Приведите ее к нормальному виду (3.1). Разработайте таблицы Excel для решения выбранной СЛАУ тремя различными способами:

- 1) методом Крамера (п. 2.3),
- 2) матричным способом (п. 2.4),
- 3) используя Поиск решения (п. 2.5).

Варианты систем линейных алгебраических уравнений:

$$1) \begin{cases} 8x_1 + 4x_2 - 6x_3 + 18 = 0, \\ -2x_1 - 4x_3 - 6x_4 + 2 = 0, \\ 6x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 6x_4 + 14 = 0, \\ 4x_1 + 6x_2 + 8x_3 + 8x_4 + 6 = 0; \end{cases} \quad 2) \begin{cases} -8x_1 + 2x_2 - 2x_4 - 34 = 0, \\ -6x_1 - 4x_2 - 2x_3 - 2x_4 - 24 = 0, \\ -10x_1 + 2x_2 + 4x_4 - 68 = 0, \\ -2x_1 - 6x_2 + 8x_3 - 4x_4 + 36 = 0; \end{cases}$$

$$3) \begin{cases} 6x_1 - 4x_3 - 4x_4 + 34 = 0, \\ -10x_1 + 10x_3 - 20 = 0, \\ -8x_1 - 4x_2 + 2x_4 - 44 = 0, \\ -2x_1 - 10x_2 + 6x_3 + 4x_4 + 2 = 0; \end{cases}$$

$$4) \begin{cases} 8x_1 + 2x_2 - 2x_3 + 32 = 0, \\ 2x_1 + 4x_3 + 2x_4 + 14 = 0, \\ 2x_1 - 8x_2 - 8x_3 - 6 = 0, \\ -10x_1 - 4x_2 + 10x_3 + 2x_4 - 24 = 0; \end{cases}$$

$$5) \begin{cases} 2x_1 + 6x_2 + 4x_3 + 16 = 0, \\ -6x_1 + 8x_2 + 4x_3 + 2x_4 - 34 = 0, \\ -2x_2 + 6x_3 - 10x_4 + 60 = 0, \\ 6x_1 - 10x_2 + 2x_3 - 81x_4 + 78 = 0; \end{cases}$$

$$6) \begin{cases} 6x_1 - 2x_2 + 10x_3 + 4x_4 + 46 = 0, \\ -6x_1 - 4x_2 + 10x_3 + 10x_4 - 36 = 0, \\ x_3 - 4x_4 + 19 = 0, \\ 8x_2 - 4x_3 + 10x_4 - 60 = 0; \end{cases}$$

$$7) \begin{cases} 6x_1 + 8x_3 - 6x_4 + 2 = 0, \\ 10x_1 - 10x_2 - 2x_3 - 8x_4 - 42 = 0, \\ 4x_1 - 2x_2 - 2x_3 + 10x_4 - 12 = 0, \\ -4x_1 - 2x_2 - 2x_3 - 4 = 0; \end{cases}$$

$$8) \begin{cases} -4x_1 + 6x_2 - 4x_3 - 6x_4 + 18 = 0, \\ 4x_1 + 10x_2 - 8x_3 + 2x_4 + 18 = 0, \\ 2x_2 - 6x_3 + 6x_4 = 0, \\ -2x_3 - 2x_4 - 2 = 0; \end{cases}$$

$$9) \begin{cases} 4x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 8x_4 + 12 = 0, \\ -8x_2 - 2x_3 + 6x_4 - 26 = 0, \\ -2x_1 + 2x_2 - 8x_3 + 8x_4 = 0, \\ -8x_2 + 2x_3 - 6x_4 - 22 = 0; \end{cases}$$

$$10) \begin{cases} 2x_1 + 8x_2 + 6x_3 + 28 = 0, \\ -4x_2 + 6x_3 + 8x_4 - 6 = 0, \\ -8x_1 + 4x_2 + 10x_4 + 20 = 0, \\ -6x_1 - 2x_2 - 4x_3 + 2x_4 - 4 = 0; \end{cases}$$

$$11) \begin{cases} -4x_1 - 8x_3 - 4x_4 - 4 = 0, \\ 6x_1 - 2x_2 - 6x_3 - 6x_4 - 18 = 0, \\ -4x_1 + 2x_2 - 8x_3 - 8x_4 + 2 = 0, \\ -8x_2 - 6x_3 - 8x_4 - 30 = 0; \end{cases}$$

$$12) \begin{cases} -2x_1 - 2x_2 + 2x_4 - 4 = 0, \\ -8x_2 - 6x_3 - 8x_4 - 30 = 0, \\ -4x_1 - 10x_2 - 10x_3 + 10x_4 - 36 = 0, \\ 10x_1 + 4x_2 + 4x_3 - 4x_4 + 6 = 0; \end{cases}$$

$$13) \begin{cases} -10x_1 + 10x_4 - 20 = 0, \\ 6x_1 + 2x_2 - 6x_3 + 2x_4 - 24 = 0, \\ 2x_1 + 6x_2 + 2x_3 + 10x_4 - 28 = 0, \\ 4x_1 + 6x_2 + 4x_3 - 4x_4 + 16 = 0; \end{cases}$$

$$14) \begin{cases} -9x_1 - 9x_2 - 5x_3 + 10x_4 - 31 = 0, \\ -4x_1 + 7x_2 + 5x_3 + 14 = 0, \\ 9x_1 - 5x_2 + x_3 - 7 = 0, \\ -11x_2 - 13x_3 + 2x_4 - 32 = 0; \end{cases}$$

### *Контрольные вопросы*

1. Что принято называть системой линейных уравнений
2. Что такое коэффициенты системы
3. Что такое свободные члены
4. Как записать систему линейных уравнений в матричной форме

5. Какая система называется совместной, несовместной
6. Какая система называется определенной, неопределенной
7. Какие существуют методы решения линейных алгебраических систем
8. Какие матричные операции предусмотрены в Excel
9. Как осуществляется группировка рабочих листов
10. В чем заключается метод Крамера
11. Как осуществляется поиск решения

#### **Лабораторная работа 4**

### **ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ФУНКЦИЙ И ПОВЕРХНОСТЕЙ В MICROSOFT EXCEL**

Диаграммы – это графическое представление данных. Они используются для анализа и сравнения данных, представления их в наглядном виде.

Диаграмма состоит из элементов: линий, столбиков, секторов, точек и т.д. Каждому элементу диаграммы соответствует число в таблице. Числа и элементы диаграммы связаны между собой таким образом, что при изменении чисел автоматически изменяется изображение элементов диаграммы и наоборот.

Различают два вида диаграмм:

*Внедренные диаграммы* – сохраняются на рабочем листе вместе с данными;

*Диаграммные листы* – диаграмма формате полного экрана на новом листе.

Диаграмма создается с помощью **Мастера диаграмм**, вызываемого командой **Вставка, Диаграмма**.

**Мастер диаграмм** позволяет строить диаграммы 14 стандартных типов плоскостного и объемного представления (с областями, линейчатая, гистограмма, график, кольцевая и др.) и 22 нестандартных типа.

**Мастер диаграмм** осуществляет построение новой диаграммы в интерактивном режиме за четыре шага только для выделенного блока ячеек – диапазона (области) данных для построения диаграммы.

**Этап 1. Выбор типа и формата диаграммы.** На этом этапе необходимо выбрать тип диаграммы и задать формат, который делает ее более выразительной. После выбора надо нажать кнопку <Далее> и перейти на следующий этап.

**Этап 2. Выбор и указание диапазона данных для построения диаграммы.** На этом этапе задается диапазон данных, для которого будет построена диаграмма.

**Этап 3. Задание параметров диаграммы.** Задание параметров диаграммы осуществляется в окнах вкладок Мастера диаграмм.

На вкладке **Заголовки** вводятся поочередно на соответствующую строку название диаграммы, название оси X, название оси Y, название оси Z.

На вкладке **Оси** устанавливаются переключатели выбора вида обозначения меток осей.

На вкладке **Линии сетки** устанавливаются переключатели отображения сетки на диаграмме.

На вкладке **Таблица данных** устанавливается переключатель отображения на диаграмме таблицы исходных данных.

На вкладке **Подписи данных** устанавливается переключатель отображения значений данных на диаграмме.

**Этап 4. Размещение диаграммы.** Созданную диаграмму можно разместить на том же листе, где находится таблица с исходными данными, либо на отдельном листе. В диалоговом окне **Мастер диаграмм** на этапе 4 для этого надо установить соответствующий переключатель и нажать кнопку <Готово>.

#### *Задание 1*

Построение графиков функций  $y_1 = \sin(x)$  и  $y_2 = \cos(x)$  на интервале от 0 до  $2\pi$

1. Создайте документ Excel.
2. Заполните строку значений аргумента  $x$ :  $x = 0; 0,6; \dots 6,6$  (использовать автозаполнение).
3. В отдельную ячейку запишите формулу:  $= \sin$  (значение аргумента).

4. Скопируйте формулу в остальные строки.

5. Вызовите мастер диаграмм

Первое диалоговое окно Мастера диаграмм - **Тип диаграммы**. Перейдите на вкладку **Нестандартные**, выберите **Гладкие графики**. Щелкните Далее.

Второе диалоговое окно Мастера диаграмм – **Исходные данные**. Во вкладке **Диапазон** в поле **Диапазон** выберите диапазон значений у1. Перейдите на вкладку **Ряд**. Внесите **Имя** и **Подписи по оси x**. Нажмите Далее.

Третье диалоговое окно Мастера диаграмм – **Параметры диаграммы**. Задайте заголовки и линии сетки.

Четвертое диалоговое окно Мастера диаграмм - **Размещение диаграммы**. Выберите На имеющемся листе. Нажмите Готово.

6. Добавьте к графику синусоиды график косинусоиды.

Построение поверхности гиперболического параболоида  $z = \left(\frac{x}{a}\right)^2 - \left(\frac{y}{b}\right)^2$

1. Задайте значения коэффициентов  $a = 4$ ,  $b = 5$  (например в ячейках A10, B10).

2. Заполните строку значений аргумента  $x$ :  $x$  от -5 до 5 с шагом 0,5 (например начиная с ячейки B11), аналогично заполните столбец значений аргумента  $y$  от -5 до 5 с шагом 0,5 (например с ячейки A12).

3. В ячейку B12 запишите формулу  
 $= (B\$11 / \$A\$10)^2 - (\$A12 / \$B\$10)^2$ .

Скопируйте формулу во все ячейки диапазона.

4. Не снимая выделение с диапазона, вызовите Мастер диаграмм, во вкладке **Стандартные** выберите **Тип диаграммы: Поверхность**. Выполните все этапы построения диаграмм.

### Задание 2

Постройте графики предложенных функций

1. Парабола:  $y = ax^2 + bx + c$ ,  $x = -5, -4, \dots, 4, 5$ .  $a = 100$ ,  $b = 20$ ,  $c = 10$ .

2.  $y = A \sin kx$ ,  $A = \pi x$ ,  $x = 0, 0,8, \dots, 10$ ;  $m = 10$ ,  $k = 4$ .

3. Локон Анъези  $y = \frac{a^3}{a^2 + x^2}$ ,  $x = -5, -4, \dots, 4, 5$ ;  $a$  – варьировать, смотреть

изменения графика.

4.  $y = a(x - \text{Sin}x)$ ,  $x = 0, 0,8, 1,6, \dots, 12$ .

5. Затухающие колебания  $y = A \text{Sin}kx$ ,  $A = e^{-x}$ ,  $k = 20$ ;  $x = 0, 0,8, \dots, 12$ .

6.  $y = ax^b e^{cx}$ ,  $x = 0, 0,2, \dots, 1,8, 2$ ;  $a, b, c$  – варьировать, смотреть изменения графика.

7.  $y = a \exp(bx + cx^2)$ ;  $x = 0, 0,5, \dots, 5,5, 6$ ;  $a, b, c$  – варьировать, смотреть изменения графика.

8.  $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ ;  $x = -5, -4, \dots, 9, 10$ ;  $a = 3, b = 4, c = 5, d = 6$ .

9.  $y = \frac{\text{Sin}(kx)}{kx}$   $x = 0,1, 0,6, \dots, 10,1$ ;  $k = 0,5$ .

10.  $y = \ln(x + \sqrt{x^2 + c})$ ;  $x = -10, -9,5, \dots, 10$ ;  $c = 1$ .

11.  $y = \frac{a^3 x}{a^2 + x^2}$ ;  $x = -8, -7, \dots, 7, 8$ ;  $a$  – варьировать, смотреть изменения

графика.

12.  $y = c \cdot \ln \frac{x+1}{x-1}$ ;  $x = 1,1, 1,2, \dots, 6$ ;  $c = 0,5$ .

Постройте предложенные поверхности

1.  $z = ax^2 - axy + ay^2 - ax + 2ay$ ;  $x = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $y = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $a = 4$ .

2.  $z = ax^2 + axy + (a + 2)y^2 - 5ax$ ;  $x = [-5; 5]$  шаг 1;  $y = [-5; 5]$  шаг 1;  $a = 4$ .

3.  $z = \frac{1 + x - y}{\sqrt{1 + x^2 + y^2}}$ ;  $x = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $y = [-5; 5]$  шаг 0,5.

4.  $y = \frac{a}{x} + \frac{x}{y} + y$ ;  $x = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $y = [-5; 5]$  шаг 0,5; исключить точки  $x$

$= 0$  и  $y = 0$ .

5.  $z = x^2 + y^2 - ax - b\sqrt{|xy|} - ay + ab$ ; ;  $x = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $y = [-5; 5]$  шаг 0,5;

$a = 2; b = 4.$

6.  $z = x^3 + ay^3 - axy + 1$ ;  $x = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $y = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $a = 8; b = 6.$

7.  $z = (ax - x^2) * (ay - y^2)$ ;  $x = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $y = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $a = 2.$

8.  $z = \sin x * \sin y * \ln(a + x + y)$ ;  $x = [0; 4]$  шаг 0,2;  $y = [0; 4]$  шаг 0,2;  $a =$

10.

9.  $z = a \sin x * \sin y / (xy)$ ;  $x = [0,01; 4,01]$  шаг 0,2;  $y = [0,01; 4,01]$  шаг 0,2;  $a =$

= 3.

10.  $z = \frac{ax}{by^2}$ ;  $x = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $y = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $a = 4, b = 5.$

11.  $z = \exp(x - y)(x^2 - 2y^2)$ ;  $x = [-3; 3]$  шаг 0,3;  $y = [-3; 3]$  шаг 0,3.

12.  $z = \exp(x/2)(x + y^2)$ ;  $x = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $y = [-5; 5]$  шаг 0,5;  $a = 4.$

### *Контрольные вопросы*

1. Что такое диаграммы
2. Из каких элементов состоит диаграмма
3. Какие виды диаграмм различают
4. С помощью чего создается диаграмма
5. Какие этапы построения диаграмм существуют

## **Лабораторная работа 5**

### **СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ**

#### **Решение линейной системы методом Гаусса**

Методы решения систем линейных алгебраических уравнений можно разделить на точные и приближенные.

Метод решения задачи относят к классу точных, если в предположении отсутствия округлений с его помощью можно найти решение в результате конечного числа арифметических и логических операций.

Метод Гаусса – один из точных методов решения невырожденной системы линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса, его еще называют ме-

тодом гауссовых исключений, состоит в том, что систему  $n$  линейных алгебраических уравнений относительно  $n$  неизвестных  $x_1, x_2, \dots, x_n$

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2, \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n. \end{cases}$$

Приводят последовательным исключением неизвестных к эквивалентной системе с треугольной матрицей

$$\begin{cases} x_1 + c_{12}x_2 + \dots + c_{1n}x_n = d_1, \\ x_2 + \dots + c_{2n}x_n = d_2, \\ \dots \\ x_n = d_n, \end{cases}$$

Решение которой находят по рекуррентным формулам

$$x_n = d_n, \quad x_i = d_i - \sum_{k=i+1}^n c_{ik}x_k, \quad i = n-1, n-2, \dots, 1.$$

В матричной записи это означает, что сначала (прямой ход метода Гаусса) элементарными операциями над строками приводят расширенную матрицу системы к ступенчатому виду:

$$A_p = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} & b_n \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 1 & c_{12} & \dots & c_{1n} & d_1 \\ 0 & 1 & \dots & c_{2n} & d_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & d_n \end{pmatrix}$$

а затем (обратный ход метода Гаусса) эту ступенчатую матрицу преобразуют так, что в первых  $n$  столбцах получилась единичная матрица:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & x_1 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & x_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & x_n \end{pmatrix}$$

Последний,  $(n+1)$ -й столбец этой матрицы содержит решение системы.

В MathCad прямой и обратный ходы метода Гаусса выполняет функция `rref(A)`.

## Решение системы линейных алгебраических уравнений методом простых итераций

Точные методы решения линейных систем применяют для решения линейных систем относительно небольшой размерности (до  $10^3$ ). Для решения систем большей размерности ( $10^3 - 10^6$ ) используют итерационные методы. Итерационные методы хороши для систем с разреженными матрицами. Рассмотрим простейший итерационный метод решения линейной системы – метод простых итераций.

Метод состоит в том, что система уравнений  $Cx=d$  преобразуется к виду  $x=b+Ax$  и ее решение вычисляется как предел последовательности

$$x^{(k)} = b + Ax^{(k-1)}, \quad k = 1, 2, \dots$$

Преобразовать систему  $Cx=d$  к виду  $x=b+Ax$  можно, выделив диагональные элементы:

$$x_i = \frac{1}{c_{ii}} \left( d_i - \sum_{i \neq j} c_{ij} x_j \right), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Для того чтобы сформулировать достаточное условие сходимости метода, напомним определения норм, наиболее часто употребляемых при исследовании линейных систем. Понятие нормы позволяет оценить степень близости двух векторов. В частности, если норма разности точного и приближенного решений системы мала, то, по-видимому, приближенное решение хорошо аппроксимирует точное решение.

Существует много способов введения нормы вектора. Чаще всего используются следующие три нормы:

$$\|x\|_1 = \sum_{i=1}^n |x_i|; \quad \|x\|_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^n |x_i|^2}; \quad \|x\|_\infty = \max_i |x_i|,$$

где  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ .

Внешне столь различные, эти нормы эквивалентны: когда некоторая последовательность векторов по одной из этих норм стремится к нулю, то она стремится к нулю и по другой норме.

Если для векторов  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  введена норма  $\|x\|$ , то согласованной с ней нормой матриц называют величину

$$\|A\| = \sup_{x \neq 0} \frac{\|Ax\|}{\|x\|}.$$

Так, в случае нормы  $\|x\|_1$  согласованная норма матрицы равна  $\|A\|_1 = \max_j \sum_{i=1}^n |a_{ij}|$ , а в случае нормы  $\|x\|_i$  согласованная норма матрицы равна  $\|A\|_i = \max_i \sum_{j=1}^n |a_{ij}|$ . Обе эти нормы легко вычислить.

Сложнее дело обстоит с вычислением нормы  $\|A\|_2$ , согласованной с нормой векторов  $\|x\|_2$ . Точная формула для нее имеет вид  $\|A\|_2 = \sqrt{\lambda_{\max}(AA^T)}$ , где  $\lambda_{\max}(AA^T)$  - максимальное собственное значение матрицы  $AA^T$ .

Вычисление нормы  $\|A\|_2$  - трудоемкая задача. Однако, поскольку справедливо неравенство  $\|A\|_2 \leq \|A\|_e$ , где норма  $\|A\|_e = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |a_{ij}|^2}$  вычисляется просто, в оценках вместо  $\|A\|_2$  можно использовать  $\|A\|_e$ . Норму  $\|A\|_e$  называют евклидовой нормой матрицы.

Для сходимости метода простых итераций  $x^{(k)} = b + Ax^{(k-1)}$  достаточно, чтобы выполнялось условие  $\|A\| < 1$  по какой-либо норме матрицы, согласованной с нормой векторов. В качестве условия окончания итерационного процесса можно взять условие

$$\frac{\|x^{(k)} - x^{(k-1)}\|}{\|x^{(k)}\|} \leq \varepsilon,$$

где  $\varepsilon$  - заданная погрешность приближенного решения  $x \approx x^{(k)}$ .

### Задание 1

Решите заданную систему линейных алгебраических уравнений как матричное уравнение  $Ax = b$ .

#### Порядок выполнения задания

1. Введите матрицу системы и матрицу-столбец правых частей.
2. Вычислите решение системы по формуле  $x = A^{-1}b$ .
3. Проверьте правильность решения умножением матрицы системы на вектор-столбец решения.
4. Найдите решение системы с помощью функции `lsolve` и сравните результаты вычислений.

### Пример выполнения задания

Фрагмент рабочего документа Mathcad, содержащий решение системы

$$\begin{cases} x + 2y + 3z = 7, \\ x - 3y + 2z = 5, \\ x + y + z = 3. \end{cases}$$

Зададим матрицу системы  $A$  и правую часть  $b$

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} 7 \\ 5 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Вычислим решение системы по формуле  $x = A^{-1}b$  и проверим правильность решения

$$x := A^{-1}b \quad x = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} \quad A \cdot x - b = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Решим систему с помощью функции `lsolve` и сравним результат с решением  $x = A^{-1}b$

$$\text{lsolve}(A, b) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} \quad x - \text{lsolve}(A, b) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

### *Задание 2*

Найдите решение заданной в задании 1 системы линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.

### Порядок выполнения задания

1. Введите матрицу системы и матрицу-столбец правых частей
2. Сформируйте расширенную матрицу системы
3. Приведите расширенную матрицу системы к ступенчатому виду
4. Сформируйте столбец решения системы
5. Проверьте правильность решения

### Пример выполнения задания

Ниже приведен фрагмент рабочего документа MathCad, содержащий решение методом Гаусса системы трех линейных уравнений относительно трех неизвестных.

Зададим матрицу системы  $A$  и правую часть  $b$

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} 7 \\ 5 \\ 3 \end{pmatrix}$$

Сформируем расширенную матрицу системы  $A_g$  добавлением к матрице системы справа столбца правых частей

$$A_g := \text{augment}(A, b) \quad A_g = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 7 \\ 1 & -3 & 2 & 5 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

Приведем расширенную матрицу системы  $A_g$  к ступенчатому виду. Функция `rref` приводит расширенную матрицу, системы к ступенчатому виду, выполняя прямой и обратный ходы гауссова исключения

$$A_g := \text{rref}(A_g) \quad A_g = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

Выделим блок матрицы  $A_g$  – ее последний столбец, содержащий решение системы

$$x := \text{submatrix}(A_g, 0, 2, 3, 3) \quad x = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}$$

Проверим правильность решения

$$A \cdot x - b = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Решим систему с помощью функции `lsolve` и сравним с решением, полученным методом Гаусса

$$\text{lsolve}(A, b) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}$$

$$x - \text{lsolve}(A, b) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

### Задание 3

Найдите методом простых итераций приближенное решение заданной линейной системы  $Cx = d$ .

#### Порядок выполнения задания

1. Введите матрицы  $C$  и  $d$ .
2. Преобразуйте исходную систему  $Cx = d$  к виду  $x = b + Ax$ .
3. Проверьте достаточное условие сходимости.
4. Определите нулевое (начальное) приближение решения.
5. Задайте количество итераций.
6. Вычислите последовательные приближения.
7. Вычислите погрешности найденных приближений.
8. Сформулируйте выводы.

#### Пример выполнения задания

Приведен фрагмент рабочего документа MathCad, содержащий решение методом простых итераций линейной системы

$$\begin{cases} 100x_1 + 6x_2 - 2x_3 = 200, \\ 6x_1 + 200x_2 - 10x_3 = 600, \\ x_1 + 2x_2 + 100x_3 = 500. \end{cases}$$

ORIGIN := 1

Нумерация столбцов и строк матрицы начинается с 1.

Зададим матрицы  $C$  и  $d$  системы  $Cx = d$

$$C := \begin{pmatrix} 100 & 6 & -2 \\ 6 & 200 & -10 \\ 1 & 2 & 100 \end{pmatrix} \quad d := \begin{pmatrix} 200 \\ 600 \\ 500 \end{pmatrix}$$

Сформируем матрицы A и b эквивалентной системы  $x = b + Ax$

$$i := 1..3 \quad j := 1..3 \quad b_i := \frac{d_i}{C_{i,i}} \quad A_{i,j} := \frac{-C_{i,j}}{C_{i,i}} \quad A_{i,i} := 0$$

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -0.06 & 0.02 \\ -0.03 & 0 & 0.05 \\ -0.01 & -0.02 & 0 \end{pmatrix} \quad b = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Проверим выполнение достаточного условия сходимости :  $\|A\|_1 = 0,08 < 1$  и зададим начальное приближение

$$\text{norm1}(A) := 0.08$$

$$x^{(1)} := b$$

Вычислим 10 последовательных приближений и погрешности каждого из них

$$k := 2..10 \quad x^{(k)} := b + A \cdot x^{(k-1)}$$

$$e_k := \frac{|x^{(k)} - x^{(k-1)}|}{|x^{(k)}|}$$

|       | 1 | 2    | 3      | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       |
|-------|---|------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| x = 1 | 2 | 1.92 | 1.907  | 1.90704 | 1.90702 | 1.90702 | 1.90702 | 1.90702 | 1.90702 |
| 2     | 3 | 3.19 | 3.1884 | 3.18864 | 3.18865 | 3.18865 | 3.18865 | 3.18865 | 3.18865 |
| 3     | 5 | 4.92 | 4.917  | 4.91716 | 4.91716 | 4.91716 | 4.91716 | 4.91716 | 4.91716 |

| e <sup>T</sup> | 1 | 2       | 3       | 4                       | 5                        |
|----------------|---|---------|---------|-------------------------|--------------------------|
| 1              | 0 | 0.03584 | 0.00218 | 4.7345·10 <sup>-5</sup> | 2.29727·10 <sup>-6</sup> |

Выводы. Если положить приближенное решение равным  $x^{(4)}$ , то погрешность приближенного решения не превышает  $10^{-4}$ . Если же положить приближенное решение равным  $x^{(10)}$ , то погрешность не превышает  $10^{-12}$ .

Можно проверить вычисления подстановкой приближенного решения в исходную систему

$$\begin{array}{l}
 \mathbf{X} := \mathbf{x} \langle 4 \rangle \\
 \mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1.90704 \\ 3.18864 \\ 4.91716 \end{pmatrix} \\
 \mathbf{C} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 0.00112 \\ -0.0014 \\ 0.00052 \end{pmatrix} \\
 \\
 \mathbf{X} := \mathbf{x} \langle 10 \rangle \\
 \mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1.90702 \\ 3.18865 \\ 4.91716 \end{pmatrix} \\
 \mathbf{C} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 4.80327 \times 10^{-12} \\ -4.3201 \times 10^{-12} \\ 9.66338 \times 10^{-13} \end{pmatrix}
 \end{array}$$

#### Задание 4

Решить системы линейных уравнений различными способами

$$\begin{array}{ll}
 1) \begin{cases} -5x_1 + x_2 - 7x_3 + 8x_4 - 33 = 0, \\ 9x_2 - 3x_3 - 4x_4 + 6 = 0, \\ -3x_1 + 7x_2 + 5x_3 + 13 = 0, \\ -7x_2 - 11x_3 - 4x_4 - 10 = 0; \end{cases} & 2) \begin{cases} 3x_1 - 11x_2 + 5x_3 + 4x_4 - 5 = 0, \\ -8x_1 - 5x_2 - 3x_3 + 10x_4 - 28 = 0, \\ 3x_1 - x_2 + 5x_3 + 7 = 0, \\ -6x_1 - 11x_2 + 3x_3 + 12 = 0; \end{cases} \\
 3) \begin{cases} 5x_1 - 7x_2 - 11x_3 + 8x_4 - 51 = 0, \\ -6x_1 - 9x_2 - 3x_3 - 2x_4 + 6 = 0, \\ 3x_1 + 5x_2 - 5x_3 - 6x_4 + 5 = 0, \\ -5x_2 - 13x_3 + 4x_4 - 38 = 0; \end{cases} & 4) \begin{cases} x_1 + 7x_2 + 3x_3 + 4x_4 - 7 = 0, \\ 5x_2 - 9x_3 - 4x_4 - 6 = 0, \\ 9x_1 - 9x_2 - 9x_3 + 8x_4 - 51 = 0, \\ -10x_1 - 7x_2 - 7x_3 - 6x_4 + 14 = 0; \end{cases} \\
 5) \begin{cases} 7x_1 + x_2 + 3x_3 + 4x_4 - 11 = 0, \\ 3x_2 + 5x_3 - 6x_4 + 6 = 0, \\ x_1 + 9x_2 + 5x_3 - 1 = 0, \\ 5x_2 - 3x_3 + 10x_4 - 10 = 0; \end{cases} & 6) \begin{cases} -3x_1 - 11x_2 - 13x_3 + 12x_4 - 9 = 0, \\ 7x_2 - 9x_3 + 6x_4 - 6 = 0, \\ 5x_1 - 3x_2 - x_3 + 10x_4 - 15 = 0, \\ -12x_1 - x_2 - 11x_3 - 2x_4 + 14 = 0; \end{cases} \\
 7) \begin{cases} -3x_1 + x_2 - 11x_3 + 4x_4 - 1 = 0, \\ -4x_1 - 3x_2 - 3x_3 + 4 = 0, \\ x_1 - 7x_2 - 13x_3 - 2x_4 + 1 = 0, \\ 4x_1 - 5x_2 + 3x_3 - 4x_4 = 0; \end{cases} & 8) \begin{cases} -5x_1 - 7x_2 - 5x_3 + 6x_4 - 1 = 0, \\ 5x_2 + 7x_3 = 0, \\ -3x_1 + 7x_2 + x_3 + 12x_4 - 9 = 0, \\ -12x_1 + 5x_2 - 11x_3 - 2x_4 + 14 = 0; \end{cases} \\
 9) \begin{cases} -5x_1 - 3x_2 + 5x_3 - 2x_4 + 7 = 0, \\ 4x_1 + 7x_2 - 3x_3 + 8x_4 - 12 = 0, \\ x_1 - 11x_2 - x_3 + 6x_4 - 7 = 0, \\ 3x_2 + x_3 - 4x_4 + 4 = 0; \end{cases} & 10) \begin{cases} 9x_1 - 5x_2 + 5x_3 - 9 = 0, \\ -2x_1 + 9x_2 - 3x_3 + 2x_4 = 0, \\ x_1 + 3x_2 + 3x_3 - 2x_4 + 1 = 0, \\ -14x_1 - 3x_2 + 3x_3 - 2x_4 + 16 = 0; \end{cases}
 \end{array}$$

#### Контрольные вопросы

1. С помощью какой функции можно решить систему линейных уравнений
2. В чем заключается метод Гаусса

3. Для чего предназначены функции `augment`, `rref`, `submatrix`
4. В чем заключается метод простых операций
5. В чем заключается метод Зейделя

## **Лабораторная работа 6**

### **ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ**

#### **Декартов график**

Создание графика начинается с описания функции, которую нужно визуально представить и диапазона изменения значения аргумента

Для построения двумерных графиков в декартовой системе координат нужно выбрать шаблон двумерного графика по команде `X-Y Plot` из меню `Insert/Graph`. В рабочем поле появится незаполненный шаблон в виде прямоугольника с двумя темными маленькими прямоугольниками по каждой оси.

Маленький темный прямоугольник под горизонтальной осью определяет позицию для ввода имени независимой переменной. По вертикальной оси в этой позиции вводится имя функции, график которой нужно построить. Если на одном и том же графике необходимо построить несколько функций, то их имена перечисляются через запятую в вышеуказанной позиции. После ввода независимой переменной, например,  $x$ , появятся темные маленькие прямоугольники по обе стороны от переменной  $x$ . Эти прямоугольники служат для указания позиции ввода границ значений по оси абсцисс, в пределах которых будет построен график. Если эти поля не заданы, то они автоматически заполнятся значениями от  $-10$  до  $10$ .

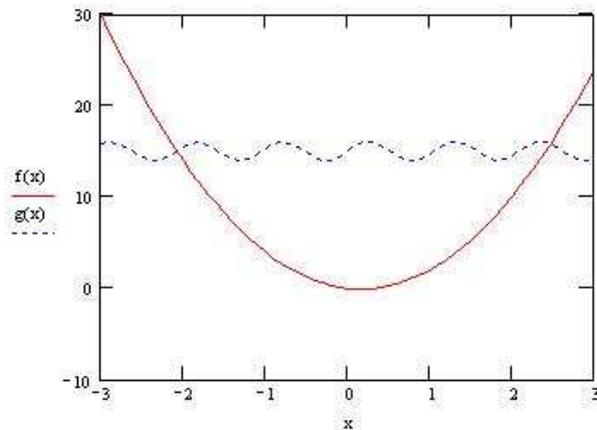
Щелкнув левой кнопкой мыши по темному прямоугольнику по вертикальной оси и задав функцию, график которой нужно нарисовать, в позиции, определенной темными маленькими прямоугольниками по обе стороны от имени функции, следует ввести значения для указания диапазона изменения функции. После щелчка левой кнопкой мыши вне графической области график функции будет построен.

Используйте запятую для создания поля ввода следующей функции

$$x := -3, -2.9..3$$

$$f(x) := 3 \cdot x^2 - x$$

$$g(x) := 15 + \sin(6 \cdot x)$$

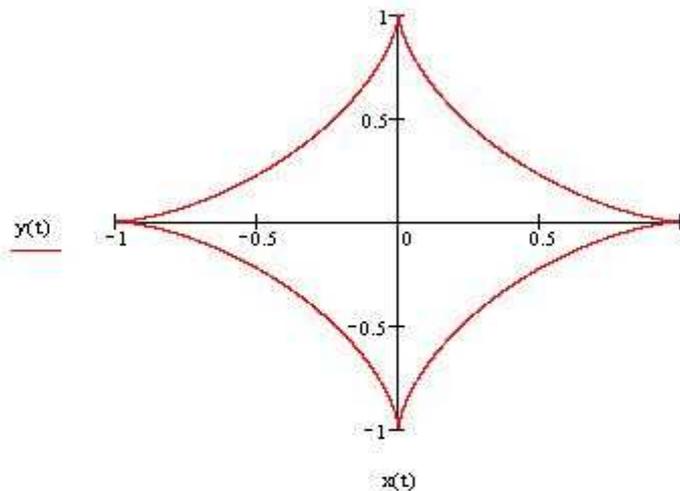


### График функции заданной в параметрическом виде

Графики функций, заданных в параметрической форме, строятся аналогично. Отличие состоит в том, что в позициях аргумента и функции вводятся выражения или имена соответствующих функций параметра.

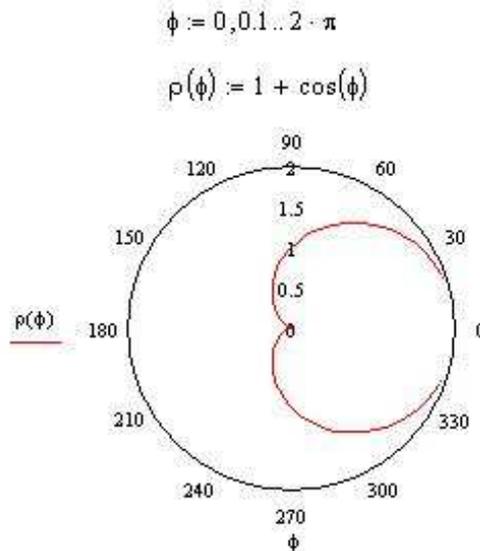
$$t := 0, 0.001..2 \cdot \pi$$

$$x(t) := \cos(t)^3 \quad y(t) := \sin(t)^3$$



### Полярный график

Типичный полярный график показывает зависимость выражения для радиуса от выражения для угла. Чтобы увидеть такой график, нужно сначала определить функцию, затем создать ее полярный график



Построенные графики можно перемещать, можно изменять их размеры. Перед обработкой нужно выделить графическую область. Для этого нужно щелкнуть левой кнопкой мыши по графику – график окажется в прямоугольной рамке с черными прямоугольниками по контуру, которые называются маркерами. Для изменения размеров графика нужно подвести указатель мыши (красный крестик) к маркеру – указатель примет вид двусторонней стрелки. При нажатой левой кнопке, перемещая мышью по столу (при этом прямоугольная рамка становится пунктирной), можно растянуть либо сжать график, затем кнопку мыши отпустить. Размеры графика будут изменены. График X-Y Plot можно изменять в горизонтальном, вертикальном либо диагональном направлениях. График Polar Plot можно изменять только в диагональном направлении.

Построенный график можно форматировать. Для этого нужно выделить график и выбрать команду X-Y Plot из Format/ Graph либо выполнить двойной щелчок левой кнопкой мыши по графику. В результате появится диалоговое окно Formatting Currently Selected X-Y Plot для задания параметров форматирования выбранного графика.

Диалоговое окно формата имеет четыре вкладки:

1. X-Y Axes (X-Y Оси) – форматирование осей графика;
2. Traces (Линии графиков) – форматирование линий графика;
3. Labels (Надписи) – задание надписей на графике;
4. Defaults (По умолчанию) – установка параметров по умолчанию.

Форматирование осей графика Вкладка X-Y Axes содержит следующие основные опции для форматирования осей графика (Axis X и Axis Y):

Log Scale (Логарифмический масштаб) – включить / выключить логарифмический масштаб; ·

Crid Lines (Линии сетки) – включить / выключить вывод линий масштабной сетки; ·

Numbered (Нумеровать) – включить / выключить вывод цифровых данных по осям; ·

Autoscale (Автомасштаб) – включить / выключить автоматическое масштабирование графика; ·

Show Markers (Показать метки) – включить / выключить установку двух дополнительных ячеек (по каждой оси) для создания красных линий маркировки, соответствующих двум значениям x и y; ·

Auto Grid (Автосетка) – включить / выключить автоматическую установку масштабных линий; ·

Number of Grids (Число интервалов) – включить / выключить установку заданного числа масштабных линий.

Стандартно по умолчанию устанавливаются опции: Numbered (Нумеровать), Autoscale (Автомасштаб), Auto Grid (Автосетка). Если опция Grid Lines отключена, то масштабная сетка графика не строится, хотя на осях размещаются черточки деления. Опция Numbered отображает цифровые данные (указаний на масштаб). Можно также включить / выключить установку следующих опций координатных осей (Axes Style): ·

Boxed (Рамка) – оси в виде прямоугольника; ·

Crossed (Пересечение) – пересекающиеся оси в точке с координатами (0,0); ·

None (Нет осей) – отсутствие осей; ·

Equal Scales (Равные масштабы) – установка одинакового масштаба для обеих осей.

Форматирование линий графиков Вкладка Traces (Графики) служит для управления отображением линий, которыми строится график.

Она содержит следующие опции:

Legend Label (Имя кривой) – указать тип линии у оси ординат соответствующей кривой;

Symbol (Символ) – выбрать символ, который помещается на линию;

Line (Линия) – установить тип линии (сплошная, пунктирная, точечная и др.);

Color (Цвет) – установить цвет линии;

Type (Тип) – установить тип графика;

Weight (Толщина) – установить толщину линии.

Опция Symbol (Символ) позволяет задать следующие отметки базовых точек графика функции: `·none` (ничего) – без отметки; `·x's` – наклонный крестик; `·+'x` – прямой крестик; `·box` (квадрат) – квадрат; `·dmnd` (ромб) – ромбик; `·o's` – окружность.

Опция Line задает построение следующих типов линий: `·none` (ничего) – линия не строится; `·solid` (сплошная) – непрерывная линия; `·dash` (пунктирная) – пунктирная линия; `·dadot` (штрих-пунктирная) – штрих-пунктирная линия.

Опция Color (Цвет) позволяет выбрать цвет линии и базовых точек: `·red` – красный; `·blu` – синий; `·gm` – зеленый; `·суа` – голубой; `·bm` – коричневый; `·bla` – черный.

Опция Type (Тип) задает следующие типы графика: `·line` (линия) — построение линиями; `·points` (точки) — построение точками; `·err` (интервалы) — построение вертикальными черточками с оценкой интервала погрешностей; `·bar` (столбец) — построение в виде гистограммы; `·step` (ступенька) — построение ступенчатой линией `step`; `·draw` (протяжка) — построение протяжкой от точки до точки.

Следующие две опции связаны с возможностью удаления с графика вспомогательных надписей: Hide Argument (Скрыть переменные) — спрятать

обозначения математических выражений по осям графика; Hide Legend (Скрыть имена) — спрятать обозначения имен кривых графика.

Задание надписей на графике. Вкладка Label (Надписи) позволяет вводить в рисунок дополнительные надписи. Для установки надписей можно использовать окна:

Title (Заголовок) – установить титульную надпись к рисунку;

X-Axis (X-ось) – установить надпись по оси X;

Y-Axis (Y-ось) – установить надпись по оси Y.

В Title опция Show Title (Показать заголовок) позволяет включать или выключать отображение титульной надписи. Здесь же содержатся опции Above (Сверху) и Below (Снизу) для размещения титульной надписи над рисунком либо под ним, которые включаются / выключаются соответствующими круглыми кнопками. Активизация этих опций задается установкой жирной точки в кружке. Установление по умолчанию. Вкладка Defaults (По умолчанию) служит для установки опций графиков: Change to Defaults (Вернуть значения по умолчанию); Use for Defaults (Использовать для значений по умолчанию).

Применение специального графического маркера. Выделим построенный двумерный график и выберем команду Trace из меню Format/Graph. В результате появляется окно X-Y Trace. Щелкнув левой кнопкой мыши по графику, появится графический маркер в виде двух перекрещивающихся пунктирных линий, и его координаты отображаются в окошках: X -Value, Y – Value. При включенной опции Track Data Points (Перемещение по точкам данных) маркер перемещается по кривой графика, и его можно установить на любую точку этой кривой. При этом его координаты отображаются в окошках. Кнопки Copy X, Copy Y позволяют скопировать отображенные координаты точки в окошках в буфер обмена и вставить затем в документ.

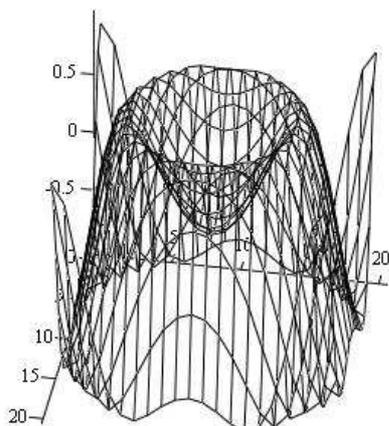
Просмотр части графиков с увеличением. Имеется возможность просмотра с увеличением отдельных частей графика либо графиков. Это осуществляется с помощью команды Zoom из меню Format/Graph. В результате появляется окно X-Y Zoom. Перемещением мыши с нажатой левой кнопкой можно выде-

лить определенную часть графика. При этом минимальная и максимальная координаты по осям X и Y отображаются в окне. После этого можно реализовать три варианта просмотра: Zoom (Увеличение) – просмотр вырезанного участка; Unzoom (Отмена увеличения) – отмена просмотра вырезанного участка; Full View (Полный обзор) – полный просмотр.

### Трехмерный график (3D Plot)

Mathcad дает пространственное изображение матрицы в виде двумерной сетки, находящейся в трехмерном пространстве. Каждый элемент матрицы представляется как точка на определенной высоте, пропорциональной значению элемента матрицы. Можно изменять это представление, изменяя наклон графика или вращая его.

```
n := 20
i := 0..n   j := 0..n   xi := -2 + 0.2 · i   yj := -2 + 0.2 · j
f(x,y) := sin(x2 + y2)   Mi,j := f(xi, yj)
```



M

### Задание

Построить графики функции А) декартовый график; Б) полярный график; В) трехмерный график

| А   | Б                                     | В                            |
|---|---------------------------------------|------------------------------|
| $y = \frac{x^2 \sqrt{x^2 - 1}}{2x^2 - 1}$ | $r = \frac{5}{\sqrt{\cos(3\varphi)}}$ | $f(x, y) = \sqrt{x^3 + y^4}$ |
| $y = 1 - x + \sqrt{\frac{x^3}{3 + x}}$    | $r = 3 + 6\cos(\varphi)$              | $f(x, y) = \sqrt{2x + y^2}$  |

|                                     |                       |                                 |
|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| $y = \frac{\cos(x) + 1}{2\cos(2x)}$ | $r = 2\sin(6\varphi)$ | $z = (ax - x^2) * (ay - y^2)$   |
| $y = 2^{\sqrt{x^2+1}-\sqrt{x^2-1}}$ | $r = 2\varphi$        | $f(x, y) = \frac{x^3 + y^4}{x}$ |
| $y = e^{-2x} \sin^2(x)$             | $r = 2\cos(2\varphi)$ | $f(x, y) = \sin(x^4) + y$       |
| $y = x + \arctg(x)$                 | $r = 5\varphi - 2$    | $z = x^3 + ay^3 - axy + 1$      |

### *Контрольные вопросы*

1. Каким образом строится декартовский график
2. Как задается переменная и ее шаг
3. Какие значения по оси абсцисс автоматически задаются
4. Как строится график функции заданной в параметрическом виде
5. Как строится график полярной функции
6. Каким образом осуществляется форматирование графиков
7. Как задаются надписи на графике
8. Как строится график трехмерной функции

## **Лабораторная работа 7**

### **ДЕЙСТВИЯ С МАТРИЦАМИ**

#### **Основные матричные операции**

Основными матричными операциями являются умножение матрицы на число, сложение и перемножение двух матриц.

По определению, чтобы умножить матрицу на число, нужно умножить на это число все элементы матрицы.

Суммой двух матриц одинаковой размерности называется матрица той же размерности, каждый элемент которой равен сумме соответствующих элементов слагаемых.

Операция умножения матрицы на матрицу определяется более сложным образом. Пусть заданы две матрицы А и В, причем число столбцов первой из них равно числу строк второй. Если

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1k} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nk} \end{pmatrix},$$

то произведением матриц А и В называется матрица

$$C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{kn} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nk} \end{pmatrix}$$

Элементы которой вычисляются по формуле

$$c_{ij} = a_{i1}b_{1j} + a_{i2}b_{2j} + \dots + a_{in}b_{nj}, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, k.$$

Произведение матриц А и В обозначается АВ, т.е. C=AB. Оно, вообще говоря, зависит от порядка сомножителей. Если АВ=ВА, то матрицы А и В называются перестановочными.

В множестве квадратных матриц определена единичная матрица – квадратная матрица, все диагональные элементы которой – единицы, а остальные – нули.:

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}.$$

Единичная матрица чаще всего обозначается буквой Е или  $E_n$ , где n – порядок матрицы. Непосредственным вычислением легко проверить основное свойство единичной матрицы:  $AE=EA=A$ .

Из приведенных ниже вычислений видно, что умножением на матрицы специального вида можно переставить в матрице столбцы или строки, вычислить сумму элементов любых строки или столбца, получить матрицу, равную строке или столбцу матрицы, реализовать операцию умножения матрицы на число, выполнить элементарное преобразование строк (столбцов), прибавив к

элементам какой-либо строки матрицы элементы другой ее строки, умноженные на одно и то же число.

Зададим произвольную матрицу 3-го порядка D и единичную матрицу того же порядка.

$$D := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \quad E := \text{identity}(3) \quad E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Матрица не изменится, если ее умножить на единичную матрицу справа или слева.

$$E \cdot D = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \quad D \cdot E = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$$

Зададим вспомогательную матрицу Row – строку единиц.

$$\text{Row} := (1 \ 1 \ 1)$$

Результат умножения матрицы D на матрицу Row слева – суммы элементов матрицы D «по столбцам»

$$\text{Row} \cdot D = (12 \ 15 \ 18)$$

Зададим вспомогательные матрицы Col2 и Col3.

$$\text{Col2} := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{Col3} := \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

В результате умножения D справа на матрицы Col2 и Col3 выделены соответственно 2-й и 3-й столбцы матрицы D.

$$D \cdot \text{Col2} = \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \\ 8 \end{pmatrix} \quad D \cdot \text{Col3} = \begin{pmatrix} 3 \\ 6 \\ 9 \end{pmatrix}$$

Зададим вспомогательную матрицу Col – столбец единиц. Результат умножения D справа на матрицу Col – суммы элементов матрицы D «по строкам».

$$\text{Col} := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad D \cdot \text{Col} = \begin{pmatrix} 6 \\ 15 \\ 24 \end{pmatrix}$$

В результате умножения слева на матрицы Row2 и Row3 выделены соответственно 2-я и 3-я строки матрицы

$$\begin{aligned} \text{Row2} &:= (1 \ 0 \ 0) & \text{Row3} &:= (0 \ 1 \ 0) \\ \text{Row2} \cdot D &= (1 \ 2 \ 3) & \text{Row3} \cdot D &= (4 \ 5 \ 6) \end{aligned}$$

Зададим матрицы перестановок P12 и P23

$$P12 := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad P23 := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Умножение слева на P12 приводит к перестановке 1-й и 2-й строк, умножение справа – к перестановке соответствующих столбцов

$$P12 \cdot D = \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 3 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \quad D \cdot P12 = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 5 & 4 & 6 \\ 8 & 7 & 9 \end{pmatrix}$$

Умножение слева на P23 приводит к перестановке 2-й и 3-й строк, умножение справа – к перестановке соответствующих столбцов.

$$P23 \cdot D = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 7 & 8 & 9 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} \quad D \cdot P23 = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 4 & 6 & 5 \\ 7 & 9 & 8 \end{pmatrix}$$

Зададим элементарные матрицы E12 и E23

$$E_{21} := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -4 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad E_{31} := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -7 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Результат умножения матрицы D слева на элементарные матрицы – сложение соответствующей строки матрицы D с другой строкой, умноженной на отличный от нуля внедиагональный элемент элементарной матрицы

$$E_{21} \cdot D = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & -6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \quad E_{31} \cdot D = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 0 & -6 & -12 \end{pmatrix}$$

$$E_{31} \cdot E_{21} \cdot D = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & -6 \\ 0 & -6 & -12 \end{pmatrix}$$

$$E_{32} := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & -2 & 1 \end{pmatrix}$$

Умножая матрицу D слева на произведение соответствующих элементарных матриц, можно привести матрицу D к ступенчатому виду

$$E_{32} \cdot E_{31} \cdot E_{21} \cdot D = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & -6 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

### **Транспонирование. Вычисление обратной матрицы.**

#### **Ортогональные матрицы.**

Для прямоугольных матриц определена операция транспонирования. Рассмотрим произвольную матрицу A. Матрица, получающаяся из матрицы A заменой строк столбцами, называется транспонированной по отношению к матрице A и обозначается  $A^T$ :

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}, \quad A^T = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & \dots & a_{m1} \\ a_{12} & a_{22} & \dots & a_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1n} & a_{2n} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}.$$

Квадратная матрица  $A$  называется обратимой, если существует квадратная матрица  $X$ , удовлетворяющая соотношениям  $AX=XA=E$ . Матрица  $X$  называется обратной к матрице  $A$  и обозначается  $A^{-1}$ , т.е.  $AA^{-1}=A^{-1}A=E$ .

Квадратная матрица  $A$ , для которой  $A^T=A$ , называется симметричной. Элементы такой матрицы, расположены симметрично относительно главной диагонали, равны.

Квадратная матрица  $U$ , для которой  $U^{-1}=U^T$ , называется ортогональной матрицей. Модуль определителя ортогональной матрицы равен единице; сумма квадратов элементов любого столбца ортогональной матрицы равна единице; сумма произведений элементов любого столбца ортогональной матрицы на соответствующие элементы другого столбца равна нулю. Такими же свойствами обладают строки ортогональной матрицы.

Фрагмент рабочего документа MathCad, содержащий символьные вычисления с ортогональной матрицей, приведен ниже:

Зададим квадратную матрицу 2-го порядка элементы которой – символы

$$\begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}$$

Вычислим символьно определитель матрицы и обратную к ней матрицу. Покажем, что матрица ортогональна.

Введите ключевое слово `simplify` (щелчком по кнопке в панели `Symbolic Keyword`), введите в помеченной позиции знак определителя (щелчком по кнопке в панели `Matrix`), вставьте (введите или скопируйте) в помеченной позиции матрицу и щелкните по рабочему документу вне выделяющей рамки

$$\left| \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix} \right| \text{ simplify } \rightarrow 1$$

Вычислим обратную матрицу символьно.

Введите ключевое слово `simplify` (щелчком по кнопке в панели Symbolic Keyword), введите в помеченной позиции выражение для обратной матрицы (матрица в степени -1) и щелкните по рабочему документу вне выделяющей рамки

$$\begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}^{-1} \text{ simplify} \rightarrow \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}$$

Можно транспонировать, обратить и вычислить определитель матрицы символьно, не используя `simplify`, а используя только знак символьных вычислений (стрелка вправо), который вводит щелчком по кнопке в панели Symbolic Keyword:

$$\begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}^T \rightarrow \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}$$

$$\left| \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix} \right| \rightarrow \cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2$$

$$\begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}^{-1} \rightarrow \begin{bmatrix} \frac{\cos(\alpha)}{\cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2} & \frac{-\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2} \\ \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2} & \frac{\cos(\alpha)}{\cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2} \end{bmatrix}$$

Можно выполнить те же вычисления, определив матрицу, как функцию  $\alpha$ :

$$U(\alpha) := \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}$$

$$U(\alpha)^T \rightarrow \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}$$

$$U(\alpha)^{-1} \text{ simplify} \rightarrow \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}$$

$$U(\alpha)^{-1} \text{ simplify} \rightarrow \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}$$

$$U(\alpha)^{-1} \rightarrow \begin{bmatrix} \frac{\cos(\alpha)}{(\cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2)} & \frac{-\sin(\alpha)}{(\cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2)} \\ \frac{\sin(\alpha)}{(\cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2)} & \frac{\cos(\alpha)}{(\cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2)} \end{bmatrix}$$

Убедимся, что матрица ортогональная, т.е.  $U^{-1}=U^T$ , вычислив символично  $U^{-1}=U^T$ :

$$U(\alpha)^{-1} - U(\alpha)^T \text{ simplify} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Убедимся, что матрица ортогональная, вычислив символично  $U^T \times U$  и  $U \times U^T$ :

$$U(\alpha)^T U(\alpha) \text{ simplify} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$U(\alpha) U(\alpha)^T \text{ simplify} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

### Задание 1

Умножая матрицы специального вида, сформируйте матрицу-столбец и матрицу-строку, соответственно равные  $j$ -му столбцу и  $i$ -й строке матрицы  $A$ . Вычислите суммы элементов  $j$ -го столбца и  $i$ -ой строки матрицы  $A$ . Переставьте указанные в задании строки и столбцы матрицы. Приведите матрицу к ступенчатому виду.

Варианты 1-10: переставьте 1-ю и 2-ю строки и 1-й и 2-й столбцы.

Варианты 11-14: переставьте 2-ю и 3-ю строки и 1-й и 3-й столбцы.

$$1. A = \begin{pmatrix} 1 & 0,5 & 1,5 & 0 \\ 3 & -0,3333 & 1 & 0,25 \\ 1,5 & 0,3333 & 0,5 & 0 \\ 1,2 & 1 & -3 & 1 \end{pmatrix}$$

$$2. A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 2 & 1 \\ 3 & 0 & 4 & 0,5 \\ 2,5 & 1,333 & 0,6667 & 0,6930 \\ 4,4 & 1,5 & -2,667 & 2 \end{pmatrix}$$

$i=1, j=1$

$i=1, j=2$

$$3. A = \begin{pmatrix} 3 & 1,5 & 2,5 & 10 \\ 9 & 1 & 9 & 0,75 \\ 3,5 & 3 & 0,75 & 1,099 \\ 9,6 & 2 & -2,333 & 3 \end{pmatrix}$$

$$4. A = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 3 & 6 \\ 12 & 2,667 & 16 & 1 \\ 4,5 & 5,333 & 0,8 & 1,386 \\ 16/8 & 2/5 & -2 & 4 \end{pmatrix}$$

$i=1, j=3$

$i=1, j=4$

$$5. A = \begin{pmatrix} 5 & 2,5 & 3,5 & 10 \\ 15 & 5 & 25 & 1,25 \\ 5,5 & 8,333 & 0,8333 & 1,609 \\ 26 & 3 & -1,667 & 5 \end{pmatrix}$$

$$i=2, j=1$$

$$7. A = \begin{pmatrix} 7 & 3/5 & 4/5 & 21 \\ 21 & 11,6 & 49 & 1,750 \\ 7,5 & 16,33 & 0,8750 & 1,946 \\ 50,4 & 4 & -1 & 7 \end{pmatrix}$$

$$i=2, j=3$$

$$9. A = \begin{pmatrix} 9 & 4,5 & 5,5 & 36 \\ 27 & 21 & 81 & 2,25 \\ 9,5 & 27 & 0,9 & 2,197 \\ 82,8 & 5 & -0,333 & 9 \end{pmatrix}$$

$$i=3, j=1$$

$$11. A = \begin{pmatrix} 11 & 5,5 & 6,5 & 55 \\ 33 & 33 & 121 & 2,75 \\ 11,5 & 40,33 & 0,917 & 2,398 \\ 123,2 & 6 & 0,333 & 11 \end{pmatrix}$$

$$i=3, j=3$$

$$13. A = \begin{pmatrix} 13 & 6,5 & 7,5 & 78 \\ 39 & 47,67 & 169 & 3,25 \\ 13,5 & 56,33 & 0,929 & 2,565 \\ 171,6 & 7 & 1 & 13 \end{pmatrix}$$

$$i=1, j=1$$

$$6. A = \begin{pmatrix} 6 & 3 & 4 & 15 \\ 18 & 8 & 36 & 1,5 \\ 6,5 & 12 & 0,8570 & 1,792 \\ 37,2 & 3,5 & -1,333 & 6 \end{pmatrix}$$

$$i=2, j=2$$

$$8. A = \begin{pmatrix} 8 & 4 & 5 & 28 \\ 24 & 16 & 64 & 2 \\ 8,5 & 21,33 & 0,889 & 2,079 \\ 65,60 & 4,5 & -0,667 & 6 \end{pmatrix}$$

$$i=2, j=4$$

$$10. A = \begin{pmatrix} 10 & 5 & 6 & 45 \\ 30 & 26,67 & 100 & 2,5 \\ 10,5 & 33,33 & 0,909 & 2,303 \\ 102 & 5,5 & 0 & 10 \end{pmatrix}$$

$$i=3, j=2$$

$$12. A = \begin{pmatrix} 12 & 6 & 7 & 66 \\ 36 & 40 & 144 & 3 \\ 12,5 & 48 & 0,9230 & 2,485 \\ 146,4 & 6,5 & 0,6667 & 12 \end{pmatrix}$$

$$i=3, j=4$$

$$14. A = \begin{pmatrix} 14 & 7 & 8 & 91 \\ 42 & 56 & 196 & 3,5 \\ 14,5 & 65,33 & 0,933 & 2,639 \\ 198,8 & 7,5 & 1,333 & 14 \end{pmatrix}$$

$$i=1, j=2$$

### Порядок выполнения задания

1. Определите матрицу А
2. Определите матрицу, умножение на которую выделяет столбец и строку матрицы с указанным номером. Выполните умножение.
3. Определите матрицу, умножение на которую суммирует элементы указанных столбца и строки. Выполните умножение.

4. Определите матрицу, умножение на которую переставляет указанные столбцы и строки. Выполните умножение.
5. Приведите матрицу к ступенчатому виду, используя функцию rref.

*Задание 2*

Докажите, что матрица  $P$  идемпотентна. Вычислите ее определитель. Покажите, что матрица  $I = 2P - E$  инволютивна. Вычислите ее определитель и обратную матрицу.

$$1. P = \begin{pmatrix} 0.646 & -0.227 & -0.421 \\ -0.227 & 0.854 & -0.270 \\ -0.421 & -0.270 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$8. P = \begin{pmatrix} 0.511 & 0.072 & -0.495 \\ 0.072 & 0.989 & 0.073 \\ -0.495 & 0.073 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$2. P = \begin{pmatrix} 0.587 & 0.189 & -0.455 \\ 0.189 & 0.913 & 0.208 \\ -0.455 & 0.208 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$9. P = \begin{pmatrix} 0.915 & 0.188 & -0.206 \\ 0.188 & 0.585 & 0.456 \\ -0.206 & 0.456 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$3. P = \begin{pmatrix} 0.990 & 0.070 & -0.071 \\ 0.070 & 0.510 & 0.495 \\ -0.071 & 0.495 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$10. P = \begin{pmatrix} 0.852 & -0.228 & 0.272 \\ -0.228 & 0.648 & 0.420 \\ 0.272 & 0.420 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$4. P = \begin{pmatrix} 0.714 & -0.247 & 0.378 \\ -0.247 & 0.786 & 0.327 \\ 0.378 & 0.327 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$11. P = \begin{pmatrix} 0.538 & -0.132 & 0.481 \\ -0.132 & 0.962 & 0.138 \\ 0.481 & 0.138 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$5. P = \begin{pmatrix} 0.540 & 0.136 & 0.479 \\ 0.136 & 0.960 & -0.142 \\ 0.479 & -0.142 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$12. P = \begin{pmatrix} 0.718 & 0.248 & 0.375 \\ 0.248 & 0.782 & -0.330 \\ 0.375 & -0.330 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$6. P = \begin{pmatrix} 0.961 & 0.134 & 0.140 \\ 0.134 & 0.539 & -0.480 \\ 0.140 & -0.480 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$13. P = \begin{pmatrix} 0.989 & -0.074 & -0.075 \\ -0.074 & 0.511 & -0.494 \\ -0.075 & -0.494 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$7. P = \begin{pmatrix} 0.784 & -0.248 & -0.328 \\ -0.248 & 0.716 & -0.377 \\ -0.328 & -0.377 & 0.500 \end{pmatrix}$$

$$14. P = \begin{pmatrix} 0.583 & -0.186 & -0.456 \\ -0.186 & 0.917 & -0.204 \\ -0.456 & -0.204 & 0.500 \end{pmatrix}$$

Порядок выполнения задания.

1. Введите матрицу  $P$ .
2. Вычислите  $P^2$  и  $P^2-P$ .
3. Вычислите  $\det P$  и  $P^{-1}$ .
4. Введите единичную матрицу  $E$  той же размерности, что и матрица  $P$ .
5. Вычислите матрицу  $I=2P-E$ .
6. Вычислите матрицу  $I^2$ .
7. Вычислите  $\det I$  и  $I^{-1}$ .

Пример выполнения задания

Докажите, что матрица  $P = \begin{pmatrix} -26 & -18 & -27 \\ 21 & 15 & 21 \\ 12 & 8 & 13 \end{pmatrix}$  идемпотентна. Вычислите

ее определитель. Покажите, что матрица  $I = 2P - E$  инволютивна. Вычислите ее определитель и обратную матрицу.

Приведен фрагмент рабочего документа Mathcad с соответствующими вычислениями.

Зададим матрицу  $P$   $P := \begin{pmatrix} -26 & -18 & -27 \\ 21 & 15 & 21 \\ 12 & 8 & 13 \end{pmatrix}$

Вычислим матрицу  $I$   $I := 2 \cdot P - \text{identity}(3)$   $I = \begin{pmatrix} -53 & -36 & -54 \\ 42 & 29 & 42 \\ 24 & 16 & 25 \end{pmatrix}$

Покажем что матрица  $P$  инволютивна  $P^2 = \begin{pmatrix} -26 & -18 & -27 \\ 21 & 15 & 21 \\ 12 & 8 & 13 \end{pmatrix}$

$$P^2 - P = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Покажем что матрица  $\Gamma$  идемпотентна

$$\Gamma^2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\Gamma^{-1} = \begin{pmatrix} -53 & -36 & -54 \\ 42 & 29 & 42 \\ 24 & 16 & 25 \end{pmatrix}$$

### *Контрольные вопросы*

1. Что является основными матричными операциями
2. Что называется суммой двух матриц
3. Что называется произведением двух матриц
4. Какие матрицы называются перестановочными
5. Какая матрица называется единичной
6. Как задается единичная матрица
7. Как получить сумму элементов матриц по строкам
8. Как выделить соответствующие строки матрицы
9. Как переставить строки и столбцы матрицы
10. Как вычислить определитель матрицы
11. Как вычислить степень матрицы

## **Лабораторная работа 8**

### **РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ В MATLAB**

MATLAB – одна из старейших, тщательно проработанных и проверенных временем систем автоматизации математических расчетов, построенная на расширенном представлении и применении матричных операций.

Решение систем линейных алгебраических уравнений является одной из основных вычислительных задач, поскольку к ней сводятся огромное количество задач, возникающих в самых различных прикладных областях. Численные методы, применяемые для приближенного решения задач механики, для расчета течений жидкостей и газов, других физических процессов в сплошных сре-

дах, методы расчета электрических цепей, методы приближения данных приводят к необходимости решения систем линейных алгебраических уравнений (и это далеко не полный перечень источников возникновения линейных алгебраических систем).

Среда MATLAB изначально разрабатывалась для работы с матрицами (MATLAB является сокращением от Matrix Laboratory), поэтому арсенал средств MATLAB для решения систем линейных алгебраических уравнений достаточно богат и включает в себя:

- решение систем с квадратными и прямоугольными матрицами;
- решение систем прямыми и итерационными (в том числе с возможностью предобусловливания) методами;
- матричные разложения;
- хранение больших разреженных матриц в компактной форме и специальные алгоритмы для решения систем с такими матрицами.

После запуска MATLAB на экране появляется основное окно системы, показанное на рисунке

Система MATLAB создана таким образом, что любые вычисления можно выполнять в режиме прямых вычислений, т.е. без подготовки программы. Работа с системой в режиме прямых вычислений носит диалоговый характер. Пользователь набирает на клавиатуре вычисляемое выражение, редактирует его (если нужно) в командной строке и завершает ввод нажатием клавиши ENTER.

Основные моменты при вводе :

Для указания ввода исходных данных используется символ »;

Данные вводятся с помощью простейшего строчного редактора;

Для блокирования вывода результата вычислений некоторого выражения после него надо установить знак ; (точка с запятой);

Если не указана переменная для значения результата вычислений, то MATLAB назначает такую переменную с именем ans;

Знаком присваивания является привычный математический знак равенства = ;

Результат вычислений выводится в строках вывода (без знака »);

Встроенные функции записываются строчными буквами, и их аргументы указываются в круглых скобках.

Матрица задается в виде ряда векторов, представляющих ее строки и заключенных в квадратные скобки. Для разделения элементов векторов используется пробел или запятая, а для отделения одного вектора от другого – точка с запятой. Для выделения отдельного элемента матрицы  $M$  используется выражение вида  $M(j,i)$ , где  $M$  – имя матрицы,  $j$  – номер строки  $i$  – номер столбца.

### **Создание матриц с заданными свойствами**

Для создания единичной матрицы служит функция `eye`:

`eye(n)` – возвращает единичную матрицу размера  $n$  на  $n$ ;

`eye(size(A))` – возвращает единичную матрицу того же размера, что и  $A$ .

Для создания матрицы с единичными элементами используется функция `ones`:

`ones(n)` - возвращает матрицу размера  $n$  на  $n$ , все элементы которой единицы;

`ones(size(A))` – возвращает массив единиц той же размерности и размера, что и  $A$ .

Для создания матрицы все элементы которых нули используется функция `zeros`

`zeros(n)` – возвращает матрицу размера  $n$  на  $n$ , содержащую нули;

`zeros(size(A))` – возвращает матрицу нулей того же размера и размерности, что и  $A$ .

Для создания массивов случайных элементов используются:

`randperm(n)` – возвращает случайные перестановки целых чисел  $1 : n$  в векторе-строке.

`Rand(n)` – возвращает матрицу размера  $n$  на  $n$ ;

`Rand(size(A))` – возвращает массив того же размера и размерности, что и  $A$ , с элементами, распределенными по равномерному закону.

Для перестановки элементов матриц служат следующие функции:

`Fliplr(A)` – зеркально переставляет столбцы матрицы  $A$  относительно вертикальной оси.

`Flipud(A)` - зеркально переставляет столбцы матрицы  $A$  относительно горизонтальной оси.

Для перемножения элементов массивов служит функция

`Prod(A)` – возвращает произведение элементов массива, если  $A$  – вектор, или вектор-строку, содержащую произведения элементов каждого столбца, если  $A$  – матрица.

### **Решение систем при помощи знака обратной косой черты**

Простейшим способом решения систем является применение знака обратной косой черты. Предположим, что требуется решить систему

$$\begin{cases} 4x_1 + x_2 + 2x_3 = 7, \\ 3x_1 + 7x_2 + x_3 = 11, \\ 2x_1 + 2x_2 + 8x_3 = 12. \end{cases}$$

Для этого заполняем матрицу и вектор-столбец правой части (правая часть должна быть именно столбцом, иначе выведется ошибка о несовпадении размерностей)

$$A = [4 \ 1 \ 2; \ 3 \ 7 \ 1; \ 2 \ 2 \ 8];$$

$$f = [7; 11; 12];$$

и используем знак обратной косой черты

$$x = A \setminus f$$

$$x =$$

1

1

1

Вместо знака обратной косой черты можно было вызвать функцию `mldivide`

$$x = \text{mldivide}(A, f)$$

Результат будет тем же самым.

Вычисляя невязку, убеждаемся в том, что решение найдено верно

$f - A*x$

ans =

0

0

0

Очень важно не перепутать местами  $A$  и  $f$ , т.к. при выполнении операции

$x = f \setminus A$

никакой ошибки не будет, а выведется

$x =$

0.2707 0.3439 0.3854

что не имеет ничего общего с решением рассматриваемой системы.

Для нахождения определителя и ранга матриц в MatLab имеется функция:

$\text{Det}(X)$  – возвращает определитель квадратной матрицы  $X$ .

Для вычисления ранга используется функция  $\text{rank}$ :  $\text{Rank}(A)$ .

### *Задание 1*

Решить систему линейных уравнений из лабораторной работы 3.

### *Контрольные вопросы*

1. Как задается произвольная матрица
2. Как задается матрица с заданными свойствами
3. Как создается массив случайных элементов
4. В чем заключается решение систем при помощи знака обратной косой черты

## **Лабораторная работа 9**

### **ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ФУНКЦИЙ В MATLAB**

MATLAB строит графики функций по ряду точек, соединяя их отрезками прямых, т.е. осуществляя линейную интерполяцию функции в интервале между смежными точками.

Для создания векторов или значений абсциссы при построении графиков используется оператор : (двоеточие):

Начальное\_значение : Шаг : Конечное\_значение

Данная конструкция порождает возрастающую последовательность чисел, которая начинается с начального значения, идет с заданным шагом и завершается конечным значением. Если Шаг не задан, то он принимает значение 1. Если конечное значение указано меньшим, чем начальное значение – выдается сообщение об ошибке.

Для построения графика достаточно вначале задать вектор  $x=0:0,1:10$ , а затем использовать команду построения графиков `plot(Sin(x))`.

Вектор  $x$  задает интервал изменения независимой переменной от 0 до 10 с шагом 0,1.

`Plot (X, Y, S)` – аналогична команде `plot( X, Y)`, но тип линии графика можно задавать с помощью строковой константы  $S$ .

Значениями константы могут быть следующие символы.

| Цвет линии |            | Тип точки |             | Тип линии |                 |
|------------|------------|-----------|-------------|-----------|-----------------|
| Y          | Желтый     | .         | Точка       | -         | Сплошная        |
| M          | Фиолетовый | o         | Окружность  | :         | Двойной пунктир |
| C          | Голубой    | X         | Крест       | -.        | Штрих-пунктир   |
| R          | Красный    | +         | Плюс        | --        | штриховая       |
| G          | Зеленый    | *         | Звездочка   |           |                 |
| B          | Синий      | S         | Квадрат     |           |                 |
| W          | Белый      | D         | Ромб        |           |                 |
| K          | черный     | V         | треугольник |           |                 |

Таким образом, с помощью строковой константы  $S$  можно изменять цвет линии, представлять узловые точки различными отметками и менять тип линии графика.

Для построения графиков функций со значениями  $x$  и  $y$ , изменяющимися в широких пределах, нередко используются логарифмические масштабы. Для построения графика в логарифмическом масштабе используется функция `log log (Y)`.

Для построения столбцовой диаграммы используется функция `bar (X,Y)`. Она строит столбцовый график элементов вектора  $Y$  со спецификацией поло-

жения столбцов, заданной значениями элементов вектора  $X$ , которые должны идти в монотонно возрастающем порядке.

Графики MATLAB строит в отдельных окнах, называемых графическими окнами. Для построения двух графиков в одном окне необходимо задать вектор  $x$ , функции  $y_1$  и  $y_2$ , а затем задать функцию `plot(x, y1, x, y2)`.

Для построения графика поверхности и ее проекции в виде контурного графика на плоскость под поверхностью достаточно использовать следующие команды:

```
» [X, Y] = meshgrid (-5: 0.1: 5);
```

```
» Z = X. * Sin(X+Y);
```

```
» plot3( X,Y,Z)
```

Особенно наглядное представление о поверхностях дают сетчатые графики, использующие функциональную закраску ячеек. Например, цвет окраски поверхности  $z(x,y)$  может быть поставлен в соответствие с высотой  $z$  поверхности с выбором для малых высот темных тонов, а для больших - светлых. Для построения таких поверхностей используются команды класса `surf(...)`.

`Surf(X,Y,Z,C)` – строит цветную параметрическую поверхность по данным матриц  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  с цветом, задаваемым массивом  $C$ ;

`Surf(X,Y,Z)` – аналогична предшествующей команде, где  $C=Z$ , так что цвет задает высотой той или иной ячейки поверхности.

Можно поворачивать построенную фигуру мышью и наблюдать ее под разными углами. Для этого необходимо активизировать последнюю справа кнопку панели инструментов с изображением пунктирной окружности со стрелкой. Далее введя курсор мыши в область графика и нажав левую кнопку мыши, можно круговыми движениями заставить график вращаться вместе с обрамляющим его параллелепипедом.

Для переключения в режим редактирования графика нужно щелкнуть на кнопке `EditPlot` (редактировать график) с изображением курсора-стрелки. В этом режиме можно управлять с помощью контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши.

После того как график уже построен, MATLAB позволяет его форматирование или оформление в нужном виде. Для установки над графиком титульной надписи используется команда `title('string')`. Для установки надписей возле осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$  используются следующие команды:

`Xlabel('string')`

`Ylabel('string')`

`Zlabel('string')`

Соответствующая надпись задается символьной константой или переменной `'string'`.

Для добавления текста в определенное место графика используется команда `text(X,Y,'string')`, где  $x$ ,  $y$  точка расположения начала текста.

Во многих случаях желательно построение многих наложенных друг на друга графиков в одном и том же окне. Для этого служит команда продолжения графических построений `hold`. Она используется в следующих форматах:

`Hold on` – обеспечивает продолжение вывода графиков в текущее окно, что позволяет добавлять последующие графики к уже существующим;

`Hold off` – отменяет режим продолжения графических построений.

Для того, чтобы в одном окне расположить несколько координатных осей с различными графиками без наложения их друг на друга используется команда `subplot(m,n,p)`. Она разбивает графическое окно на  $m \times n$  подокон, при этом  $m$  – число подокон по горизонтали,  $n$  – число подокон по вертикали,  $p$  – номер подокна, в которое будет выводиться текущий график.

### *Задание*

Построить графики функций из лабораторной работы 6. Показать возможность расположения графиков в одном окне с наложением, вывод нескольких окон.

### *Контрольные вопросы*

1. Как задается значение абсциссы графика
2. Как задается тип, цвет линии
3. С помощью какой функции строится столбцовая диаграмма

4. Как построить в одном окне два графика с наложением друг на друга
5. С помощью какой функции строится поверхность
6. Как задать заголовок графика

## **Лабораторная работа 10**

### **Работа с графическими редакторами**

Среди графических редакторов, «рисовалок», есть мощные профессиональные программы (Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, 3D Studio, CorelDraw), очень большие, с массой вспомогательных программ и всяческих дополнительных эффектов (за это их называют графическими пакетами). Есть более простые и более компактные - Paintshop Pro, Photofinish или Paint из состава Windows. Графические редакторы включают в себя два типа: растровые (Adobe Photoshop, Paintshop, Paint), рисующие изображение по точкам, для каждой из которых отдельно заданы её цвет и яркость; векторные, рисующие сразу целую линию - дугу, отрезок прямой, а сложные линии представляют как совокупность таких дуг и отрезков. Векторные графические редакторы (CorelDraw, Adobe Illustrator) позволяют проделывать очень сложные трансформации формы рисунка, сжатия и растяжения, любые изменения размера, преобразования контуров. В них легко сочетать изображения с разного рода надписями, произвольным образом размещенными (по дугам или иным кривым, под любыми углами). Но для обработки фотоизображений они непригодны. Используют их при изготовлении всех видов эмблем, товарных знаков, в книжной, журнальной и рекламной вёрстке любой сложности. Растровые программы используют, когда надо обрабатывать сканированные изображения-картины, рисунки, фотографии. Основной упор делается на ретуширование изображений, коррекцию цветов, подбор цветов, подбор оптимального контраста, яркости, чёткости, на разного рода размывки и затуманивания, игры со светотенью, составление коллажей. Но с формой объектов они работают плохо.

### *Задание*

Нарисовать в графическом редакторе рисунок. Создать иллюстрацию, состоящую из двух и более рисунков.

### *Контрольные вопросы*

1. Какие графические редакторы называются растровые
2. Какие графические редакторы называются векторные

## **Лабораторная работа 10**

### **РАБОТА С ПРАВОВЫМИ СИСТЕМАМИ**

Любая организация в своей повседневной деятельности опирается на нормативные акты: Федеральные и Областные законы, Указы Президента, подзаконные акты министерств и ведомств, - в настоящее время ежемесячно их издается несколько тысяч.

Даже если нужный документ удалось вовремя найти, этого обычно недостаточно. Для решения какой-то конкретной проблемы требуется еще установить все взаимосвязи найденного документа с другими нормативными актами, регулирующими данную сферу.

Десятки тысяч предприятий, в том числе сами контролирующие органы, решают для себя эту проблему, пользуясь справочными правовыми системами (СПС).

Справочная правовая система - это компьютерная программа, содержащая полную, систематизированную и оперативно обновляющуюся информацию по законодательству с комментариями, совмещенную с компьютерными средствами поиска и анализа этой информации.

За последние годы справочные правовые системы прочно вошли в деловой оборот. Постоянными потребителями правовой информации являются и государственные структуры, и бизнес, и отдельные категории граждан, например преподаватели и студенты. Причем всем им нужна полная, актуальная и достоверная информация о действующем законодательстве, правилах его применения и готовящихся поправках. Стремясь привлечь как можно больше пользова-

телей, фирмы, специализирующиеся на СПС, внедряют все новые продукты и совершенствуют уже имеющиеся.

Общее число официальных корпоративных пользователей СПС — более 300000. Фактическое же число пользователей в несколько раз выше, так как в каждом учреждении или организации с правовыми базами, как правило, работают несколько сотрудников.

В основном правовая информация попадает в СПС официальным путем. Прежде всего из тех же официальных публикаторов. К официальным публикаторам федерального уровня относятся журнал «Собрание законодательства», «Парламентская газета», «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти» и др. На региональном и местном уровнях существуют свои официальные публикаторы.

Не все документы, которые выпускают различные ведомства, подлежат официальному опубликованию. Например, те же письма ФНС или Минфина не относятся к категории нормативных правовых актов, а значит, публиковать их в заранее определенных источниках ведомства не обязаны. Поэтому компании — разработчики СПС, как правило, заключают с государственными структурами договоры об информационном сотрудничестве и получают необходимые документы по официальным каналам. Например, у компании «Консультант Плюс» действует более 70 подобных договоров с федеральными органами исполнительной власти.

Прежде чем ввести в свой информационный банк какой-либо документ, сотрудники компании — разработчика СПС проводят его юридическую обработку. Например, выясняют, с какой даты он (или его отдельные положения) вступает в силу, разумеется, если в самом документе об этом не сказано. Кроме того, чтобы ввести в электронную копию документа необходимые гиперссылки, надо выявить, с какими документами он связан, какие документы утрачивают силу в связи с его принятием и т. п.

Многие документы попадают в правовые базы сразу же после официального издания. Например, нормативные документы, как правило, через день-два.

Путь других документов (в основном это касается не опубликованных официально писем) несколько дольше, но в среднем в течение месяца все они появляются в СПС.

Пользователю, будь то представитель государственной структуры или частной компании, непросто определиться с выбором СПС, если он в полной мере незнаком с возможностями той или иной системы. Идя навстречу потенциальным клиентам, разработчики предлагают демо-версии систем, а также предоставляют возможность бесплатного пользования СПС в течение ограниченного периода времени – например двух недель, как «Кодекс». Определенное представление о возможностях конкретной системы можно получить, посетив интернет-сайт компании-разработчика – федеральный или региональный.

Наиболее объективно сравнить параметры СПС могут только те пользователи, у которых есть опыт практической работы с несколькими системами. Как показало исследование КОМКОН, наиболее важными свойствами при выборе СПС пользователи считают надежность и достоверность информации, ее актуальность и оперативность обновления, полноту представленной в системе информации. Также важны простота и удобство поиска документов, надежность сервисного обслуживания.

Выбор СПС, а также комплекта поставки зависит прежде всего от потребностей конкретного пользователя и, конечно, от его финансовых возможностей. Если средства позволяют, приобретается «джентльменский набор» – «КонсультантПлюс» и «Гарант». Однако это довольно дорогое удовольствие – одновременно эти системы стоят на компьютерах всего у 14 % российских пользователей СПС. В их числе некоторые региональные Управления ФНС России и налоговые инспекции. Иногда устанавливается и большее число СПС. Это характерно для государственных органов, занимающихся законотворчеством, и крупнейших частных компаний.

В настоящее время по критерию распространенности безусловным лидером среди СПС является «КонсультантПлюс». По данным разработчиков, эту систему используют в работе более 180 000 предприятий и организаций. «Га-

рант» – вторая по распространенности система – у компании 85 000 корпоративных клиентов (данные компании «Гарант»). Это положение компаний на рынке подтверждается и результатами независимых исследований, проведенных компанией КОМКОН и рядом других исследователей.

На долю всех других СПС приходится существенно меньшая доля рынка. Однако сейчас именно эти компании наиболее активно идут в регионы.

И хотя эти СПС не могут предоставить пользователям такой же объем информационных ресурсов, как лидеры рынка, они находят в регионах своих клиентов, которых привлекают относительная простота и дешевизна этих систем.

Хорошая справочная правовая система (СПС) - это удобное средство анализа большого объема информации, позволяющее быстро найти оптимальное решение любой проблемы, связанной с налогообложением, особенностями функционирования банковской системы, спецификой работы таможенных органов и пр. на основе действующего законодательства.

Лучшие СПС не только дают возможность получить тексты документов, но и содержат консультации по применению тех или иных норм, раскрывают косвенные связи между документами.

### *Задание*

Найти в СПС документы, законы, кодексы.

#### ***Поиск по реквизитам***

1. Найти Федеральный закон № 16-ФЗ принятый в 1995 году.
2. Найти Федеральный закон № 26-ФЗ принятый в 1996 году.
3. Найти все имеющиеся в СПС Федеральные законы № 16-ФЗ.
4. Найти постановления Правительства РФ номер которых начинается с 2... принятые в 2005 – 2007 годах.
5. Найти все приказы Министерства внутренних дел РФ, зарегистрированные министерством юстиции в 2009 году.
6. Найти все нормативные правовые акты Государственного таможенного комитета РФ.

### ***Поиск по контексту (или ключевым словам)***

1. Найти источник документа регулирующего бюджетные отношения в РФ.
2. Найти источник последней публикации текста Гражданского кодекса РФ.
3. Найти закон, определяющий порядок ввода в действие Земельного кодекса РФ.
4. Найти источник последней публикации текста Лесного кодекса РФ.
5. Найти последнюю редакцию Арбитражного процессуального кодекса РФ.
6. Найти документы, принятые на основе Водного кодекса РФ.
7. Найти первую редакцию Градостроительного кодекса РФ.
8. Найти редакцию Уголовного кодекса, действовавшего на территории современной России в 1961 году.
9. Найти Федеральный закон «Об акционерных обществах».
10. Найти Федеральный закон «О воинской обязанности и военной службе».
11. Найти Федеральный закон, регламентирующий ипотеку.
12. Найти закон, определяющий понятие гражданское состояние.
13. Найти последние изменения в Федеральный закон «О рекламе»
14. Найти последние поправки в Федеральный закон «О милиции».

### ***Комбинированный поиск***

1. Составить перечень источников нормативной правовой информации, содержащих понятие «поставка».
2. Найти определение понятия «коммерческая тайна» в подзаконных нормативных правовых актах.
3. Найти все толкования понятия «необходимая оборона», сделанные Верховным судом РФ.

### *Контрольные вопросы*

1. Что такое справочная правовая система
2. Как попадает правовая информация в СПС
3. Как обновляется информация в СПС
4. Как осуществляется поиск информации в СПС

## **Лабораторная работа 11**

### **Работа с программами-переводчиками**

Программы для перевода делятся на переводчики (так называемые «программы-переводчики») и словари. Словари также служат для перевода текста, но, исходя из понятия «словарь», они переводят только по одному слову.

#### **Программа: ABBYY Lingvo**

Lingvo – универсальный словарь. Он подходит для бизнеса, работы и учебы, изучения языка, для путешествий, профессионального перевода.

Разработка Lingvo началась в 1989 году по инициативе Давида Яна и Александра Москалёва. Сейчас это популярнейший электронный словарь. Переводчик Lingvo распространяется в нескольких изданиях, в том числе и в jewel-версии, с существенными ограничениями. Одно из них – поддержка малого количества словарей. Для перевода можно выбрать один из 11 языков: английский, немецкий, французский, испанский, итальянский, португальский, китайский, турецкий, украинский, латинский или русский.

Пакет включает в себя более 150 словарных баз и 8,7 млн. статей. Эти словари разрабатываются на профессиональном ресурсе LingvoDA.ru независимыми лексикографами. Поэтому разница между Lingvo и обычными программами-словарями – огромна. Каждое слово Lingvo переводит предельно подробно, перевод проиллюстрирован примерами из книг, газет и др. От версии к версии в программе появляются новые словари (в том числе и орфографические, толковые), базы озвученных слов.

### **Программа: PROMT**

Компания PROMT предлагает на выбор четыре редакции словаря. Редакция Expert предназначена для профессионалов в области перевода, Professional – для корпоративных заказчиков, Standard – для малого офиса, PROMT 4U представляет собой продукт для домашнего пользователя.

Качество перевода зависит от выбранного тематического словаря.

### **Программа: Мультитран**

Для загрузки доступны несколько дистрибутивов «Мультитрана», в зависимости от количества терминов. Есть версия на 2000 терминов (размером в 2 Мб), а есть и на 400000 (31 Мбайт), и даже на миллион слов (65 Мбайт). Прежде всего, программа предназначена для профессиональных переводчиков. Она с легкостью переводит профессиональные термины и жаргонизмы.

Словарные базы постоянно расширяются – практически ежедневно. Обновлять словари программы можно посредством онлайн-обновления (в ручном или автоматическом режимах).

Программа проста в освоении благодаря интуитивному интерфейсу. Интерфейс по умолчанию англоязычный. В настройках можно исключить из списка термины определенной тематики, оставив только интересующие конкретно вас.

### **Программа: Belazar**

Belazar – электронный переводчик в белорусско-русско-белорусском направлении. С иностранных языков он не переводит. В студенческих кругах Belazar пользуется популярностью, и далеко не всегда из-за неграмотности этого самого окружения. Как не воспользоваться такой полезной программой при вечном недостатке свободного времени?

Качество перевода хорошее, заметно лучше, чем перевод с английского на русский любой программы-переводчика. Вероятно, это объясняется близостью двух государственных языков. В сочетаниях слов приходится исправлять ошибки, изменять неправильно переведенные слова. В программе имеется «интеллектуальная корректировка перевода» и проверка орфографии, что только

улучшает качество перевода. Даже если программа не «знает» определенное слово, она исправляет его в соответствии с белорусскими правилами.

### **Онлайн-переводчики**

Перевод в Интернете удобен тем, что на компьютер не нужно устанавливать полновесную программу со всеми словарями (размеры которой иногда достигают почти гигабайта).

Сервис Google можно использовать как переводчик и поисковую систему одновременно. Первая замеченная возможность: вы вводите поисковый запрос на одном языке, а результат отображается на другом. Причем найденные страницы будут полностью переведены.

Несмотря на то, что качество перевода было и остается на отметке «хуже среднего», радует большой список языков и, следовательно, направленностей перевода: 23 языка (и некоторых их разновидностей), с которых можно перевести на русский либо другой язык. Список, конечно, очень впечатляет, перечислять не станем. Достаточно сказать, что в него входят не только английский, немецкий и французский, но и японский, арабский, корейский и другие языки мира.

Переводить можно отдельное слово (с подробным описанием в словарной статье), но и текст, а также веб-страницы. Вводите адрес в поле адреса страницы, выбираете направленность перевода и ждете, пока Google сделает перевод.

#### *Задание*

Ознакомиться с работой программ-переводчиков.

Пользуясь одним из существующих компьютерных переводчиков, перевести исходный текст с одного языка на другой, например, с русского на английский, немецкий или французский и наоборот.

#### *Контрольные вопросы*

1. Как подразделяются программы-переводчики
2. Какие программы автоматизированного перевода документов Вы знаете?
3. Возможен ли перенос текста из компьютерного перевода в WordPad?.
4. Как из исходного текста перевести только одно слово или фразу?

5. Существует ли в программе Promt возможность редактирования исходного/итогового текста?
6. Можно ли сохранить итоговый документ в самом компьютерном переводчике (если нет, то почему; если да, то как)?

## **Лабораторная работа 12**

### **Создание мультимедийных презентаций**

Компьютерная презентация представляет собой набор слайдов (электронных страниц), последовательность показа которых может меняться в процессе демонстрации презентации, т.е. презентация является интерактивным документом.

Презентация является мультимедийным документом, т.к. каждый слайд может включать в себя различные формы представления информации (текст, таблицы, диаграммы, изображения, звук, анимацию и др.).

Презентации обычно используют в процессе выступлений на конференциях, для рекламы товаров на выставках, при объяснении нового материала на уроке и т.д.

Основные приемы работы с презентациями в PowerPoint:

- **Способы создания презентаций.**

1. *Мастер автосодержания* – простейший и самый быстрый способ создания презентаций. Мастер автосодержания быстро подготовит слайды, после того как выбрана тема и оформления.

2. *Шаблон презентации* – также быстрый способ создания, где можно выбрать как саму презентацию, так и отдельные слайды и способы их оформления.

3. *Пустая презентация* – создание новой презентации, где предлагается выбрать макет слайда или просто чистый лист.

- **Добавление нового слайда** в презентацию – простейший способ щелкнуть на кнопке Создать слайд на панели инструментов Стандартная или Вставка->Новый слайд.

- **Удаление слайдов** – Удаление происходит в режимах Обычный, Сортировщик слайдов. Необходимо выбрать слайд и нажать Правка->Удалить слайд.
- **Работа с образцом слайдов** – здесь устанавливается формат заголовков слайдов и списков, а также цветовая гамма слайдов. Если в одном из слайдов меняется какой либо элемент оформления, то и в остальных происходит такое же изменение. Включит режим Образец слайдов можно с помощью команды Вид->Образец, где можно также выбрать образцы отдельных элементов слайда.
- **Добавление текста** в слайд – после того как выбраны или созданы текстовые поля с помощью команды Вставка->Надпись для ввода текста необходимо в обычном режиме просто щелкнуть левой клавишей мыши на поле и можно вводить текст.
- **Добавление в слайд номеров страниц, даты и времени** – слайды PowerPoint могут иметь верхний и нижний колонтитулы. Обычно под колонтитулами здесь понимают просто данные о номерах страниц, дате и времени, которые можно добавить с помощью команды Вид->Колонтитулы.
- **Изменение цветовых схем** слайдов – изменение происходит с помощью команд Формат->Фон и Оформление слайдов, где в поле со списком можно выбрать нужный цвет.
- **Добавление графических клипов** в слайд – с помощью меню Вставка->Рисунок, где можно использовать существующие клипы или свои графические файлы.
- **Добавление графиков и диаграмм** – Создание происходит с помощью меню Вставка->Диаграмма и при этом запускается встроенная в PowerPoint программа
- **Microsoft Graph**, которая загружает свое меню и панели инструментов, похожие на Excel. Создание таблиц – Таблицы создаются с помощью меню Вставка->Таблица или с помощью панели Стандартная. Технология работы с таблицами похожа на работу в Word.

- **Добавление звука и видео** в презентацию – для этого необходимо выбрать слайд и открыть меню Вставка->Кино и Звук, где можно вставить как свои звуковые и видео файлы, так и встроенные в Office клипы. После этого необходимо настроить воспроизведение звукового или видео файла с помощью команды Показ слайдов->Настройка анимации.

- **Добавление анимации** в слайды. Анимация в PowerPoint – это введение специальных визуальных или звуковых эффектов в графический объект или текст. Анимация является одним из самых выразительных средств PowerPoint. Установка параметров анимации позволяет контролировать способы появления объектов и текста на слайде во время презентации. Чтобы добавить анимацию в какой-либо объект необходимо его выделить, а затем выбрать пункт Показ слайдов->Настройка анимации, где необходимо выбрать и вставить нужный эффект и настроить его воспроизведение.

- **Добавление гиперссылок.** Необходимо выделить текст или изображение, которое нужно связать с другим объектом и выбрать пункт Вставка->Гиперссылка.

- **Подготовка презентации к показу.** Здесь необходимо настроить порядок показа слайдов с помощью команды Показ слайдов->Произвольный показ и формат вывода с помощью команды Показ слайдов->Настройка презентации.

### *Задание*

Создать презентацию состоящую из 20 слайдов по любой теме, содержащую гиперссылки, анимацию, рисунки, таблицы, графики.

### *Контрольные вопросы*

1. Что такое презентация
2. Каковы основные способы создания презентаций
3. Как осуществляется добавление в слайд номеров страниц, даты, времени
4. Как настраивается анимация
5. Как создаются гиперссылки

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Максимов Н.В., Алешин Л.И. Информационные технологии. Учебное пособие. – М.: ММИЭ, 2006
- 2 Мартьянова А.Е. Компьютерные вычисления в пакете Mathcad: учебно-методическое пособие. – Астрахань.: АгТУ, 2007
- 3 Киселева М.В. Информатика: методические указания к выполнению лабораторных работ. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008
- 4 Информатика: практикум по технологии работы на компьютере / под ред. Н.В. Макаровой. – М.: Финансы и статистика, 2008.
- 5 Плис А.И., Сливина Н.А. Mathcad: математический практикум для экономистов и инженеров - М.: Финансы и статистика, 2007.
- 6 Шушкевич Г.Ч. Введение в Mathcad. – Гродно: ГрГУ, 2006.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Э л е к т р о н н а я**  
**А н к е т а**

студента [ ] курса, факультет [ ]

Оцените *ежедневные затраты времени (%)*

**Таблица А**

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 1. Дорога (транспорт)    | 0.00% |
| 2. Учебный процесс       | 0.00% |
| 3. Подготовка в занятиям | 0.00% |
| 4. Спорт                 | 0.00% |
| 5. Отдых                 | 0.00% |
| 6. Сон                   | 0.00% |
| 7. Бытовые нужды         | 0.00% |
| ИТОГО                    | 0.00% |

Оцените *ежемесячные расходы (%)*

**Таблица В**

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 1. Еда                       | 0.00% |
| 2. Одежда                    | 0.00% |
| 3. Обувь                     | 0.00% |
| 4. Дорога (транспорт)        | 0.00% |
| 5. Учебные принадлежности    | 0.00% |
| 6. Спортивные принадлежности | 0.00% |
| 7. Развлечения               | 0.00% |
| 8. Прочие затраты            | 0.00% |
| ИТОГО                        | 0.00% |

### Внимание!

1. При заполнении полей таблиц А и В Электронной анкеты значение итого должно равняться 100 %.
2. Для проверки итогов необходимо нажать кнопку <Защита формы> на панели инструментов Форма. Если итог не равен 100 %, снимите защиту, отредактируйте значения исходных данных и повторите вычисления итогов, снова установив защиту.
3. Флажки устанавливаются пробелом только при нажатой кнопке <Защита формы> на панели инструментов Форма.

При заполнении ответов выбирается только ОДИН из списка возможных ответов

| Уровень дохода |                          |
|----------------|--------------------------|
| Высокий        | <input type="checkbox"/> |
| Средний        | <input type="checkbox"/> |
| низкий         | <input type="checkbox"/> |

| Дополнительные заработки |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Крайне нужны             | <input type="checkbox"/> |
| Нужны                    | <input type="checkbox"/> |
| Не нужны                 | <input type="checkbox"/> |

| Семейное положение        |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Не замужем, холост        | <input type="checkbox"/> |
| Замужем, женат, без детей | <input type="checkbox"/> |
| Замужем, женат, есть дети | <input type="checkbox"/> |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
СВЕДЕНИЯ ОБ АБИТУРИЕНТЕ**

Фамилия: \_\_\_\_\_  
 Имя: \_\_\_\_\_  
 Отчество: \_\_\_\_\_  
 Пол:  муж.  жен.  
 Дата рождения: \_\_\_ / \_\_\_ / 19 \_\_\_\_ г.  
 Место рождения: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Гражданство:**  Российская Федерация  
 Другое:  \_\_\_\_\_  
**Документ, удостоверяющий личность**  
 Серия: \_\_\_\_\_ Номер: \_\_\_\_\_  
 Кем выдан: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Код подразделения \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_ г.

Проживаю: почтовый индекс \_\_\_\_\_, код региона \_\_\_\_\_, субъект РФ (республика, край, область) \_\_\_\_\_, населенный пункт \_\_\_\_\_, улица (квартал) \_\_\_\_\_, дом \_\_\_\_\_, корпус \_\_\_\_\_, квартира \_\_\_\_\_, телефоны: домашний ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_, мобильный ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_

**Аттестат**  / **Диплом**  Серия \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_, выдан \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_ г. | **Подаю копию**

**Ректору АмГУ**

**ЗАЯВЛЕНИЕ**

Прошу принять мои документы для поступления на очную  ; заочную  ; заочную (в сокращенные сроки)  ; бюджетную  ; внебюджетную  форму обучения \_\_\_\_\_ факультета

(полное название факультета)

группы направлений подготовки (спец.) \_\_\_\_\_ по направлениям подготовки (специальностям):

1. \_\_\_\_\_  
(названия направлений (специальностей) в порядке убывания приоритетности участия в конкурсе)
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_

**Прошу засчитать результаты ЕГЭ по следующим предметам:**

| Предмет      | Оценка (в 100-й шкале) | Номер документа | Подаю копию свидетельств о результатах ЕГЭ |
|--------------|------------------------|-----------------|--|
| Русский язык |                        |                 | <input type="checkbox"/>                   |
|              |                        |                 | <input type="checkbox"/>                   |
|              |                        |                 | <input type="checkbox"/>                   |
|              |                        |                 | <input type="checkbox"/>                   |

**Не имею результатов ЕГЭ и прошу (выберите и заполните один из пунктов):**

- а)  разрешить участвовать в ЕГЭ, организуемом государственной экзаменационной комиссией Амурской области, в июле 20\_\_\_\_ года в установленные сроки и по следующим общеобразовательным предметам:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(подпись абитуриента)

б)  допустить меня к сдаче вступительных испытаний в традиционно принятой в АмГУ форме в соответствии с действующим законодательством РФ

\_\_\_\_\_  
(подпись абитуриента)

При поступлении имею следующие льготы: \_\_\_\_\_

Высшее профессиональное образование получаю впервые  ; не впервые  \_\_\_\_\_  
(подпись абитуриента)

С лицензией на право ведения образовательной деятельности и приложениями к ней, Уставом АмГУ, свидетельством о государственной аккредитации и приложениями к нему, Правилами приема в АмГУ и Правилами подачи апелляции ознакомлен и согласен:

\_\_\_\_\_  
(подпись абитуриента)

Я согласен на обработку своих персональных данных в порядке, установленном Федеральным Законом от 27 июля 2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2006, № 31, ст. 3451)

\_\_\_\_\_  
(подпись абитуриента)

С датой предоставления оригиналов документа государственного образца об образовании и свидетельств о результатах ЕГЭ ознакомлен:

\_\_\_\_\_  
(подпись абитуриента)

Подтверждаю подачу заявлений не более чем в пять вузов РФ и не более трех в АмГУ

\_\_\_\_\_  
(подпись абитуриента)

(Заполняется абитуриентом очной формы обучения)

Фамилия, имя, отчество родителей, домашний адрес и телефон (домашний и мобильный); место работы; должность; служебный телефон.

Отец: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Мать: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
(дата заполнения заявления)

\_\_\_\_\_  
(подпись абитуриента)

\_\_\_\_\_  
фамилия принявшего документы (подпись сотрудника)

\_\_\_\_\_  
фамилия проверившего информацию в ФБС (подпись сотрудника)

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение   | 3  |
| Лабораторная работа 1. Создание форм для ввода данных в текстовом редакторе Microsoft Word | 4  |
| Лабораторная работа 2. Создание форм для ввода данных в табличном редакторе Excel          | 11 |
| Лабораторная работа 3. Решение систем линейных уравнений в табличном редакторе Excel       | 16 |
| Лабораторная работа 4. Построение графиков функций в табличном редакторе Excel             | 28 |
| Лабораторная работа 5. Решение систем линейных уравнений в MathCad                         | 32 |
| Лабораторная работа 6. Построение графиков функций в MathCad                               | 41 |
| Лабораторная работа 7. Действия с матрицами в MathCad                                      | 48 |
| Лабораторная работа 8. Решение систем линейных уравнений в MatLab                          | 59 |
| Лабораторная работа 9. Построение графиков функций в MatLab                                | 63 |
| Лабораторная работа 10. Работа с правовыми системами                                       | 68 |
| Лабораторная работа 11. Работа с программами-переводчиками                                 | 73 |
| Лабораторная работа 12. Создание мультимедийных презентаций                                | 76 |
| Библиографический список   | 79 |
| Приложение 1. Электронная анкета   | 80 |
| Приложение 2. Форма для ввода данных   | 82 |

**Наталья Петровна Семичевская,**

*доцент кафедры ИиУС АмГУ, канд. техн. наук;*

**Ольга Викторовна Жилиндина,**

*старший преподаватель кафедры ИиУС АмГУ;*

**Виктория Евгеньевна Козюра,**

*ассистент кафедры ИиУС АмГУ*

**Компьютерные информационные технологии. Учебно-методическое пособие.**

---

Изд-во АмГУ. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 4,88. Тираж 70. Заказ 192.

Отпечатано в типографии АмГУ.