

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Информационные технологии»



MaCIST



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ПРОВЕДЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
для студентов специальностей 1-40 05 01
«Информационные системы и технологии
(по направлениям)» и 1-40 80 04 «Информатика
и технологии программирования»
дневной и заочной форм обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2023

УДК 519.22:004.942+004.22(075.8)
ББК 22.172.1+32.972.39я73
П71

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
факультета автоматизированных и информационных систем
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 2 от 04.10.2021 г.)*

Учебно-методическое пособие выполнено в ходе реализации проекта MaCICT (Modernisation of Master Curriculum in Information Computer Technologies) в рамках Erasmus+ Программы Европейского Союза. В этом проекте представлены лучшие практики вузов-партнеров из Евросоюза для модернизации учебного плана и дисциплин с целью внедрения в учебный процесс изучения гибких навыков, позволяющих повысить конкурентоспособность на рынке труда выпускников ИТ-специальностей.

Составители: *В. С. Захаренко, В. И. Токочаков*

Рецензент: доц. каф. «Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *В. А. Савельев*

П71

Представление результатов и проведение презентаций : учеб.-метод. пособие для студентов специальностей 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)» и 1-40 80 04 «Информатика и технологии программирования» днев. и заоч. форм обучения / сост.: В. С. Захаренко, В. И. Токочаков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – 236 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-535-510-7.

Изложены основы планирования эксперимента. Представлены рекомендации по проведению презентаций и рассмотрены основные инструменты для их подготовки.

Для студентов специальностей 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)» и 1-40 80 04 «Информатика и технологии программирования» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 519.22:004.942+004.22(075.8)
ББК 22.172.1+32.972.39я73**

ISBN 978-985-535-510-7

© Захаренко В. С., Токочаков В. И.,
составление, 2023
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2023

Оглавление

Глава 1. Основы планирования эксперимента	5
1.1. Основные определения	5
1.2. Параметры оптимизации	8
1.2.1. Требования к параметру оптимизации	9
1.2.2. Задачи с несколькими выходными параметрами.....	11
1.3. Обобщенный параметр оптимизации.....	12
1.3.1. Простейшие способы построения обобщенного отклика.....	13
1.3.2. Шкала желательности	15
1.3.3. Обобщенная функция желательности.....	17
1.4. Факторы.....	18
1.4.1. Характеристика факторов	19
1.4.2. Требования к факторам	19
1.4.3. Выбор уровней варьирования факторов и основного уровня	21
1.5. Выбор моделей	23
1.6. Полный факторный эксперимент	25
1.6.1. Полный факторный эксперимент типа 2^k	27
1.6.2. Свойства полного факторного эксперимента типа 2^k	29
1.6.3. Расчет коэффициентов регрессии.....	30
1.7. Дробный факторный эксперимент	32
1.7.1. Минимизация числа опытов	32
1.7.2. Дробная реплика.....	33
1.7.3. Выбор полуреплик. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты	34
1.8. Ошибки измерений критериев оптимизации и факторов	37
1.8.1. Рандомизация.....	40
1.9. Отсеивающие эксперименты	41
1.9.1. Априорное ранжирование факторов (психологический эксперимент).....	41
1.9.2. Метод случайного баланса.....	44
1.9.3. Неполноблочные планы (учет качественных факторов и экспертные оценки).....	45
1.10. Пример планирования эксперимента.....	51
1.10.1. Выбор факторов.....	52
1.10.2. Проведение эксперимента	53
1.10.3. Полный факторный эксперимент	53
1.10.4. Поиск оптимума методом крутого восхождения.....	58
1.10.5. Описание области оптимума.....	60
1.10.6. Построение графических зависимостей	62

Глава 2. Использование пакетов программ для визуализации данных	65
2.1. Возможности математического пакета SciLab.....	65
2.2. Возможности математического пакета MathCAD	74
2.6. Возможности математического пакета MATLAB	100
2.4. Возможности пакета Visio.....	121
Глава 3. Проведение презентаций	134
3.1. Основные этапы подготовки и проведения презентации	134
3.1.1. Основные принципы выполнения и представления компьютерной презентации	139
3.2. Подготовка выступления.....	143
3.2.1. Планирование демонстрационных материалов	149
3.2.2. Планирование времени.....	150
3.2.3. Планирование расположения при презентации	151
3.2.4. Рекомендуемая структура презентации проекта.....	153
3.3. Создание презентации и техника эффективного выступления	155
3.4. Методика подготовки устного выступления.....	165
3.4.1. Подготовка доклада на учебный семинар	165
3.4.2. Мультимедийное сопровождение научного доклада	176
3.4.3. Подготовка научного доклада в вузе	177
3.4.4. Основные требования к научному докладу в вузе	181
3.4.5. Этапы создания мультимедийной научной презентации.....	182
3.5. Создание мультимедийной презентации доклада на защите выпускной квалификационной работы	191
3.6. Эффективное использование слайдов при проведении научной презентации.....	200
3.6.1. Особенности оформления слайдов научной презентации	206
3.7. Назначение, основные функции и достоинства PowerPoint	209
3.8. Особенности программ для создания презентации	211
Литература	231
Приложения	232

ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Традиционные методы исследований связаны с экспериментами, которые требуют больших затрат, сил и средств, так как являются «пассивными» – основаны на поочередном варьировании отдельных независимых переменных в условиях, когда остальные переменные стремятся сохранить неизменными.

Эксперименты, как правило, являются многофакторными и связаны с оптимизацией качества материалов, отысканием оптимальных условий проведения технологических процессов, разработкой наиболее рациональных конструкций оборудования и т. д. Системы, которые служат объектом таких исследований, очень часто являются такими сложными, что не поддаются теоретическому изучению в разумные сроки. Поэтому, несмотря на значительный объем выполненных научно-исследовательских работ, из-за отсутствия реальной возможности достаточно полно изучить значительное число объектов исследования, многие решения принимаются на основании информации, имеющей случайный характер, и поэтому далеки от оптимальных.

Исходя из вышеизложенного, возникает необходимость поиска пути, позволяющего вести исследовательскую работу ускоренными темпами и обеспечивающего принятие решений, близких к оптимальным.

Применение планирования эксперимента делает поведение экспериментатора целенаправленным и организованным, существенно способствует повышению производительности труда и надежности полученных результатов. Важным достоинством является его универсальность, пригодность в огромном большинстве областей исследований.

1.1. Основные определения

Планирование эксперимента, как и всякий раздел науки, имеет свою терминологию. Для удобства понимания рассмотрим наиболее общие термины.

Эксперимент – целенаправленное воздействие на объект исследования с целью получения достоверной информации.

Большинство научных исследований связано с экспериментом. Он проводится на производстве, в лабораториях, на опытных полях и участках, в клиниках и т. д. Эксперимент может быть физическим,

психологическим или модельным. Он может непосредственно проводиться на объекте или на его модели. Модель обычно отличается от объекта масштабом, а иногда природой. Главное требование к модели – достаточно точное описание объекта.

В последнее время наряду с физическими моделями все большее распространение получают абстрактные математические модели. К слову, планирование эксперимента напрямую связано с разработкой и исследованием математической модели объекта исследования.

Планирование эксперимента – это процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

Здесь существенно следующее:

- стремление к минимизации общего числа опытов;
- одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам – алгоритмам;
- использование математического аппарата, формализующего многие действия экспериментатора;
- выбор четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов.

Задачи, для решения которых может использоваться планирование эксперимента, чрезвычайно разнообразны. К ним относятся: поиск оптимальных условий; построение интерполяционных формул; выбор существенных факторов; оценка и уточнение констант теоретических моделей; выбор наиболее приемлемых из некоторого множества гипотез о механизме явлений; исследование диаграмм «состав – свойство» и т. д.

Поиск оптимальных условий является одной из наиболее распространенных научно-технических задач. Они возникают в тот момент, когда установлена возможность проведения процесса, и необходимо найти наилучшие (оптимальные) условия его реализации. Такие задачи называются *задачами оптимизации*. Процесс их решения называется *процессом оптимизации* или просто *оптимизацией*. Выбор оптимального состава многокомпонентных смесей и сплавов, повышение производительности действующих установок, повышение качества продукции, снижение затрат на ее получение – вот примеры задач оптимизации. Далее следует понятие – *объект исследования*. Для его описания удобно пользоваться представлением о кибернетической системе, которая схематически изображена на рис. 1.1. Иногда такую схему называют «черным ящиком». Стрелки справа изображают численные характеристики целей исследования. Мы их обозначаем буквой «у» и называем *пара-*

метрами оптимизации. В литературе встречаются другие названия: критерий оптимизации, целевая функция, выход «черного ящика» и т. д. Для проведения эксперимента необходимо иметь возможность воздействовать на поведение «черного ящика». Все способы такого воздействия мы обозначаем буквой « x » и называем *факторами*. Их называют также входами «черного ящика».

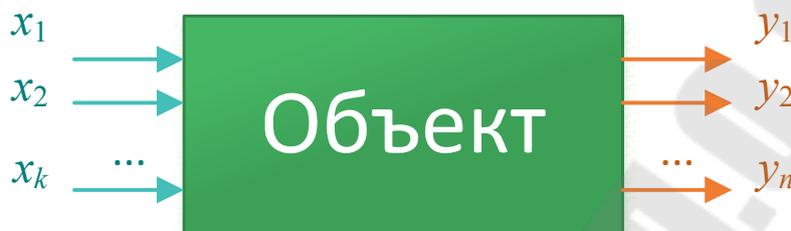


Рис. 1.1. Модель «Черный ящик»

При решении задачи будем использовать *математические модели исследования*. Под математической моделью мы понимаем уравнение, связывающее параметр оптимизации с факторами. Это уравнение в общем виде можно записать так:

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_k),$$

где $\varphi(x)$ является так называемой *функцией отклика*.

Каждый фактор может принимать в опыте одно из нескольких значений. Эти значения называются *уровнями*. Для облегчения построения «черного ящика» и эксперимента фактор должен иметь определенное число дискретных уровней. Фиксированный набор уровней факторов определяет одно из возможных состояний «черного ящика». Одновременно это есть условие проведения одного из возможных опытов. Если перебрать все возможные наборы состояний, то получается множество различных состояний «черного ящика». Одновременно это будет число возможных различных опытов.

Число возможных опытов определяют по выражению

$$N = p^k,$$

где N – число опытов; p – число уровней; k – число факторов.

Реальные объекты обычно обладают огромной сложностью. Так, на первый взгляд, простая система с пятью факторами на пяти уровнях имеет 3125 состояний, а для десяти факторов на четырех уровнях – их уже свыше миллиона. В этих случаях выполнение всех опытов

практически невозможно. Возникает вопрос: сколько и каких опытов нужно включить в эксперимент, чтобы решить поставленную задачу? Здесь-то и применяется планирование эксперимента.

Проведение исследований посредством планирования эксперимента требует выполнения некоторых требований. Основными из них являются условия воспроизводимости результатов эксперимента и управляемость эксперимента. Если повторить некоторые опыты через неравные промежутки времени и сравнить результаты, в нашем случае – значения параметра оптимизации, то разброс их значений характеризует воспроизводимость результатов. Если он не превышает некоторой заданной величины, то объект удовлетворяет требованию воспроизводимости результатов. Здесь мы будем рассматривать только такие объекты, где это условие выполняется.

Планирование эксперимента предполагает активное вмешательство в процесс и возможность выбора в каждом опыте тех уровней факторов, которые представляют интерес. Поэтому такой эксперимент называют активным. Объект, на котором возможен активный эксперимент, называется управляемым.

На практике нет абсолютно управляемых объектов, так как на них действуют как управляемые, так и неуправляемые факторы. Неуправляемые факторы влияют на воспроизводимость эксперимента и являются причиной ее нарушения. В этих случаях приходится переходить к другим методам исследования.

1.2. Параметры оптимизации

Выбор параметров оптимизации (критериев оптимизации) – это один из главных этапов работы на стадии предварительного изучения объекта исследования, так как правильная постановка задачи зависит от правильности выбора параметра оптимизации, являющегося функцией цели.

Под параметром оптимизации понимают характеристику цели, заданную количественно. Параметр оптимизации является реакцией (откликом) на воздействие факторов, которые определяют поведение выбранной системы.

Реальные объекты или процессы, как правило, очень сложны. Они часто требуют одновременного учета нескольких, иногда очень многих, параметров. Каждый объект может характеризоваться всей совокупностью параметров, или любым подмножеством этой сово-

купности, или одним – единственным параметром оптимизации. В последнем случае прочие характеристики процесса уже не выступают в качестве параметра оптимизации, а служат ограничениями. Другой путь – построение обобщенного параметра оптимизации как некоторой функции от множества исходных.

1.2.1. Требования к параметру оптимизации

Параметр оптимизации – это признак, по которому оптимизируется процесс. Он должен быть *количественным*, задаваться числом. Множество значений, которые может принимать параметр оптимизации, называется областью его определения. Области определения могут быть непрерывными и дискретными, ограниченными и неограниченными. Например, выход реакции – это параметр оптимизации с непрерывной ограниченной областью определения. Он может изменяться в интервале от 0 до 100 %. Число бракованных изделий, число зерен на шлифе сплава, число кровяных телец в пробе крови – вот примеры параметров с дискретной областью определения, ограниченной снизу.

Количественная оценка параметра оптимизации на практике не всегда возможна. В таких случаях пользуются приемом, называемым ранжированием. При этом параметрам оптимизации присваиваются оценки – ранги по заранее выбранной шкале: двухбалльной, пятибалльной и т. д. Ранговый параметр имеет дискретную ограниченную область определения. В простейшем случае область содержит два значения (да, нет; хорошо, плохо). Это может соответствовать, например, годной продукции и браку.

Итак, *первое требование*: параметр оптимизации должен быть *количественным*.

Второе требование: параметр оптимизации должен выражаться *одним числом*. Иногда это получается естественно, как регистрация показания прибора. Например, скорость движения машины определяется числом на спидометре. Часто приходится проводить некоторые вычисления. Так бывает при расчете выхода реакции. В химии часто требуется получать продукт с заданным отношением компонентов, например, $A:B = 3:2$. Один из возможных вариантов решения подобных задач состоит в том, чтобы выразить отношение одним числом (1,5) и в качестве параметра оптимизации пользоваться значением отклонений (или квадратов отклонений) от этого числа.

Третье требование, связанное с количественной природой параметра оптимизации, – *однозначность* в статистическом смысле. Заданному набору значений факторов должно соответствовать одно значение параметра оптимизации, при этом обратное неверно: одному и тому же значению параметра могут соответствовать разные наборы значений факторов.

Четвертым, наиболее важным требованием, требованием к параметрам оптимизации является его *возможность действительно эффективной оценки функционирования системы*. Представление об объекте не остается постоянным в ходе исследования. Оно меняется по мере накопления информации и в зависимости от достигнутых результатов. Это приводит к последовательному подходу при выборе параметра оптимизации. Так, например, на первых стадиях исследования технологических процессов в качестве параметра оптимизации часто используется выход продукта. Однако в дальнейшем, когда возможность повышения выхода исчерпана, начинают интересоваться такими параметрами, как себестоимость, чистота продукта и т. д.

Эффективность функционирования системы может осуществляться как оценкой всей системы в целом, так и оценкой ряда подсистем, составляющих данную систему. Но при этом необходимо учитывать возможность того, что оптимальность каждой из подсистем по своему параметру оптимизации «не исключает возможность гибели системы в целом». Это означает, что попытка добиться оптимума с учетом некоторого локального или промежуточного параметра оптимизации может оказаться неэффективной или даже привести к браку.

Пятое требование к параметру оптимизации – требование *универсальности* или *полноты*. Под универсальностью параметра оптимизации понимают его способность всесторонне охарактеризовать объект. В частности, технологические параметры недостаточно универсальны: они не учитывают экономику. Универсальностью обладают, например, обобщенные параметры оптимизации, которые строятся как функции от нескольких частных параметров.

Шестое требование: желательно, чтобы параметр оптимизации имел *физический смысл, был простым и легко вычисляемым*.

Требование физического смысла связано с последующей интерпретацией результатов эксперимента. Не представляет труда объяснить, что значит максимум извлечения, максимум содержания ценного компонента. Эти и подобные им технологические параметры оптимизации имеют ясный физический смысл, но иногда для них может не выполняться, например, требование статистической эффектив-

ности. Тогда рекомендуется переходить к преобразованию параметра оптимизации. Преобразование, например, типа $\arcsin \sqrt{y}$, может сделать параметр оптимизации статистически эффективным (например, дисперсии становятся однородными), но остается неясным: что же значит достигнуть экстремума этой величины?

Второе требование, т. е. простота и легковычисляемость, также весьма существенны. Для процессов разделения термодинамические параметры оптимизации более универсальны. Однако на практике ими пользуются мало: их расчет довольно труден.

Из приведенных двух требований первое является более существенным, потому что часто удается найти идеальную характеристику системы и сравнить ее с реальной характеристикой.

1.2.2. Задачи с несколькими выходными параметрами

Задачи с одним выходным параметром имеют очевидные преимущества. Но на практике чаще всего приходится учитывать несколько выходных параметров. Иногда их число довольно велико. Так, например, при производстве резиновых и пластмассовых изделий приходится учитывать физико-механические, технологические, экономические, художественно-эстетические и другие параметры. Математические модели можно построить для каждого из параметров, но одновременно оптимизировать несколько функций невозможно.

Обычно оптимизируется одна функция, наиболее важная с точки зрения исследования, при ограничениях, налагаемых другими функциями. Поэтому из многих выходных параметров выбирается один в качестве параметра оптимизации, а остальные служат ограничениями. Всегда полезно исследовать возможность уменьшения числа выходных параметров. Для этого можно воспользоваться корреляционным анализом.

При этом между всевозможными парами параметров необходимо вычислить коэффициент парной корреляции, который является общепринятой в математической статистике характеристикой связи между двумя случайными величинами. Если обозначить один параметр через y_1 , а другой – через y_2 , и число опытов, в которых они будут измеряться, – через N так, что $u = 1, 2, \dots, N$, где u – текущий номер опыта, то коэффициент парной корреляции r вычисляется по формуле

$$r_{y_1 y_2} = \frac{\sum_{u=1}^N (y_{1u} - \bar{y}_1)(y_{2u} - \bar{y}_2)}{\sqrt{\sum_{u=1}^N (y_{1u} - \bar{y}_1)^2 \sum_{u=1}^N (y_{2u} - \bar{y}_2)^2}}.$$

Здесь

$$\bar{y}_1 = \sum_{u=1}^N \frac{y_{1u}}{N}; \quad \bar{y}_2 = \sum_{u=1}^N \frac{y_{2u}}{N}$$

– средние арифметические соответственно для y_1 и y_2 .

Значения коэффициента парной корреляции могут лежать в пределах от -1 до $+1$. Если с ростом значения одного параметра возрастает значение другого, у коэффициента будет знак плюс, а если уменьшается, то минус. Чем ближе найденное значение $r_{y_1y_2}$ к единице, тем сильнее значение одного параметра зависит от того, какое значение принимает другой, т. е. между такими параметрами существует линейная связь, и при изучении процесса можно рассматривать только один из них. Необходимо помнить, что коэффициент парной корреляции как мера тесноты связи имеет четкий математический смысл только при линейной зависимости между параметрами и в случае их нормального распределения.

Для проверки значимости коэффициента парной корреляции нужно сравнить его значение с табличным (критическим) значением r , которое приведено в приложении 6. Для пользования этой таблицей нужно знать число степеней свободы $f = N - 2$ и выбрать определенный уровень значимости, например, равный $0,05$. Такое значение уровня значимости соответствует вероятности верного ответа при проверке гипотезы $p = 1 - \alpha = 1 - 0,05 = 0,95$, или 95% . Это значит, что в среднем только в 5% случаев возможна ошибка при проверке гипотезы.

Если экспериментально найденное значение r больше или равно критическому, то гипотеза о корреляционной линейной связи подтверждается, а если меньше, то нет оснований считать, что имеется тесная линейная связь между параметрами.

При высокой значимости коэффициента корреляции любой из двух анализируемых параметров можно исключить из рассмотрения как не содержащий дополнительной информации об объекте исследования. Исключить можно тот параметр, который труднее измерить, или тот, физический смысл которого менее ясен.

1.3. Обобщенный параметр оптимизации

Путь к единому параметру оптимизации часто лежит через обобщение. Уже указывалось, что из многих откликов, определяющих объект, трудно выбрать один, самый важный. Если же это воз-

можно, то попадают в ситуацию, описанную в предыдущем параграфе. В этом пункте рассматриваются более сложные ситуации, где необходимо множество откликов обобщать в единый количественный признак. С таким обобщением связан ряд трудностей.

Каждый отклик имеет свой физический смысл и свою размерность. Чтобы объединить различные отклики, прежде всего, приходится ввести для каждого из них некоторую безразмерную шкалу. Шкала должна быть однотипной для всех объединяемых откликов – это делает их сравнимыми. Выбор шкалы – непростая задача, зависящая от априорной информации об откликах, а также от той точности, с которой определяется обобщенный признак.

После построения для каждого отклика безразмерной шкалы возникает следующая трудность – выбор правила комбинирования исходных частных откликов в обобщенный показатель. Единого правила не существует. Здесь можно идти различными путями, и выбор пути неформализован. Рассмотрим несколько способов построения обобщенного показателя.

1.3.1. Простейшие способы построения обобщенного отклика

Пусть исследуемый объект характеризуют n частных откликов y_u , $u = 1, 2, \dots, n$ и каждый из этих откликов измеряется в N опытах. Тогда y_{ui} – это значение u -го отклика в i -м опыте ($i = 1, 2, \dots, N$). Каждый из откликов y_u имеет свой физический смысл и чаще всего разную размерность. Введем простейшее преобразование: набор данных для каждого y_u поставим в соответствие с самым простым стандартным аналогом – шкалой, на которой имеется только два значения: 0 – брак, неудовлетворительное качество; 1 – годный продукт, удовлетворительное качество. Стандартизовав таким образом шкалу частных откликов, приступаем ко второму этапу – их обобщению.

В ситуации, когда каждый преобразованный частный отклик принимает только два значения – 0 и 1, желательно, чтобы и обобщенный отклик принимал одно из этих двух возможных значений, причем так, чтобы значение 1 имело место, если все частные отклики в этом опыте приняли значение 1. А если хотя бы один из откликов обратился в 0, то и обобщенный отклик будет нулем.

При таких рассуждениях для построения обобщенного отклика удобно воспользоваться формулой

$$Y_i = \sqrt[n]{\prod_{u=1}^n y_{ui}},$$

где Y_i – обобщенный отклик в i -м опыте; $\prod_{u=1}^n$ – произведение частных откликов $y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{ni}$.

Корень введен для того, чтобы связать эту формулу с другой, более сложной, которая будет рассмотрена далее. В данном случае ничего не изменится, если написать:

$$Y_i = \prod_{u=1}^n y_{ui}.$$

Недостаток этого подхода – его «грубость» и «жесткость».

Рассмотрим другой способ получения обобщенного отклика, который может применяться в тех случаях, когда для каждого из частных откликов известен «идеал», к которому нужно стремиться. Существует много способов введения метрики, задающей «близость к идеалу». Здесь понятие «ввести метрику» – значит указать правило определения расстояния между любыми парами объектов из интересующего нас множества.

Дополним предыдущее обозначение еще одним: y_{uo} – наилучшее («идеальное») значение u -го отклика. Тогда $y_{ui} - y_{uo}$ можно рассматривать как некоторую меру близости к идеалу. Однако использовать разность при построении обобщенного отклика невозможно по двум причинам. Она имеет размерность соответствующего отклика, а у каждого из откликов может быть своя размерность, что препятствует их объединению. Отрицательный или положительный знак разности также создает неудобство. Чтобы перейти к безразмерным значениям, достаточно разность поделить на желаемое значение:

$$\frac{y_{ui} - y_{uo}}{y_{uo}}.$$

Если в некотором опыте все частные отклики совпадут с идеалом, то Y станет равным нулю. Это и есть то значение, к которому нужно стремиться. Чем ближе к нулю, тем лучше. Здесь необходимо условиться о том, что считать нижней границей, если верхняя равна нулю.

Среди недостатков такой оценки выделяется нивелировка частных откликов. Все они входят в обобщенный отклик на равных правах. На практике же различные показатели бывают далеко неравноправны. Устранить этот недостаток можно введением некоторого веса α_u :

$$Y_i = \sum_{u=1}^N \alpha_u \left(\frac{y_{ui} - y_{uo}}{y_{uo}} \right)^2.$$

Причем $\sum_{u=1}^N \alpha_u = 1$ и $\alpha_u > 0$.

Чтобы проранжировать отклики по степени важности и найти соответствующие веса, можно воспользоваться экспертными оценками.

Мы рассмотрели простейшие способы построения обобщенного показателя. Для перехода к более сложным способам нужно научиться фиксировать более тонкие различия на шкале преобразования откликов. Здесь в основном приходится опираться на опыт экспериментатора. Но, чтобы этот опыт разумно употребить в рамках формальных процедур, его тоже нужно формализовать. Наиболее естественный путь такой формализации – введение системы предпочтений экспериментатора на множестве значений каждого частного отклика, получение стандартной шкалы и затем обобщение результатов.

Пользуясь системой предпочтений, можно получить более содержательную шкалу вместо шкалы классификации с двумя классами. Пример построения такой шкалы рассмотрен в следующем параграфе.

1.3.2. Шкала желательности

Одним из наиболее удобных способов построения обобщенного отклика является обобщенная функция желательности Харрингтона. В основе построения этой обобщенной функции лежит идея преобразования натуральных значений частных откликов в безразмерную шкалу желательности или предпочтительности. Шкала желательности относится к психофизическим шкалам. Ее назначение – установление соответствия между физическими и психологическими параметрами. Здесь под физическими параметрами понимаются всевозможные отклики, характеризующие функционирование исследуемого объекта. Среди них могут быть эстетические и даже статистические параметры, а под психологическими параметрами понимаются чисто субъективные оценки экспериментатора желательности того или иного значения отклика.

Чтобы получить шкалу желательности, удобно пользоваться готовыми таблицами соответствия между отношениями предпочтения в эмпирической и числовой системах (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Стандартные отметки на шкале желательности

Желательность	Отметки на шкале желательности
Очень хорошо	1,00–0,80
Хорошо	0,80–0,63
Удовлетворительно	0,63–0,37
Плохо	0,37–0,20
Очень плохо	0,20–0,00

В таблице представлены числа, соответствующие некоторым точкам кривой (рис. 1.2), которая задается уравнением

$$d = e^{-e^{-y}}.$$

На оси ординат нанесены значения желательности, изменяющиеся от 0 до 1. Вдоль оси абсцисс пристраиваются шкалы значений откликов, записанные в условном масштабе. Началом отсчета 0 оси абсцисс является значение, соответствующее желательности 0,37. Выбор именно этой точки связано с тем, что она является точкой перегиба кривой, что, в свою очередь, создает определенные удобства при вычислениях.

Кривую желательности обычно используют как номограмму.

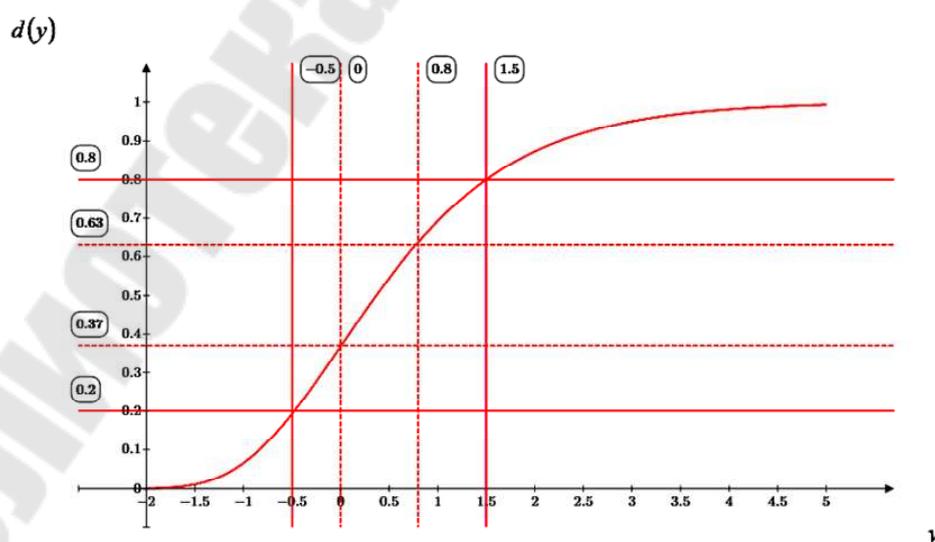


Рис. 1.1. График функции желательности

Пример 1. Пусть среди откликов будет выход реакции y_1 , естественные границы которого заключены между 0 и 100 %. Предположим, что 100 % соответствует на шкале желательности единице (значение на оси абсцисс 4), а 0 % – нулю (значение на оси абсцисс –2). Выбор других точек зависит от ряда обстоятельства, таких как сложившаяся в начальный момент ситуация, требования к результату, возможности экспериментатора.

В данном случае область хороших результатов (0,80–0,63 по шкале желательности) заключена в границы 47–59 %, а 47 % дает нижнюю границу.

Пример 2. Другая картина получается, когда речь идет о синтезе нового вещества, которого до сих пор не удавалось получать в количествах, достаточных для идентификации.

При выходе менее 2 % нет способа идентифицировать продукт. Это значение будет соответствовать верхней границе «Очень плохо» (значению на оси абсцисс, равному –0,5). Любой выход выше 10 % превосходит. Следовательно, значение отклика 10 % будет соответствовать нижней границе области «Очень хорошо» (значению на оси абсцисс 1,5).

В описанных примерах рассмотрены одинаковые отклики – выхода реакции с границами измерения от 0 до 100 %. Однако это не всегда бывает так. Стоит включить такие отклики, как качество материала, и границы станут неопределенными. В этих случаях устанавливаются границы допустимых значений для частных откликов, причем ограничения могут быть односторонними – в виде $y_u \geq y_{\min}$ и двусторонними – в виде $y_{\min} \leq y_u \leq y_{\max}$. Здесь надо иметь в виду то, что y_{\min} соответствует отметке на шкале желательности $d_u = 0,37$, а значение y_{\max} устанавливается на основании опыта и ситуации исследователя.

1.3.3. Обобщенная функция желательности

После выбора шкалы желательности и преобразования частных откликов в частные функции желательности приступают к построению обобщенной функции желательности. Обобщают по формуле

$$D = \sqrt[n]{\prod_{u=1}^n d_u},$$

где D – обобщенная желательность; d_u – частные желательности.

Способ задания обобщенной функции желательности таков, что если хотя бы одна желательность $d_u = 0$, то обобщенная функция будет равна нулю. С другой стороны, $D = 1$ только тогда, когда $d_u = 1$. Обобщенная функция весьма чувствительна к малым значениям частных желательностей.

Если хотя бы один частный отклик не удовлетворяет требованиям при установлении пригодности материала с данным набором свойств для использования его в заданных условиях, то материал считается непригодным. Например, если при определенных температурах материал становится хрупким и разрушается, то как бы ни были хороши другие свойства, этот материал не может быть применим по назначению.

Способ задания базовых отметок шкалы желательности, представленный в табл. 1.1, – один и тот же как и для частных, так и для обобщенных желательностей.

Обобщенная функция желательности является некоторым абстрактным построением, но она обладает такими важными свойствами, как адекватность, статистическая чувствительность, эффективность, причем эти свойства не ниже, чем таковые для любого технологического показателя, им соответствующего.

Обобщенная функция желательности является количественным, однозначным, единым универсальным показателем качества исследуемого объекта и обладает такими свойствами, как адекватность, эффективность, статистическая чувствительность, и поэтому может использоваться в качестве критерия оптимизации.

1.4. Факторы

После выбора объекта исследования и параметра оптимизации нужно рассмотреть все факторы, которые могут влиять на процесс. Если какой-либо существенный фактор окажется неучтенным и принимал произвольные значения, не контролируемые экспериментатором, то это значительно увеличит ошибку опыта. При поддержании этого фактора на определенном уровне может быть получено ложное представление об оптимуме, так как нет гарантии, что полученный уровень является оптимальным.

С другой стороны, большое число факторов увеличивает число опытов и размерность факторного пространства. В параграфе 1.1 указано, что число опытов равно p_k , где p – число уровней, а k – число факторов. Встает вопрос о сокращении числа опытов.

Рекомендации о решении этой проблемы приведены в параграфе 1.7.

Итак, выбор факторов является весьма существенным, так как от этого зависит успех оптимизации.

1.4.1. Характеристика факторов

Фактором называется измеряемая переменная величина, принимающая в некоторый момент времени определенное значение и влияющая на объект исследования.

Факторы должны иметь область определения, внутри которой задаются его конкретные значения. Область определения может быть непрерывной или дискретной. При планировании эксперимента значения факторов принимаются дискретными, что связано с уровнями факторов. В практических задачах области определения факторов имеют ограничения, которые носят либо принципиальный, либо технический характер.

Факторы разделяются на количественные и качественные.

К количественным относятся те факторы, которые можно измерять, взвешивать и т. д. Качественные факторы – это различные вещества, технологические способы, приборы, исполнители и т. п.

Хотя качественным факторам не соответствует числовая шкала, но при планировании эксперимента к ним применяют условную порядковую шкалу в соответствии с уровнями, т. е. производится кодирование. Порядок уровней здесь произволен, но после кодирования он фиксируется.

1.4.2. Требования к факторам

Факторы должны быть *управляемыми*, это значит, что выбранное нужное значение фактора можно поддерживать постоянным в течение всего опыта. Планировать эксперимент можно только в том случае, если уровни факторов подчиняются воле экспериментатора. Например, экспериментальная установка смонтирована на открытой площадке. Здесь температурой воздуха мы не можем управлять, ее можно только контролировать, и потому при выполнении опытов температуру как фактор мы не можем учитывать.

Чтобы точно определить фактор, нужно указать последовательность действий (операций), с помощью которых устанавливаются его конкретные значения. Такое определение называется *операциональным*. Так, если фактором является давление в некотором аппарате,

то совершенно необходимо указать, в какой точке и с помощью какого прибора оно измеряется и как оно устанавливается. Введение операционального определения обеспечивает однозначное понимание фактора.

Точность замеров факторов должна быть как можно более высокой. Степень точности определяется диапазоном изменения факторов. В длительных процессах, измеряемых многими часами, минуты можно не учитывать, а в быстрых процессах приходится учитывать доли секунды.

Исследование существенно усложняется, если фактор измеряется с большой ошибкой, или значения факторов трудно поддерживать на выбранном уровне (уровень фактора «плышет»). В этом случае приходится применять специальные методы исследования, например, конфлюэнтный анализ.

Факторы должны быть *однозначны*. Трудно управлять фактором, который является функцией других факторов. Но в планировании могут участвовать другие факторы, такие, как соотношения между компонентами, их логарифмы и т. п.

Необходимость введения сложных факторов возникает при желании представить динамические особенности объекта в статической форме. Например, требуется найти оптимальный режим подъема температуры в реакторе. Если относительно температуры известно, что она должна нарастать линейно, то в качестве фактора вместо функции (в данном случае линейной) можно использовать тангенс угла наклона, т. е. градиент.

При планировании эксперимента одновременно изменяют несколько факторов, поэтому необходимо знать требования к совокупности факторов. Прежде всего, выдвигается требование *совместимости*. Совместимость факторов означает, что все их комбинации осуществимы и безопасны.

Несовместимость факторов наблюдается на границах областей их определения. Избавиться от нее можно сокращением областей. Положение усложняется, если несовместимость проявляется внутри областей определения. Одно из возможных решений – разбиение на подобласти и решение двух отдельных задач.

При планировании эксперимента важна *независимость* факторов, т. е. возможность установления фактора на любом уровне вне зависимости от уровней других факторов. Если это условие невыполнимо, то невозможно планировать эксперимент.

1.4.3. Выбор уровней варьирования факторов и основного уровня

Фактор считается заданным, если указаны его название и область определения. В выбранной области определения он может иметь несколько значений, которые соответствуют числу его различных состояний. Выбранные для эксперимента количественные или качественные состояния фактора называются *уровнями фактора*.

В планировании эксперимента значения факторов, соответствующие определенным уровням их варьирования, выражают в кодированных величинах. Под интервалом варьирования фактора подразумевается разность между двумя его значениями, принятая за единицу при кодировании.

При выборе области определения факторов особое внимание акцентируют на выборе нулевой точки, или на нулевом (основном) уровне. Выбор нулевой точки эквивалентен определению исходного состояния объекта исследования. Оптимизация связана с улучшением состояния объекта по сравнению с состоянием в нулевой точке. Поэтому желательно, чтобы данная точка была в области оптимума или как можно ближе к ней, тогда ускоряется поиск оптимальных решений.

Если проведению эксперимента предшествовали другие исследования по рассматриваемому вопросу, то за нулевую принимается такая точка, которой соответствует наилучшее значение параметра оптимизации, установленного в результате формализации априорной информации. В этом случае нулевыми уровнями факторов являются те значения последних, сочетания которых соответствуют координатам нулевой точки.

Часто при постановке задачи область определения факторов бывает заданной, являясь локализованной областью факторного пространства. Тогда центр этой области принимается за нулевую точку.

Предположим, в некоторой задаче фактор (температура) мог изменяться от 140 до 180 °С. Естественно, за нулевой уровень было принято среднее значение фактора, соответствующее 160 °С.

После установления нулевой точки выбирают интервалы варьирования факторов. Это связано с определением таких значений факторов, которые в кодированных величинах соответствуют +1 и -1. Интервалы варьирования выбирают с учетом того, что значения факторов, соответствующие уровням +1 и -1, должны быть достаточно отличимы от значения, соответствующему нулевому уровню. Поэтому

во всех случаях величина интервала варьирования должна быть больше удвоенной квадратичной ошибки фиксирования данного фактора. С другой стороны, чрезмерное увеличение величины интервалов варьирования нежелательно, так как это может привести к снижению эффективности поиска оптимума. А очень малый интервал варьирования уменьшает область эксперимента, что замедляет поиск оптимума.

При выборе интервала варьирования целесообразно учитывать, если это возможно, число уровней варьирования факторов в области эксперимента. От числа уровней зависят объем эксперимента и эффективность оптимизации.

В общем виде зависимость числа опытов от числа уровней факторов имеет вид

$$N = p^k,$$

где N – число опытов; p – число уровней факторов; k – число факторов.

Минимальное число уровней, обычно применяемое на первой стадии работы, равно 2. Это верхний и нижний уровни, обозначаемые в кодированных координатах через $+1$ и -1 . Варьирование факторов на двух уровнях используется в отсеивающих экспериментах, на стадии движения в область оптимума и при описании объекта исследования линейными моделями. Но такое число уровней недостаточно для построения моделей второго порядка (ведь фактор принимает только два значения, а через две точки можно провести множество линий различной кривизны).

С увеличением числа уровней повышается чувствительность эксперимента, но одновременно возрастает число опытов. При построении моделей второго порядка необходимы 3, 4 или 5 уровней, причем здесь наличие нечетных уровней указывает на проведение опытов в нулевых (основных) уровнях.

В каждом отдельном случае число уровней выбирают с учетом условий задачи и предполагаемых методов планирования эксперимента.

Здесь необходимо учитывать наличие качественных и дискретных факторов. В экспериментах, связанных с построением линейных моделей, наличие этих факторов, как правило, не вызывают дополнительных трудностей. При планировании второго порядка качественные факторы не применимы, так как они не имеют ясного физического смысла для нулевого уровня. Для дискретных факторов часто применяют преобразование измерительных шкал, чтобы обеспечить фиксацию значений факторов на всех уровнях.

1.5. Выбор моделей

Как уже указывалось в параграфе 1.1, под моделью понимается функция отклика вида

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k).$$

Выбрать модель – значит выбрать вид этой функции, записать ее уравнение. Тогда останется спланировать и провести эксперимент для оценки численных значений констант (коэффициентов) этого уравнения.

Наглядное, удобное, воспринимаемое представление о функции отклика дает ее геометрический аналог – поверхность отклика. В случае многих факторов геометрическая наглядность теряется, так как переходит в абстрактное многомерное пространство, где у большинства исследователей нет навыка ориентирования. Приходится переходить на язык алгебры. Потому рассмотрим простые примеры – случаи с двумя факторами.

Пространство, в котором строится поверхность отклика, называется факторным пространством. Оно задается координатными осями, по которым откладываются значения факторов и параметра оптимизации (рис. 1.3).

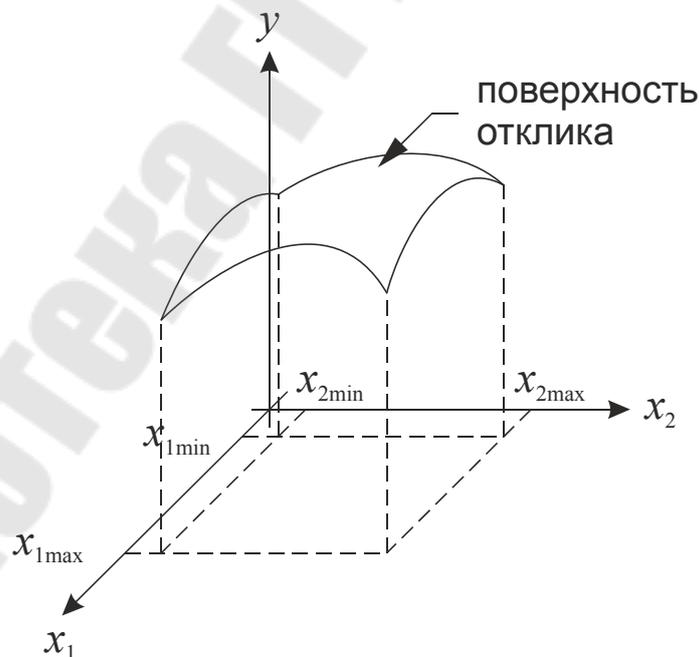


Рис. 1.2. Поверхность отклика

Для двух факторов можно не переходить к трехмерному пространству, а ограничиться плоскостью. Для этого достаточно произвести сечения поверхности плоскостями, параллельными плоскости $x_1 0 x_2$ (рис. 1.4), и полученные в сечениях линии спроектировать на эту плоскость. Здесь каждая линия соответствует постоянному значению параметра оптимизации. Такая линия называется линией равного отклика.

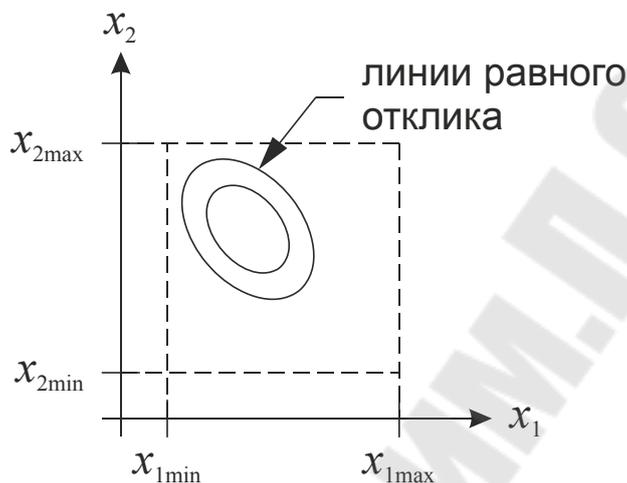


Рис. 1.3. Линии равного отклика

Получив некоторое представление о модели, рассмотрим требования к ним.

Главное требование к модели – это способность предсказывать направление дальнейших опытов, причем предсказывать с требуемой точностью. Это значит, что предсказанное с помощью модели значение отклика не отличается от фактического больше, чем на некоторую заранее заданную величину. Модель, отвечающая этому требованию, называется адекватной. Проверка выполнимости этого требования называется проверкой адекватности модели, и она выполняется при помощи специальных статистических методов, которые будут рассмотрены позже.

Следующее требование – простота модели. Но простота – вещь относительная, ее сначала надо сформулировать. При планировании эксперимента принимается, что простыми являются алгебраические полиномы. Наиболее часто применяются приведенные ниже полиномы.

Полиномы первой степени:

$$y = b_0 + \sum_1^k b_i x_i + \sum_1^k b_{ji} x_i x_j.$$

Полиномы второй степени:

$$y = b_0 + \sum_1^k b_i x_i + \sum_1^k b_{ji} x_i x_j + \sum_1^k b_{ii} x_i^2.$$

Полиномы третьей степени:

$$y = b_0 + \sum_1^k b_i x_i + \sum_1^k b_{ji} x_i x_j + \sum_1^k b_{ijj} x_i^2 x_j + \sum_1^k b_{ijj} x_i x_j^2 + \sum_1^k b_{iii} x_i^3.$$

Здесь в этих уравнениях: y – значения критерия; b_i – линейные коэффициенты; b_{ij} – коэффициенты двойного взаимодействия; x_i – кодированные значения факторов.

Эксперименты при планировании эксперимента нужны для определения численных значений коэффициентов. Чем больше коэффициентов, тем больше нужно опытов. А мы стремимся сократить их число. Следовательно, нужно найти такой полином, который содержит как можно меньше коэффициентов, но удовлетворяет требованиям, предъявляемым к модели.

Полиномы первой степени имеют наименьшее число коэффициентов, кроме этого они позволяют предсказывать направление наискорейшего улучшения параметра оптимизации. Но полиномы первой степени неэффективны в области, близкой к оптимуму. Поэтому при планировании эксперимента на первой стадии исследования используют полиномы первой степени, и когда они станут неэффективными, переходят к полиномам более высоких степеней.

1.6. Полный факторный эксперимент

Работу по планированию эксперимента начинают со сбора априорной информации. Анализ этой информации позволяет получить представление о параметре оптимизации, факторах, наилучших условиях ведения исследования, характере поверхности отклика и т. д. Априорную информацию можно получить из литературных источников, из опроса специалистов, путем выполнения однофакторных экспериментов. Последние, к сожалению, не всегда можно осуществить, так как возможность их осуществления ограничена стоимостью опытов, их длительностью. На основе анализа априорной информации делается выбор экспериментальной области факторного пространства, который заключается в выборе основного (нулевого) уровня и интервалов варьирования факторов.

Основной уровень является исходной точкой для построения плана эксперимента, а интервалы варьирования определяют расстояния по осям координат от верхнего и нижнего уровней до основного уровня.

При планировании эксперимента значения факторов кодируются путем линейного преобразования координат факторного пространства с переносом начала координат в нулевую точку и выбором масштабов по осям в единицах интервалов варьирования факторов. Используют здесь соотношение

$$x_i = \frac{c_i - c_{i0}}{\varepsilon},$$

где x_i – кодированное значение фактора (безразмерная величина); c_i – текущее значение натурального значения фактора; c_{i0} – натуральные значения фактора на нулевом уровне; ε – натуральное значение интервала варьирования факторов ΔC .

Получаются значения факторов, равные +1 (верхний уровень) и -1 (нижний уровень).

Расположение экспериментальных точек в факторном пространстве для полного факторного эксперимента при $k = 2$ и $k = 3$ показано на рис. 1.5. Как видим, точки плана 2^2 задаются координатами вершин квадрата, а точки плана 2^3 – координатами вершин куба. По аналогичному принципу располагаются экспериментальные точки при $k > 3$.

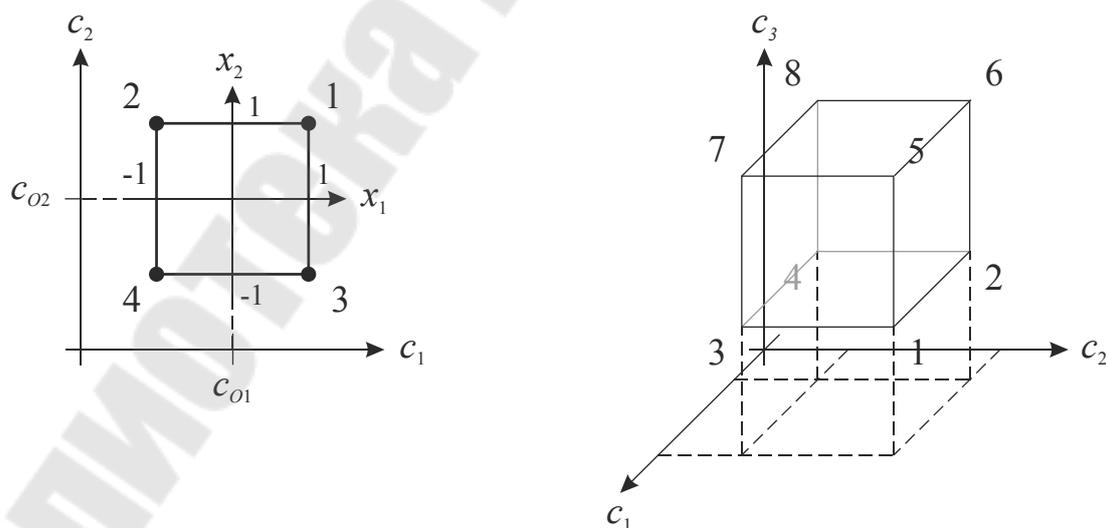


Рис. 1.4. Расположение точек при двух и трех факторах

1.6.1. Полный факторный эксперимент типа 2^k

Первый этап планирования эксперимента для получения линейной модели основан на варьировании на двух уровнях. В этом случае при известном числе факторов можно найти число опытов, необходимое для реализации всех возможных сочетаний уровней факторов. Формула для расчета числа опытов приводилась в параграфе 1.1 и в этом случае выглядит $N = 2^k$.

Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов, называется полным факторным экспериментом (ПФЭ). Если число уровней факторов равно двум, то имеем ПФЭ типа 2^k .

Условия эксперимента удобно записывать в виде таблицы, которую называют матрицей планирования эксперимента (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Матрица планирования эксперимента 2^2

Номер опыта	x_1	x_2	y
1	+1	+1	y_1
2	-1	+1	y_2
3	+1	-1	y_3
4	-1	-1	y_4

При заполнении матрицы планирования значения уровней факторов в целях упрощения обозначают соответствующими знаками, а цифру 1 опускают. С учетом взаимодействия факторов x_1 и x_2 табл. 1.2 можно переписать следующим образом (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Матрица планирования эксперимента 2^2

Номер опыта	x_1	x_2	x_1x_2	y
1	+	+	+	y_1
2	-	+	-	y_2
3	+	-	-	y_3
4	-	-	+	y_4

Каждый столбец в матрице планирования называют вектор-столбцом, а каждую строку – вектор-строкой. Таким образом, в табл. 1.3 мы имеем два вектора-столбца независимых переменных и один вектор-столбец параметра оптимизации.

То, что записано в алгебраической форме, можно изобразить графически. В области определения факторов находится точка, соответствующая основному уровню, и проводят через нее новые оси координат, параллельные осям натуральных значений факторов. Далее выбирают масштабы по новым осям так, чтобы интервал варьирования для каждого фактора равнялся единице. Тогда условия проведения опытов будут соответствовать вершинам квадрата при $k = 2$, и вершинам куба – при $k = 3$. Центрами этих фигур является основной уровень, а каждая сторона равна двум интервалам (рис. 1.5). Номера вершин квадрата и куба соответствуют номерам опытов в матрице планирования. Площадь, ограниченная этими фигурами, называется областью эксперимента. По аналогичному принципу располагаются экспериментальные точки при $k > 3$.

Если для двух факторов все возможные комбинации уровней легко найти перебором, то с ростом числа факторов возникает необходимость в некотором приеме построения матриц. Обычно используются три приема, основанные на переходе от матриц меньшей размерности к матрицам большей размерности.

Рассмотрим *первый прием*. При добавлении нового фактора каждая комбинация уровней исходного фактора встречается дважды в сочетании с верхним и нижним уровнями нового фактора. Отсюда естественно появляется прием: записать исходный план для одного уровня нового фактора, а затем повторить его для другого уровня. Этот прием можно применить для матриц любой размерности.

Во *втором приеме* вводится правило перемножения столбцов матрицы. При построчном перемножении уровней исходной матрицы получаем дополнительный столбец произведения x_1x_2 , далее повторим исходный план, а у столбца произведений знаки поменяем на обратный. Этот прием применим для построения матриц любой размерности, однако он сложнее, чем первый.

Третий прием основан на чередовании знаков. В первом столбце знаки меняются поочередно, во втором столбце они чередуются через два раза, в третьем – через четыре, в четвертом – через восемь и т. д. по степеням двойки.

Пример построения матриц планирования p_3 приведен в табл. 1.4.

Матрица планирования эксперимента 2^3

Номер опыта	x_1	x_2	x_3	y
1	+	+	+	y_1
2	–	+	+	y_2
3	+	–	+	y_3
4	–	–	+	y_4
5	+	+	–	y_5
6	–	+	–	y_6
7	+	–	–	y_7
8	–	–	–	y_8

1.6.2. Свойства полного факторного эксперимента типа 2^k

Полный факторный эксперимент относится к числу планов, которые являются наиболее эффективными при построении линейных моделей. Эффективность, иначе оптимальность, полного факторного эксперимента достигается за счет нижеперечисленных его свойств. Два свойства следуют непосредственно из построения матрицы. Первое из них – симметричность относительно центра эксперимента – формулируется следующим образом: алгебраическая сумма элементов вектора-столбца каждого фактора равна нулю, или

$$\sum_{j=1}^N x_{ij} = 0,$$

где $i = 1, 2, \dots, k$ – номер фактора; N – число опытов.

Второе свойство – так называемое условие нормировки – формулируется следующим образом: сумма квадратов элементов каждого столбца равна числу опытов, или

$$\sum_{j=1}^N x_{ij}^2 = N.$$

Это следствие того, что значения факторов в матрице задаются $+1$ и -1 .

Мы рассмотрели свойства отдельных столбцов матрицы планирования. Рассмотрим свойства совокупности столбцов.

Сумма почленных произведений любых двух вектор-столбцов матрицы равна нулю, или $\sum_{j=1}^N x_{ij}x_{uj} = 0$ при $i \neq u$, а также $i, u = 0, 1, \dots, k$. Это третье важное свойство называется ортогональностью матрицы планирования.

Последнее – четвертое свойство – называется ротатабельностью, т. е. точки в матрице планирования подбираются так, что точность предсказаний значений параметра оптимизации одинакова на равных расстояниях от центра эксперимента и не зависит от направления.

Выполнение этих условий обеспечивает не только минимальную дисперсию коэффициентов регрессии, но и равенство дисперсии. Это облегчает статистический анализ результатов эксперимента.

1.6.3. Расчет коэффициентов регрессии

Построив матрицу планирования, осуществляют эксперимент. Получив экспериментальные данные, рассчитывают значения коэффициентов регрессии.

Значение свободного члена b_0 берут как среднее арифметическое всех значений параметра оптимизации в матрице:

$$b_0 = \frac{\sum_1^N y_u}{N},$$

где y_u – значения параметра оптимизации в u -м опыте; N – число опытов в матрице.

Линейные коэффициенты регрессии рассчитывают по формуле

$$b_i = \frac{\sum_1^N x_{iu}y_u}{\sum_1^N x_{iu}^2} = \frac{\sum_1^N x_{iu}y_u}{N},$$

где x_{iu} – кодированное значение фактора x_i в u -м опыте.

Коэффициенты регрессии, характеризующие парное взаимодействие факторов, находят по формуле

$$b_{ij} = \frac{\sum_1^N x_{iu}x_{ju}y_u}{\sum_1^N x_{iu}^2} = \frac{\sum_1^N x_{iu}x_{ju}y_u}{N}.$$

Рассмотрим пример расчета коэффициентов регрессии для планирования 2^2 , матрица планирования которой приведена в табл. 1.4:

$$b_0 = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4}{4},$$

$$b_1 = \frac{+y_1 - y_2 + y_3 - y_4}{4},$$

$$b_2 = \frac{+y_1 + y_2 - y_3 - y_4}{4},$$

$$b_{12} = \frac{+y_1 - y_2 - y_3 + y_4}{4}.$$

Рассмотрим уравнение регрессии для $k = 3$:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3,$$

где b_0 – свободный член; b_1, b_2, b_3 – линейные коэффициенты; b_{12}, b_{13}, b_{23} – коэффициенты двойного взаимодействия; b_{123} – коэффициент тройного взаимодействия.

Полное число всех возможных коэффициентов регрессии, включая b_0 , линейные коэффициенты и коэффициенты взаимодействий всех порядков, равно числу опытов полного факторного эксперимента. Чтобы найти число взаимодействий некоторого порядка, можно воспользоваться формулой числа сочетаний:

$$C_k^m = \frac{k!}{m!(k-m)!},$$

где k – число факторов; m – число элементов во взаимодействии.

Так, для плана 2^4 число парных взаимодействий равно шести:

$$C_4^2 = \frac{4!}{2!2!} = 6.$$

Отсюда видно, что с ростом числа факторов число возможных взаимодействий быстро растет.

Рассмотрим на примере физический смысл взаимодействия. Пусть на некоторый химический процесс влияют два фактора: температура и время реакции.

В области низких температур увеличение времени увеличивает выход продукта. При переходе в область высоких температур эта закономерность нарушается. Здесь необходимо уменьшить время реакции. Это и есть проявление эффекта взаимодействия.

1.7. Дробный факторный эксперимент

Количество опытов в полном факторном эксперименте значительно превосходит число определяемых линейных коэффициентов. Так как наибольшую значимость обычно имеют линейные коэффициенты, а коэффициенты взаимодействий, начиная с тройных и выше, часто не значимы, то получается, что полный факторный эксперимент обладает избыточностью опытов. Было бы заманчивым сократить число опытов за счет той информации, которая не очень существенна при построении линейных моделей. При этом нужно стремиться к тому, чтобы матрица планирования не лишилась своих оптимальных свойств. Сделать это не так просто, но все же возможно. Рассмотрим пути минимизации числа опытов.

1.7.1. Минимизация числа опытов

Еще раз рассмотрим матрицу планирования типа 2^2 (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Матрица планирования типа 2^2

Номер опыта	x_1	x_2	(x_3) x_1x_2	y
1	+	+	+	y_1
2	-	+	-	y_2
3	+	-	-	y_3
4	-	-	+	y_4

Пользуясь таким планированием, можно вычислить четыре коэффициента и представить результаты эксперимента в виде неполного квадратного уравнения:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2.$$

Если имеются основания считать, что в выбранных интервалах варьирования процесс может быть описан линейной моделью, то достаточно определить три коэффициента: b_0, b_1, b_2 . Остается одна степень свободы. Употребим ее для минимизации числа опытов. При линейном приближении $b_{12} \rightarrow 0$ и вектор-столбец x_1x_2 можно использовать для нового фактора x_3 . Поставим этот фактор в скобках над взаимодействием x_1x_2 и посмотрим, каковы будут оценки коэф-

фициентов. Здесь уже не будет тех отдельных оценок, которые были в полном факторном эксперименте. Оценки смешиваются следующим образом:

$$\delta_1 \rightarrow \beta_1 + \beta_{23}; \quad \delta_2 \rightarrow \beta_2 + \beta_{13}; \quad \delta_3 \rightarrow \beta_3 + \beta_{12}.$$

Это не должно нас останавливать. Ведь здесь постулируется линейная модель, следовательно, все парные взаимодействия незначимы. Главное, найдено средство минимизации числа опытов: вместо восьми опытов для изучения трех факторов оказывается можно поставить четыре! При этом матрица планирования не теряет своих оптимальных свойств (ортогональность, ротатабельность и т. п.). Найденное правило можно сформулировать: чтобы сократить число опытов, нужно новому фактору присвоить вектор-столбец матрицы, принадлежащей взаимодействию, которым можно пренебречь. Тогда значения нового фактора в условиях опытов определяется знаками этого столбца.

Мы рассмотрели самый простой случай. С увеличением числа факторов вопрос о минимизации опытов превращается в сложную задачу, и для деления ее требуется ввести новые определения и понятия.

1.7.2. Дробная реплика

Поставив четыре опыта для оценки влияния трех факторов, мы воспользовались половиной факторного эксперимента 2^3 , или «полуреplikой». Если бы мы приравняли x_3 к $-x_1x_2$, то получили бы вторую половинную матрицы 2^3 . В этом случае:

$$b_1 \rightarrow \beta_1 - \beta_{23}; \quad b_2 \rightarrow \beta_2 - \beta_{13}; \quad b_3 \rightarrow \beta_3 - \beta_{12}.$$

При реализации обеих полуреplik можно получить отдельные оценки для линейных коэффициентов (эффектов) и коэффициентов взаимодействия, как и в полном факторном эксперименте 2^3 .

Объединение этих двух полуреplik и есть полный факторный эксперимент 2^3 . Матрица из восьми опытов для четырех факторного планирования будет полуреplikой от полного факторного эксперимента 2^4 , а для пятифакторного планирования – четверть-реplikой от 2^5 . В последнем случае два линейных эффекта приравниваются к эффектам взаимодействия.

Для обозначения дробных реплик, в которых p линейных эффектов приравнены к эффектам взаимодействия, удобно пользоваться условными обозначением 2^{k-p} . Так, полуреплика от 2^5 запишется в виде 2^{6-1} , а четверть-реплика от 2^5 – в виде 2^{5-2} . Примеры приведены в табл. 1.6.

Таблица 1.6

Условные обозначения дробных реплик и количество опытов

Число факторов	Дробная реплика	Условное обозначения	Число опытов	
			для дробной реплики	для полного факторного эксперимента
3	1/2 – реплика от 2^3	2^{3-1}	4	8
4	1/2 – реплика от 2^4	2^{4-1}	8	16
5	1/4 – реплика от 2^5	2^{5-2}	8	32
6	1/8 – реплика от 2^6	2^{6-3}	8	64
7	1/16 – реплика от 2^7	2^{7-4}	8	128
5	1/2 – реплика от 2^5	2^{5-1}	16	32
6	1/4 – реплика от 2^6	2^{6-2}	16	64
7	1/8 – реплика от 2^7	2^{7-3}	16	128
8	1/16 – реплика от 2^8	2^{8-4}	16	256
9	1/32 – реплика от 2^9	2^{9-5}	16	512
10	1/64 – реплика от 2^{10}	2^{10-6}	16	1024
11	1/128 – реплика от 2^{11}	2^{11-7}	16	2048
12	1/256 – реплика от 2^{12}	2^{12-8}	16	4096
13	1/512 – реплика от 2^{13}	2^{13-9}	16	8192
14	1/1024 – реплика от 2^{14}	2^{14-10}	16	16384
15	1/2048 – реплика от 2^{15}	2^{15-11}	16	32768

1.7.3. Выбор полуреplik. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты

При построении полуреplik 2^{3-1} существует две возможности: приравнять x_3 к $+x_1x_2$ или $-x_1x_2$. Поэтому есть только две полуреплики 2^{3-1} (табл. 1.7).

Для произведения трех столбцов матрицы I выполняется соотношение $+1 = x_1x_2x_3$, а для матрицы II: $-1 = x_1x_2x_3$. Это наглядно изображено в табл. 1.7. В первом случае все знаки столбца произведений одинаковы и равны плюс единице, а во втором – минус единице.

Полуреплики 2^{3-1}

Номер опыта	I: $x_3 = x_1x_2$			
	x_0	x_1	x_2	$x_1x_2x_3$
1	+	+	+	+
2	-	-	+	+
3	+	-	-	+
4	-	+	-	+

Продолжение табл. 1.7

Номер опыта	II: $x_3 = -x_1x_2$			
	x_0	x_1	x_2	$x_1x_2x_3$
1	+	+	-	-
2	-	-	-	-
3	+	-	+	-
4	-	+	+	-

Символическое обозначение столбцов, равных +1 или -1, называется *определяющим контрастом*. Контраст помогает определять смешанные эффекты. Для того чтобы определить, какой эффект смешан с данным, нужно помножить обе части определяющего контраста на столбец, соответствующий данному эффекту. Так, если $1 = x_1x_2x_3$, то для x_1 имеем $x_1 = x_1^2x_2x_3x_2x_3$, так как всегда $x_i^2 = 1$.

Для x_2 находим $x_2 = x_1x_2^2x_3 = x_1x_3$, для x_3 получается $x_3 = x_1x_2x_3^2 = x_1x_2$.

Это значит, что коэффициенты линейного уравнения будут оценками:

$$b_1 \rightarrow \beta_1 + \beta_{23}; \quad b_2 \rightarrow \beta_2 + \beta_{13}; \quad b_3 \rightarrow \beta_3 + \beta_{12}.$$

Соотношение, показывающее, с каким из эффектов смешан данный эффект, называется *генерирующим соотношением*.

При выборе полуреплики 2^{4-1} возможно восемь вариантов смешения факторов:

- 1) $x_4 = x_1x_2$; 3) $x_4 = x_2x_3$; 5) $x_4 = x_1x_3$; 7) $x_4 = x_1x_2x_3$;
- 2) $x_4 = -x_1x_2$; 4) $x_4 = -x_2x_3$; 6) $x_4 = -x_1x_3$; 8) $x_4 = -x_1x_2x_3$.

Разрешающая способность этих полуреплик различна. Так, реплики с первой по шестое имеют три фактора в определяющем контрасте, седьмая и восьмая – по четыре. Реплики семь и восемь имеют максимальную разрешающую способность и называются главными. Разрешающая способность задается системой смешивания данной реплики. Она будет максимальной, если линейные эффекты смешаны с эффектами взаимодействия наибольшего порядка.

Рассмотрим полуреплики, заданные определяющими контрастами $1 = x_1x_2x_3x_4$ и $1 = -x_1x_2x_3x_4$. Совместные оценки здесь определяются соотношениями:

$$x_1 = x_2x_3x_4; \quad x_1 = -x_2x_3x_4;$$

$$x_2 = x_1x_3x_4; \quad x_2 = -x_1x_3x_4;$$

$$x_3 = x_1x_2x_4; \quad x_3 = -x_1x_2x_4;$$

$$x_4 = x_1x_2x_3; \quad x_4 = -x_1x_2x_3;$$

$$x_1x_2 = x_3x_4; \quad x_1x_2 = -x_3x_4;$$

$$x_1x_3 = x_2x_4; \quad x_1x_3 = -x_2x_4;$$

$$x_1x_2 = x_2x_3; \quad x_1x_4 = -x_2x_3.$$

Такой тип смешивания дает возможность оценивать линейные эффекты совместно с тройными эффектами взаимодействий, а двойные взаимодействия – совместно друг с другом. Здесь коэффициенты линейного уравнения будут оценками:

$$b_1 \rightarrow \beta_1 + \beta_{234}; \quad b_{12} \rightarrow \beta_{12} + \beta_{34};$$

$$b_2 \rightarrow \beta_2 + \beta_{134}; \quad b_{13} \rightarrow \beta_{13} + \beta_{24};$$

$$b_3 \rightarrow \beta_3 + \beta_{124}; \quad b_{14} \rightarrow \beta_{14} + \beta_{23};$$

$$b_4 \rightarrow \beta_4 + \beta_{123}.$$

Если полуреплики заданы генерирующими соотношениями $x_4 = x_1x_2$ и $x_4 = -x_1x_2$, то в этом случае определяющими контрастами являются $1 = x_1x_2x_4$ и $1 = -x_1x_2x_4$. Некоторые эффекты смешиваем с парными взаимодействиями:

$$x_1 = x_2x_4; \quad x_1 = -x_2x_4;$$

$$x_2 = x_1x_4; \quad x_2 = -x_1x_4;$$

$$x_3 = x_1x_2x_3x_4; \quad x_3 = -x_1x_2x_3x_4;$$

$$x_4 = x_1x_2; \quad x_4 = -x_1x_2;$$

$$x_1x_3 = x_2x_3x_4; \quad x_1x_3 = -x_2x_3x_4;$$

$$x_2x_3 = x_1x_3x_4; \quad x_2x_3 = -x_1x_3x_4;$$

$$x_3x_4 = x_1x_2x_3; \quad x_3x_4 = -x_1x_2x_3.$$

Разрешающая способность этих полуреplik ниже, чем у предыдущего примера. Здесь линейный коэффициент фактора x_3 зависит от взаимодействия других факторов:

$$b_3 \rightarrow \beta_3 + \beta_{1234}.$$

Выбор такой полуреплики разумен, если имеется априорная информация о большей значимости тройных взаимодействий по сравнению с парными или о незначимости трех парных взаимодействий x_2x_4 , x_1x_4 , x_1x_2 .

Из изложенного выше видно, что выбор дробной реплики требует много труда и терпения, знания значительной априорной информации, что не всегда возможно.

В связи с ограниченностью объема данной работы здесь не приводятся методы выборы реплик большей дробности.

1.8. Ошибки измерений критериев оптимизации и факторов

Одной из важнейших особенностей, связанных с планированием эксперимента, является повышенная требовательность к точности измерения при фиксировании факторов и при оценке значений критериев оптимизации в отдельных опытах. Исследователь должен уметь правильно определять и оценивать ошибки измерений.

Задачей измерения является не только определение значения самой измеряемой величины, но и также и оценка погрешности, допущенной при измерении (ошибки измерения).

Различают несколько видов ошибок измерения: грубые, систематические и случайные.

Грубые ошибки возможны из-за нарушения основных условий измерения (неверные показания прибора и т. д.) или в связи с недосмотром исследователя, его невнимательностью. Результат, содержа-

щий грубую ошибку, называют промахом. Исследователь всегда должен проверить вероятность грубой ошибки, если один из результатов измерений резко отличается от других. Часто промахов можно избежать, если измерения повторяются вторым исследователем, которому неизвестны результаты, полученные первым. Аналогичный эффект достигается, когда тот же исследователь повторяет измерения спустя некоторое время после первых измерений, когда он забыл ранее полученные результаты. При обнаружении грубой ошибки рекомендуется сразу же отбросить соответствующий результат измерения.

Систематические ошибки вызываются воздействием факторов, которые проявляются одинаково при многократном повторении одних и тех же измерений. Ошибки такого рода имеют место, например, при измерениях прибором с неправильной регулировкой, приведшей к смещению начала отсчета. После выявления систематических ошибок (при измерениях разными приборами или разными методами одних и тех же величин) их можно легко устранить путем введения необходимых поправок.

Различают несколько видов систематических ошибок: поправки (ошибки известной природы и известной величины); ошибки известного происхождения, но неизвестной величины; ошибки неизвестного происхождения. Учет поправок обычно не вызывает затруднений. При наличии других видов систематических ошибок задача усложняется, но и здесь затруднений можно избежать, если обеспечиваются условия, при которых систематические ошибки переводятся в случайные, после чего учитывается влияние случайных ошибок. Перевод систематических ошибок в случайные производится методом *рандомизации*, который рассмотрим позже.

При проведении исследований, связанных с планированием эксперимента, до начала обработки экспериментальных данных все возможные грубые и систематические ошибки должны быть выявлены и устранены.

Случайные ошибки – это следствие воздействий, которые неодинаковы при каждом измерении и не могут быть учтены в отдельности. Подобные ошибки связаны с суммарным эффектом влияния многих факторов, например, изменение погодных условий, разница показателей различных партий сырья и т. д.

Случайные ошибки обычно характеризуются определенным законом их распределения. Очень часто распределение случайных величин, в том числе случайных ошибок измерения, подчиняется закону Гаусса, который относится к так называемому нормальному распре-

делению. При оценке результатов измерений важно знать не только точность, но и надежность результатов. Степень надежности полученного результата можно оценить, если известна его доверительная вероятность. На практике очень часто принимают доверительную вероятность a , равную 0,95 (или 95 %). При этом доверительные границы для среднего значения результата измерений можно найти по выражению

$$x = \bar{x} \pm \Delta x = \bar{x} \pm 1,96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

где \bar{x} – среднее арифметическое случайной величины; σ – среднеквадратичная ошибка; n – число повторных измерений.

Величину \bar{x} , которая считается наиболее вероятным значением измеряемой величины, находят по формуле

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где x_i – измеряемые значения.

Среднюю квадратичную ошибку определяют из выражения

$$\sigma \approx S = +\sqrt{S} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}.$$

Величина $f = n - 1$ называется степенью свободы, под которым понимается число независимых сравнений или число независимых измерений (общее число измерений минус число наложенных связей). В нашем случае на измерения наложена одна связь (для вычислений требуется знание среднего значения) и поэтому $f = n - 1$.

Вычисления облегчаются при использовании таблицы типа табл. 1.8, в которой приводятся доверительные вероятности a для величины Δx , выраженных в долях среднеквадратичной ошибки $\left(\theta = \frac{\Delta x}{\sigma}\right)$.

Таблица 1.8

Доверительные вероятности a для величины Δx

$\left(\theta = \frac{\Delta x}{\sigma}\right)$	3,9	2,6	2,4	2,0	1,65	0,7	0,30	0,15	0,05
a	0,9999	0,990	0,984	0,950	0,90	0,51	0,24	0,12	0,04

До сих пор речь шла о доверительных вероятностях для отдельного измерения x_i . На практике важнее знать о допустимых отклонениях среднего арифметического \bar{x} от истинного значения. Соответствующие задачи могут быть решены, если Δx определяется из следующего соотношения:

$$\Delta x = \pm \frac{ts}{\sqrt{n}},$$

где t – критерий Стьюдента; s – средняя квадратичная ошибка; n – число измерений.

Критерий Стьюдента – характеристика, сходная с θ . Этот критерий играет роль θ в тех случаях, когда число измерений, учитываемых при определении средней квадратичной ошибки, не очень велико. Значения критерия Стьюдента при разных a и n приведены в приложении 1.

С учетом последнего выражения доверительные границы для среднего значения результата измерения можно записать в следующем виде:

$$P\left(\bar{x} - \frac{ts}{\sqrt{n}} \leq x \leq \bar{x} + \frac{ts}{\sqrt{n}}\right) = a.$$

1.8.1. Рандомизация

Чтобы исключить влияние систематических ошибок, вызванных внешними условиями (переменной температуры, сырья, исполнителей и т. д.), рекомендуется случайная последовательность при постановке опытов, запланированной матрицей. Опыты необходимо рандомизировать во времени. Термин «рандомизация» происходит от английского слова *random* – «случайный».

Рассмотрим пример рандомизации условий эксперимента. В полном факторном эксперименте 2^3 предполагается каждое значение параметра оптимизации определять по двум параллельным опытам. Нужно случайно расположить всего 16 опытов. Для этого используем таблицу случайных чисел. Фрагмент таблицы помещен в приложении 2. В случайном месте таблицы выписываем числа с 1 по 16 с отбрасыванием чисел больше 16 и уже выписанных. В нашем случае, начиная с четвертого столбца, можно получить такую последовательность: 2; 15; 9; 5; 12; 14; 8; 13; 16; 1; 3; 7; 4; 6; 11; 10.

С учетом того, что цифры с 1 по 8 соответствуют первым опытам эксперимента, а с 9 по 16 – повторным, получается, что первым реализуется опыт № 2, вторым – опыт № 7 и т. д. Случайный порядок проведения опытов приведен в табл. 1.9.

Таблица 1.9

Случайный порядок проведения опытов

Номер опыта в матрице	1	2	3	4	5	6	7	8
Случайный порядок реализации опытов	3	1	11	5	4	6	2	7
	10	16	15	13	8	14	12	9

Выбранную случайным образом последовательность опытов не рекомендуется нарушать.

1.9. Отсеивающие эксперименты

Как уже указывалось ранее, при числе факторов $k \geq 7$ возникает необходимость в их сокращении, т. е. отсеивании из-за необходимости выполнения большого числа опытов. Для этой цели разработаны различные методы. Рассмотрим из них некоторые, наиболее часто применяемые.

1.9.1. Априорное ранжирование факторов (психологический эксперимент)

На стадии предварительного изучения объекта исследования при формализации априорных сведений иногда полезно проведение психологического эксперимента, заключающегося в объективной обработке данных, полученных в результате опроса специалистов или из исследований, опубликованных в литературе. Такой эксперимент позволяет более правильно спроектировать объект исследования, принять или отвергнуть некоторые предварительные гипотезы, дать сравнительную оценку влияния различных факторов на параметры оптимизации и тем самым правильно отобрать факторы для последующего активного эксперимента, обоснованно исключив некоторые из них из дальнейшего рассмотрения.

Особенность метода априорного ранжирования факторов заключается в том, что факторы ранжируются в порядке убывания вносимого им вклада. Вклад каждого фактора оценивается по величине ранга – места, которое отведено исследователем (специалистом при

опросе, экспертом) данному фактору при ранжировании всех факторов с учетом их предполагаемого (количественно неизвестного) влияния на параметры оптимизации. При сборе мнений путем опроса специалистов каждому из них предлагается заполнить анкету, в которой перечислены факторы, их размерность и предполагаемые интервалы варьирования. Заполняя анкету, специалист определяет место факторов в ранжированном ряду. Одновременно он может включить дополнительные факторы или высказать мнение об изменении интервалов варьирования.

Результаты опроса специалистов обрабатываются следующим образом. Сначала определяют сумму рангов по факторам $\sum_1^m a_{ij}$, а затем разность Δi между суммой каждого фактора и средней суммой рангов и сумму квадратов отклонений S :

$$\Delta i = \sum_1^m a_{ij} - \frac{\sum_1^k \sum_1^m a_{ij}}{k} = \sum_1^m a_{ij} - T;$$

$$S = \sum_1^m (\Delta a)^2,$$

где a_{ij} – ранг каждого i -го фактора j -го исследователя (специалиста); m – число исследователей; k – число факторов; T – средняя сумма рангов.

Полученные значения позволяют построить среднюю априорную диаграмму рангов, но предварительно необходимо оценить степень согласованности мнений всех исследователей с помощью коэффициента конкордации ω :

$$\omega = \frac{12s}{m^2(k^3 - k) - m \sum_T T_j},$$

где $T_j = \sum (t_j^3 - t_j)$; t_j – число одинаковых рангов в j -м ранжировании.

Использовать коэффициент конкордации можно после оценки его значимости, которая возможна с помощью специальных таблиц или известных статистических распределений.

Например, величина $m(k-1)$ имеет χ^2 -распределение с числом степеней свободы $f = k - 1$. Значение χ^2 -критерия определяют по формуле

$$\chi^2 = \frac{12s}{mk(k+1) - \frac{1}{k-1} \sum_1^m T_i^2}.$$

Гипотеза о наличии согласия может быть принята, если при заданном числе степеней свободы табличное значение χ^2 меньше расчетного (приложение 5) для 5%-го уровня значимости.

Оценив согласованность мнений всех исследователей, строят среднюю диаграмму рангов, откладывая по одной оси факторы, а по другой – соответствующие суммы рангов. Чем меньше сумма рангов данного фактора, тем выше его место в диаграмме. С помощью последней оценивается значимость факторов (рис. 1.6).

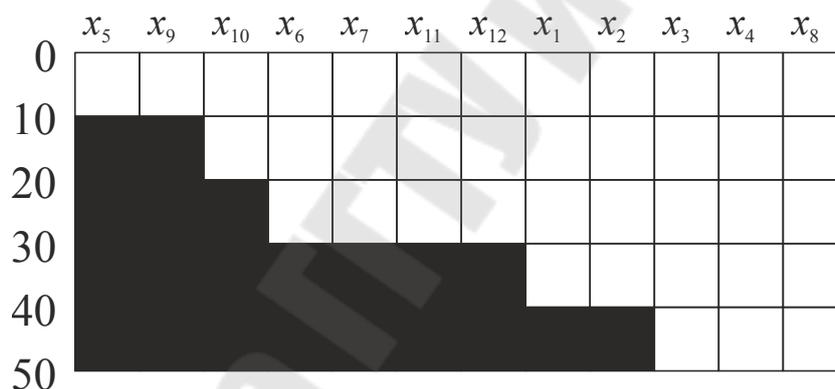


Рис. 1.6. Факторы

В случае неравномерного экспоненциального убывания распределения часть факторов можно исключить из дальнейшего рассмотрения, отнеся их влияние к шумовому полю. Если же их распределение равномерное, то в эксперимент рекомендуется включать все факторы.

В ситуациях с очень большим числом факторов кроме общей согласованности мнений исследователей рассматривают с помощью χ^2 -распределения и согласованность по каждому фактору в отдельности.

Построение средней априорной диаграммы рангов при использовании известных литературных источников полезно с той точки зрения, что она по существу является сокращенным литературным обзором по теме исследования.

1.9.2. Метод случайного баланса

При сравнительно большом числе факторов отсеивающие ($k \geq 7$) эксперименты обязательны, так как они позволяют исключить из дальнейшего изучения ряд незначимых факторов уже на первом этапе работы, а следовательно, могут сократить число опытов, существенно упростить изучение факторного пространства и описание поверхности отклика (параметра оптимизации).

Хорошая эффективность отсеивающих экспериментов достигается при применении метода случайного баланса, позволяющего отсеивать небольшое число значимых эффектов на шумовом поле.

Основан метод случайного баланса на том, что если все эффекты, ответственные за объект исследования, расположить в порядке убывания вносимого им вклада в дисперсию параметра оптимизации, то получится ранжированный ряд с убыванием экспоненциального типа. При приближенном воспроизведении с помощью небольшого числа опытов этого ранжированного ряда обычно можно выделить незначимые эффекты, которые относятся к шумовому полю, и несколько существенных эффектов, которые отсеивают, а затем учитывают в дальнейшей работе.

Предполагая, что модель объекта исследования является линейной, а часть эффектов относится к шумовому полю, получают расщепление модели в следующем виде:

$$y = b_0 - b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_{k-l}x_{k-l} + a;$$

$$a = b_1^1z_1 + b_2^1z_2 + \dots + b_l^1z_l + h,$$

где k – общее число эффектов; l – число эффектов, отнесенных к шумовому полю; $k - l$ – число значимых эффектов; h – ошибка опыта.

Далее с помощью регрессионного анализа можно оценить значимые эффекты на шумовом поле, созданном l эффектами по их вкладу в дисперсию $S_{\{a\}}^2$.

При отсеивающих экспериментах методом случайного баланса работа осуществляется в две стадии: сначала по матрице случайного баланса ведут эксперимент с небольшим числом опытов и по диаграмме рассеяния узнают образ экспоненциальной кривой (характеризующей степень влияния факторов на параметр оптимизации), а затем эффекты, отобранные на шумовом поле с помощью диаграмм рассеяния визуально, утоняют посредством вычислений, известных из обычного дисперсионного анализа.

Построению матрицы планирования предшествуют кодирование факторов и выбор их уровней варьирования по всем правилам проведения полного факторного эксперимента.

Для построения матрицы случайного баланса используют случайный механизм (отсюда и название метода). Число опытов выбирают с расчетом, чтобы оно было кратным 2 и превышало число $k + 1$, где k – число факторов. Это упрощает работу и позволяет оценить линейные эффекты во всех случаях.

Матрицу, предписывающую условия проведения отдельных опытов, можно строить двумя путями: случайное распределение уровней по столбцам с помощью известных таблиц случайных чисел (чистые случайный баланс); случайное смешивание регулярных дробных реплик факторного эксперимента. Второй путь построения матрицы наиболее распространен. Чистый случайный баланс считается менее эффективным, его рекомендуется применять только в случаях не столь ответственных, или при варьировании факторов на разном числе уровней.

При смешивании дробных реплик можно применять полуреплики. Для одной половины факторов полуреплика используется непосредственно, а для других факторов уровни распределяются случайным выбором строк (по таблице случайных чисел) из той же полуреплики. Факторы распределяются по столбцам таким образом, чтобы в первой части матрицы были факторы, которые согласно априорной информации являются наиболее существенными. В некоторых ситуациях это может сократить последующий эксперимент, поскольку позволяет сразу после анализа результатов переходить к движению по поверхности отклика.

Когда матрица случайного баланса построена, ее пригодность проверяется специальными приемами. Матрица пригодна, если в ней нет полностью закоррелированных столбцов (знаки в столбцах двух различных эффектов не должны полностью совпадать или не совпадать). Кроме того, в матрице не должно быть столбцов, скалярное произведение которых на любой другой столбец дает столбцы с одинаковыми знаками.

1.9.3. Неполноблочные планы (учет качественных факторов и экспертные оценки)

На практике часто возникает необходимость в отсеивающем эксперименте в условиях, когда все или некоторые из рассматриваемых факторов являются качественными. В таком случае целесообразно применять неполноблочные планы (блок-схемы). Аналогичные

планы используют и при проведении эксперимента в условиях неоднородностей (различие в партиях сырья, исполнителях, машинах, приборах и т. д.), т. е. при отсутствии возможности реализовать все вероятные варианты. Блок-схемы позволяют оценить влияние неоднородностей и снизить ошибку эксперимента, росту которой эти неоднородности способствуют. Наконец, блок-схемы полезны при экспертных оценках (проверка значимости различий сортов и т. п.).

Блоками называются различные источники неоднородностей. В задаче, например, нужно учесть пять блоков, если имеются пять различных партий сырья. Блоки могут содержать разное число элементов, т. е. иметь различные размеры, особенности и т. п. Так, если для каждой из пяти партий сырья применять четыре различных способа переработки, то блоки содержат по четыре элемента.

План называется полноблочным, если в процессе эксперимента в каждом блоке изучают все элементы. Примером полноблочного плана является полный факторный эксперимент. Когда в блоках изучают лишь некоторые их элементы, имеют дело с неполноблочным планом, который экономичнее.

При размещении элементов в неполноблочных планах учитывают правила, определяющие частоту появления элементов и их пар. В связи с этим различают: число блоков – b ; число элементов – V ; число единиц в блоке – q ; число повторений в строке – r ; число повторений каждой пары элементов – λ и общее число опытов – N . Ни один из блоков неполноблочного плана не содержит всех элементов.

План, в котором каждый элемент и каждая пара элементов принадлежат к одному и тому же числу блоков, называется сбалансированным планом или VJB -схемой (уравновешенной неполной схемой). Такие планы из-за характерных для них свойств уравновешенности позволяют применять одну и ту же стандартную ошибку при сравнении каждой пары элементов. Неполноблочность дает возможность снижать число опытов.

Таким образом, в VJB -схеме каждый блок B_i содержит одинаковое число элементов q , каждый элемент a_i принадлежит одному и тому же числу блоков r и для каждой пары элементов a_i и a_j число блоков, содержащих эту пару, равно λ . При этом обеспечиваются следующие соотношения:

$$N = bq = vr;$$
$$r(q - 1) = \lambda(v - 1).$$

Неполноблочные планы называются симметричными, если $b = v$ и $r = q$; подобные планы называются *SBJB*-схемами.

При обработке экспериментальных данных, полученных с использованием неполноблочных сбалансированных планов, применяются дисперсионный анализ.

В случае применения блок-схем в экспертных оценках рекомендуется обеспечить выполнение следующих требований: каждый эксперт оценивает одно и то же число объектов; каждый объект проверяется одинаковым числом экспертов; каждую пару объектов один эксперт должен сравнивать одно и то же число раз. Все эти требования выполняются при использовании сбалансированного неполноблочного плана.

Целью экспертной оценки является определение вида продукции оптимального качества (продукция лучшего качества оценивается большим числом баллов) и установление значимых различий между разными видами продукции. Неполноблочный план и результаты экспертной оценки y_{ij} даны в табл. 1.10.

Таблица 1.10

Неполноблочный план и результаты экспертной оценки

Элементы (виды продукции)	Блоки (эксперты)										Итоги T_i
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	
a_1	2	5	4	7	6	–	–	–	–	–	24
a_2	3	4	–	–	–	3	4	7	–	–	21
a_3	–	–	8	9	–	6	7	–	9	–	39
a_4	–	–	8	–	9	5	–	7	–	9	38
a_5	8	–	–	–	13	–	10	–	12	14	57
a_6	–	10	–	12	–	–	–	11	11	13	57
Итоги B_j	13	19	20	28	28	14	21	25	32	36	$G = 236$
B_j^2	169	361	400	784	784	196	441	625	1024	1296	$\sum_1^{10} B_j^2 = 6080$

После подсчета B_j (по блокам) и T_i (по элементам) проводятся вычисления, результаты которых приведены в табл. 1.11.

Результаты расчетов

a_i	T_i	$B_{(i)}$	Q_i	ω_i	T_i''	$\overline{T_i''}$	T_i^2	Q_i^2
a_1	24	108	-36	4	24,3	4,86	576	1296
a_2	21	92	-29	75	26,8	5,36	441	841
a_3	39	115	2	14	40,1	8,02	1521	4
a_4	38	123	-9	-29	35,7	7,14	1444	81
a_5	57	130	41	-7	56,5	11,30	3249	1681
a_6	57	140	31	-57	52,6	10,52	3249	961
Сумма	236	708	0	0	236	47,20	10480	4864

Величина $B_{(i)}$ – сумма итогов по тем блокам, в которых появляется элемент a_i ; в нашем случае это сумма пяти итогов по блокам ($r = 5$). В частности, для элемента a_1 :

$$B_1 = \sum_1^5 B_j = 13 + 19 + 20 + 28 + 28 = 108.$$

Значения $B_{(i)}$ учитывали при расчете величин Q_i (внутриблоковых эффектов элементов), с помощью которых оценивается внутренняя информация по элементам:

$$Q_i = qT_i - B_{(i)} = 3T_i - B_{(i)}.$$

Сумма величин $Q_{(i)}$ в матрице должна быть равна нулю:

$$\sum_1^6 Q_i = 0.$$

Когда определены T_i , B_i и Q_i , приступают к расчету, необходимому для оценки скорректированных итогов по элементам T_i'' с учетом межблоковой и внутриблоковой информации:

$$T_i'' = T_i + \tilde{\mu}\omega_i,$$

где ω_i – величина, которая обеспечивает учет блоковых эффектов; $\tilde{\mu}$ – весовой коэффициент.

Значения ω_i и $\tilde{\mu}$ находят по следующим формулам (для плана без повторных опытов):

$$\omega_i = (v - q)T_i - (v - 1)B_{(i)} + (q - 1)G;$$

$$\tilde{\mu} = \frac{(b - 1)(E_b - E_e)}{v(q - 1)(b - 1)E_b + (v - q)(b - v)E_e},$$

где $G = \sum_1^v T_i$, E_b – средний квадрат для блоков, скорректированных от эффектов элементов; E_e – внутриблоковая ошибка.

Если E_b меньше E_e , то принимают $\tilde{\mu} = 0$. В нашем случае $G = \sum_1^6 T_i = 236$. С учетом этого

$$\omega_i = 3T_i - 5B_{(i)} + 2G.$$

Проверка показывает, что, как и следовало ожидать, $\sum_1^6 \omega_i = 0$.

Величины E_b и E_e , знание которых необходимо для определения $\tilde{\mu}$, находят после дисперсионного анализа, результаты которого приведены в табл. 1.12.

При вычислениях учитывается величина относительно внутриблоковой информации (фактор эффективности), определяемая из соотношения

$$E = \frac{v(q - 1)}{q(q - 1)}.$$

В нашем случае $E = 0,80$.

Таблица 1.12

Результаты дисперсионного анализа

Источники дисперсии	Сумма квадратов SS	Число степеней свободы f	Средний квадрат
Блоки (нескорректированные)	$SS_{\delta,н} = 170,2$	$f_{\delta} = b - 1 = 9$	$E_b = 7,31$
Блоки (скорректированные)	$SS_{\delta,е} = 65,8$	$f_{\delta} = b - 1 = 9$	
Элементы (нескорректированные)	$SS_{\gamma,н} = 239,5$	$f_{\gamma} = v - 1 = 5$	$E_{\gamma} = 34,7$
Элементы (скорректированные)	$SS_{\gamma,е} = 173,5$	$f_{\gamma} = v - 1 = 5$	
Внутриблоковая ошибка	$SS_{ош} = 6,2$	$f_{ош} = (vr + 1) - (b + v) = 15$	$E_e = 0,42$
<i>Итого</i>	$SS_{общ} = 311,5$	$N - 1 = 29$	

Необходимые суммы квадратов рассчитывают следующим образом:

$$SS_{\text{б.н}} = \frac{\sum^b B_j^2}{q} - \frac{G^2}{rv};$$

$$SS_{\text{б.с}} = \frac{\sum^b B_j^2}{q} - \frac{\sum^v Q_i^2}{q} - \frac{\sum^v T_i^2}{q};$$

$$SS_{\text{э.н}} = \frac{\sum^v T_i^2}{r} - \frac{G^2}{rv};$$

$$SS_{\text{ош}} = \sum_i \sum_j y_{ij}^2 - \frac{G^2}{rv};$$

$$E_b = \frac{SS_{\text{б.с}}}{f_{\text{б}}}; \quad E_e = \frac{SS_{\text{ош}}}{f_{\text{ош}}}.$$

Теперь, находим $\tilde{\mu}$:

$$\tilde{\mu} = \frac{(b-1)(E_b - E_e)}{v(q-1)(b-1)E_b + (v-q)(b-v)E_e} =$$

$$= \frac{9(7,31 - 0,42)}{6 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 7,31 + 3 \cdot 4 \cdot 0,42} = 0,078.$$

Далее определяем значения T_i'' , приведенные в табл. 1.11, а затем вычисляем средние значения оценок по элементам. Формула здесь

$$\bar{T}_i = \frac{T_i''}{r} T_i''.$$

Зная T_i'' , можно найти, если вернуться немного назад, скорректированную сумму квадратов по элементам $SS_{\text{э.с}}$, знание которой необходимо для определения $E_{\text{э}}$ и далее критерия Фишера. С помощью же критерия Фишера проверяется гипотеза об отсутствии различия между элементами:

$$SS_{\text{э.с}} = \frac{\sum (T_i'')^2}{r} - \frac{G^2}{rv} = 173,5;$$

$$E_{\text{э}} = \frac{SS_{\text{э.с}}}{f_{\text{э}}} = 34,7.$$

При установлении критерия Фишера учитывается величина скорректированной ошибки:

$$E'_e = E_e[1 + (v - q)\mu];$$

$$E'_e = 0,42[1 + (6 - 3)0,078] = 0,52.$$

Расчетное значение критерия Фишера

$$F_{\text{расч}} = \frac{E_e}{E'_e} = \frac{34,7}{0,52} = 66,7.$$

Табличное значение критерия Фишера (при $f_3 = v - 1 = 5$ и $f_{\text{ош}} = (vr + 1) - (b + v) = 15$) равно 2,9. Таким образом, можно считать, что различие между некоторыми элементами является значимым ($F_{\text{расч}} > F_{\text{табл}}$).

Далее ведется сравнение отдельных элементов с помощью критерия Фишера, определяемого по формуле

$$F_{\text{расч}} = \frac{(T''_i - T''_{i+1})^2}{2rE_e}.$$

Так, при сравнении элементов a_3 и a_4 установлено:

$$F_{\text{расч}} = \frac{(T''_3 - T''_4)^2}{2rE_e} = \frac{(40,1 - 35,7)^2}{2 \cdot 5 \cdot 0,52} = 3,72.$$

Теперь $F_{\text{расч}} < F_{\text{табл}}$, так как табличное значение критерия (при $f_3 = 2 - 1 = 1$ и $f_{\text{ош}} = 15$) равно 4,54. Следовательно, можно с 95%-й доверительной вероятностью считать, что $a_3 = a_4$. Аналогично было установлено, что $a_1 = a_2$ и $a_5 = a_6$. Между остальными парами существуют значимые различия. Лучшим качеством среди рассматриваемых видов продукции характеризуются те, которым соответствуют элементы ($\bar{T}_5'' \approx \bar{T}_6'' \approx 11$).

1.10. Пример планирования эксперимента

Рассматривается случай соединения синтетической кожи СК-8 методом ультразвуковой сварки. В качестве параметра оптимизации взята прочность на сдвиг сварного шва. Полученная прочность сравнивалась с прочностью ниточного шва.

Процесс ультразвуковой сварки (УЗС) характеризуется следующими параметрами: амплитудой колебаний рабочего торца инструмента, частотой колебаний, длительностью ультразвукового (УЗ) импульса, статическим давлением инструмента на свариваемые материалы, видом опоры колебательной системы, шириной сварного шва, физико-механическими характеристиками свариваемых материалов и т. д.

1.10.1. Выбор факторов

Из анализа литературных источников и по результатам однофакторных экспериментов выделены для дальнейшего исследования следующие факторы:

- амплитуда колебаний – A ;
- статическое давление – P ;
- длительность ультразвукового импульса (время сварки) – t .

Остальные факторы зафиксированы:

- частота колебаний – $f = 21,8$ кГц;
- ширина шва – $h = 5$ мм;
- опора – полуволновая активная;
- материал – синтетическая кожа СК-8, условно принимается с одинаковой структурой и толщиной.

Значения уровней и интервалов варьирования факторов приведены в табл. 1.13.

Таблица 1.13

Значения уровней и интервалов варьирования факторов

Наименование и обозначение факторов	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
	-1	0	+1	
Амплитуда колебаний x_1 , мкм	65	70	75	5
Статическое давление x_2 , 10^5 Па	5,5	7	8,5	1,5
Время сварки x_3 , с	0,4	0,45	0,5	0,05

Изменение амплитуды колебаний обеспечивалось путем замены инструментов-волноводов. Статическое давление создавалось пневмоцилиндром. Время сварки регулировалось электрическим секундомером, соединенным с высокочастотным генератором.

1.10.2. Проведение эксперимента

В эксперименте использовались образцы стандартного размера 40×50 мм, принятые в обувной промышленности. Размер соединенных образцов составлял 40×90 мм, ширина шва – 5 мм. Ширина сварного шва обеспечивалась шириной рабочего торца инструмента.

Для уменьшения влияния случайных ошибок работа выполнялась в одно время суток и одним исследователем.

Проверка прочности сварного шва производилась на разрывной машине РТ-250.

Число повторных опытов – 5.

Эксперимент выполнялся в три этапа.

Первый этап – проведение полного факторного эксперимента, второй – крутое восхождение к области оптимума и третий – планирование второго порядка для описания области оптимума.

1.10.3. Полный факторный эксперимент

Проводился эксперимент типа 2^3 , где число факторов $k = 3$; число уровней $p = 2$; число опытов $N = 8$; число повторных опытов $n = 5$.

Матрица планирования приведена в табл. 1.14.

Таблица 1.14

Матрица планирования

Номер опыта	Матрица планирования								Рабочая матрица			Результаты параллельных экспериментов, Y_{iij} , кгс/см	Среднее \bar{y}_i , кгс/см
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	Амплитуда колебаний, мкм	Статическое давление, Па · 10^5	Длительность УЗ, с		
1	+	+	+	-	+	-	-	-	75	8,5	0,4	7,8 8,5 7,7 7,6 8	7,92
2	+	-	+	-	-	+	-	+	65	8,5	0,4	1,8 2,5 2 1,8 1,6	1,94
3	+	+	-	-	-	-	+	+	75	5,5	0,4	5,3 5,7 6,2 5,8 6,2	5,83
4	+	-	-	-	+	+	+	-	65	5,5	0,4	4,3 4,2 5 4,9 4,6	4,6

Окончание табл. 1.14

Номер опыта	Матрица планирования								Рабочая матрица			Результаты параллельных экспериментов, $Y_{ин}$, кгс/см	Среднее \bar{y}_i , кгс/см
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	Амплитуда колебаний, мкм	Статистическое давление, Па · 10 ⁵	Длительность УЗ, с		
5	+	+	+	+	+	+	+	+	75	8,5	0,5	9,7 10,4 11,4 10,9 10,9	10,46
6	+	-	+	+	-	-	+	-	65	8,5	0,5	4,2 4,4 4,5 4 3,8	4,17
7	+	+	-	+	-	+	-	-	75	5,5	0,5	3,7 3,4 4 3,6 4,1	3,75
8	+	-	-	+	+	-	-	+	65	5,5	0,5	4,1 5,1 4,8 5,1 4,5	4,72

После проведения опытов выполнена статистическая обработка результатов. Сначала определяли ошибки повторных (параллельных) опытов. Среднеквадратичное отклонение определяем по выражению

$$S_i^2 = \frac{\sum_1^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1},$$

где \bar{y} – среднее арифметическое значение параметра оптимизации из пяти повторных опытов (значения приведены в табл. 1.14).

Данные расчетов сведены в табл. 1.15.

Таблица 1.15

Среднеквадратичное отклонение

Номер опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
S_i^2	0,1265	0,141	0,134	0,125	0,462	0,092	0,086	0,195
S_i	0,3557	0,3755	0,366	0,3535	0,6797	0,3033	0,2933	0,4416

Для определения брака используем критерий Стьюдента:

$$\frac{y - \bar{y}}{s} \geq t, \text{ или } t_{расч} \geq t_{табл},$$

где t – критерий Стьюдента, его значение для пяти повторных опытов и доверительной вероятности 0,95 равно 2,78 (приложение 1).

Например, для пятого опыта $y_{\min} = 9,7$; $y_{\max} = 10,9$; $\bar{y} = 10,46$.

Тогда

$$\frac{10,46 - 9,7}{0,6797} = 1,118;$$

$$\frac{10,9 - 10,46}{0,6797} = 0,6473.$$

Условие $t_{\text{расч}} \geq t_{\text{табл}}$ не выполняется, следовательно, результаты повторных опытов не считаем ошибочными и принимаем в расчет.

Дисперсию воспроизводимости рассчитываем по формуле

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_1^N \sum_1^n (y_i - \bar{y})^2}{N(n-1)} = \frac{\sum S_i^2}{N}.$$

Из расчета получаем $S_{\{y\}}^2 = 0,159$.

Проверку однородности дисперсий можно выполнять по критериям Фишера и Кохрена.

Пример проверки по критерию Фишера:

$$F_{\text{расч}} = \frac{S_{\max}^2}{S_{\min}^2} = \frac{S_5^2}{S_7^2} = \frac{0,432}{0,086} = 5,372.$$

При числах степеней свободы:

$$f_5 = f_7 = n - 1 = 5 - 1 = 4.$$

$F_{\text{табл}} = 6,4$ (приложение 3).

$F_{\text{расч}} < F_{\text{табл}}$ – дисперсии однородны.

Пример проверки по критерию Кохрена:

$$G = \frac{S_{\max}^2}{\sum_1^N S_i^2} = \frac{0,462}{1,3615} = 0,3393.$$

Табличное значение критерия Кохрена берем из приложения 4 в зависимости от числа степеней свободы:

$$f_1 = n_1 - 1 = 5 - 1 = 4 \text{ и } f_2 = N = 8;$$

$$G_{\text{табл}} = 0,396.$$

Выполнено условие $G < G_{\text{табл}}$, следовательно, дисперсии однородны.

Уравнение математической модели с учетом парных взаимодействий имеет вид:

$$\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3.$$

Коэффициенты регрессии при полном факторном эксперименте определяют по выражениям:

$$b_0 = \frac{\sum_{u=1}^N \hat{y}_u}{N};$$

$$b_i = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} \hat{y}_u}{N};$$

$$b_{ij} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} \hat{y}_u}{N}, \quad i \neq j;$$

$$b_{ijk} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} x_{ku} \hat{y}_u}{N}, \quad i \neq j \neq k.$$

Коэффициенты регрессии, рассчитанные по вышеприведенным выражениям, равны:

$$b_0 = 5,399; \quad b_{12} = 1,526;$$

$$b_1 = 1,591; \quad b_{13} = -0,261;$$

$$b_2 = 0,674; \quad b_{23} = 0,866;$$

$$b_3 = 0,378; \quad b_{123} = 0,289.$$

С учетом значения дисперсии воспроизводимости $S_{\{y\}}^2 = 0,173$ с доверительной вероятностью $a = 0,95$ находим границы доверительных интервалов для коэффициентов регрессии:

$$b_i = \frac{tS_{\{y\}}}{\sqrt{N}} = \pm \frac{2,78 \cdot 0,416}{\sqrt{8}} = \pm 0,408.$$

Сравнивая значения коэффициентов регрессии с границами доверительных интервалов, видим, что коэффициенты b_3 , b_{13} и b_{123} незначимы. Но так как b_3 – линейный коэффициент и его величина близка к Δb_i , то решено его не исключать. Теперь уравнение математической модели имеет вид:

$$\hat{y} = 5,399 + 1,591x_1 + 0,674x_2 + 0,378x_3 + 1,526x_1x_2 + 0,866x_2x_3.$$

Проверяем адекватность полученного уравнения.

Вычисляем теоретические значения параметра оптимизации y , величину ошибки $\Delta y = \bar{y} - \hat{y}$. Результаты занесены в табл. 1.16.

Таблица 1.16

Результаты расчета ошибки

Номер опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
\hat{y}	7,946	1,712	5,278	5,148	10,434	4,2	3,546	4,172
Δy	-0,026	0,028	0,552	0,548	0,026	-0,03	0,204	0,548
Δy^2	0,00067	0,00078	0,305	0,3003	0,00068	0,0009	0,0416	0,3003

Рассчитаем дисперсию адекватности:

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{y} - \hat{y}_i)^2}{f} = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta y_i^2}{f},$$

где $f = N - (k + 1)$ – число степеней свободы.

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{0,951}{8 - (3 + 1)} = 0,23755.$$

Адекватность математической модели определяем по критерию Фишера:

$$F_{\text{расч}} = \frac{S_{\text{ад}}^2}{S_{\{y\}}^2} = \frac{0,23755}{0,173} = 1,374;$$

$$F_{\text{табл}} = 6,4.$$

$F_{\text{расч}} \leq F_{\text{табл}}$, следовательно, модель адекватна.

Поясним физический смысл полученной математической модели. Полученное соотношение показывает взаимосвязь прочности

соединения синтетической кожи СК-8 с такими факторами, как амплитуда колебаний инструмента, статическое давление и время сварки. На параметр оптимизации перечисленные факторы влияют пропорционально, на что указывают линейные эффекты. С увеличением значений факторов прочность соединения должна увеличиваться. Наибольшее влияние оказывает амплитуда колебаний и парное взаимодействие амплитуды колебаний и статического давления. Наименьшее влияние оказывает время сварки, и, что особенно интересно, парное взаимодействие амплитуды колебаний и времени сварки оказалось незначимым. Объяснение данного явления следует искать, видимо, в малом интервале варьирования времени сварки – 0,05 с. Но следует заметить, что малый интервал варьирования был выбран экспериментатором сознательно, ибо увеличение интервала до 0,1 с приводит в некоторых случаях к непровару или пережогу соединяемых материалов, т. е. к невозможности оценить прочность шва.

Максимальное значение прочности достигнуто при амплитуде колебаний 75 мкм, статическом давлении $8,5 \cdot 10^5$ Па и времени сварки 0,5 с и равно 10,46 кг/см.

Однако из предварительных исследований известно, что может быть достигнута большая прочность соединения, и поэтому принято решение с помощью метода крутого восхождения определить максимальное значение прочности соединения.

1.10.4. Поиск оптимума методом крутого восхождения

Как уже указывалось, увеличение значений факторов должно приводить к улучшению параметра оптимизации.

Матрица планирования при крутом восхождении приведена в табл. 1.17.

При выполнении опытов обнаружилось, что при увеличении значений всех факторов прочность сварного шва (параметра оптимизации) вместо ожидаемого возрастания уменьшается. Обратив внимание на то, что здесь происходит чрезмерная деформация сварного шва, что является следствием перегрева, а также на то, что парное взаимодействие амплитуды колебаний и времени сварки b_{13} имеет отрицательный знак, принято решение вести поиск в сторону уменьшения значений факторов. Кроме этого из-за невозможности дальнейшего увеличения амплитуды колебаний, обусловленной быстрым выходом из строя волноводов-инструментов, амплитуда колебаний зафиксирована на уровне 80 мкм. Решение о фиксации амплитуды ко-

лебаний также обусловлено тем, что уменьшение его ведет к увеличению длительности сварки, что по технологическим соображениям нежелательно (падает производительность).

Таблица 1.17

Матрица планирования

Уровень	Факторы			Параметр оптимизации, \bar{y} , кг/см	
	\tilde{x}_1	\tilde{x}_2	\tilde{x}_3		
Основной	70	7	0,45		
Интервал варьирования	5	1,5	0,05		
Верхний	75	8,5	0,5		
Нижний	65	5,5	0,4		
Опыты	Кодирование значения факторов				
	x_1	x_2	x_3		
1	+	+	–		7,92
2	–	+	–		1,94
3	+	–	–		5,83
4	–	–	–		4,6
5	+	+	+		10,46
6	–	+	+		4,17
7	+	–	+		3,75
8	–	–	+		4,72
b_j	1,591	0,674	0,378		
$b_j x_j$	7,955	1,011	0,019		
Шаг при изменении \tilde{x}_1 на 5	5	0,849	0,015		
Округление	5	1,0	0,02		
9	75	8	0,47	10,23	
10	80	9	0,49	10,09	
11	80	10	0,51	7,55	
12	80	8	0,43	10,36	
13	80	9	0,41	11,34	
14	80	10	0,39	12,0	
15	80	11	0,37	11,5	
16	80	10	0,35	10,5	

В результате дальнейшего поиска найдено максимальное значение прочности, соответствующее 12 кг/см, при амплитуде колебаний 80 мкм, статическом давлении $10 \cdot 10^5$ Па и времени сварки 0,39 с.

Теперь после определения оптимума встает задача по описанию области оптимума.

1.10.5. Описание области оптимума

Для описания области оптимума линейная модель неприменима. Используем центральное композиционное ротатабельное униформ-планирование второго порядка. Так как амплитуда колебаний уже ранее зафиксирована, то переходим к планированию типа 2^2 с центром в точке, где достигнут оптимум.

Уровни и интервалы варьирования факторов приведены в табл. 1.18, матрица планирования и результаты эксперимента – в табл. 1.19.

Таблица 1.18

Уровни варьирования факторов

Наименование и обозначение факторов	Уровни варьирования				
	-1,414	-1	0	+1	+1,414
Статическое давление x_1 , Па · 10 ⁵	7,17	8	10	12	12,83
Длительность УЗ импульса x_2 , с	0,33	0,35	0,40	0,45	0,47

Таблица 1.19

Результаты опытов

Номер опыта	Матрица планирования		Рабочая матрица		Результаты опытов	Среднее значение параметра оптимизации \bar{y}	Расчетное значение параметра оптимизации \hat{y}
	x_1	x_2	Статическое давление x_1 , Па · 10 ⁵	Длительность УЗ импульса x_2 , с			
1	+	+	12	0,45	7,5 8,5 8,2 7,8 8	8	7,425
2	-	+	8	0,45	10,5 9,6 9,8 10,3 10,1	10,06	9,563
3	+	-	12	0,35	10,3 10,4 9,4 9,5 10,2	9,96	9,393
4	-	-	8	0,35	8,2 8,5 7,6 7,3 7,2	7,76	7,271

Номер опыта	Матрица планирования		Рабочая матрица		Результаты опытов	Среднее значение параметра оптимизации \bar{y}	Расчетное значение параметра оптимизации \hat{y}
	x_1	x_2	Статическое давление x_1 , Па · 10 ⁵	Длительность УЗ импульса x_2 , с			
5	-1,414	0	7,17	0,40	8,3 8,9 8,2 9 9,5	8,78	9,214
6	+1,414	0	12,83	0,40	8,4 9 9,2 8,3 8,2	8,62	9,202
7	0	-1,414	10	0,33	7,2 7,8 6,5 7,5 7	7	7,503
8	0	+1,414	10	0,47	7,5 7,4 9,6 6,7 6,9	7,22	7,733
9	0	0	10	0,40	11,5 11,8 12 12,3 12,4		

После статистической обработки результатов эксперимента, описанных в параграфе 1.10.3, но с учетом особенностей ротатабельного планирования второго порядка рассчитаны значения коэффициентов регрессии по следующим формулам:

$$b_0 = a_1 \sum_1^N y_u - a_2 \sum_1^k \sum_1^N x_{iu}^2 y_u;$$

$$b_i = a_3 \sum_1^N x_{iu} y_u;$$

$$b_{ij} = a_4 \sum_1^N x_{iu} x_{ju} y_u;$$

$$b_{ii} = a_5 \sum_1^N x_{iu}^2 y_u + a_6 \sum_1^k \sum_1^N x_{iu}^2 y_u - a_7 \sum_1^N y_u,$$

где $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ и a_7 – коэффициенты, значения которых выбирают из [2, табл. 3.22] с учетом числа факторов k .

Числовые значения коэффициентов:

$$b_0 = 12; \quad b_{12} = -1,065;$$

$$b_1 = -0,011; \quad b_{11} = -1,1396;$$

$$b_2 = 0,081; \quad b_{22} = -2,191.$$

Уравнение математической модели имеет вид

$$\hat{y} = 12 - 0,011x_1 + 0,081x_2 - 1,065x_1x_2 - 1,396x_1^2 - 2,191x_2^2.$$

После проверки значимости коэффициентов регрессии и отсеивания незначимых математическая модель принимает вид

$$\hat{y} = 12 - 1,065x_1x_2 - 1,396x_1^2 - 2,191x_2^2.$$

Проверка на адекватность по критерию Фишера показала, что

$$F_{\text{расч}} = \frac{S_a^2}{S_{\{y\}}^2} = \frac{0,727}{0,135} = 5,385;$$

$$F_{\text{табл}} = 6,59;$$

$F_{\text{табл}} > F_{\text{расч}}$, следовательно, полученное уравнение адекватно описывает процесс УЗС кожи СК-8.

1.10.6. Построение графических зависимостей

Для построения сечений поверхности отклика необходимо произвести каноническое преобразование полученного уравнения.

Сначала определяем координаты нового центра. Для этого математическую модель дифференцируем и производные приравниваем нулю:

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial x_1} = -1,065x_2 - 2,792x_1 = 0; \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} = -1,065x_1 - 4,382x_2 = 0. \end{cases}$$

Решив систему уравнений, получили координаты точки S :

$$x_{1S} = 0,093; \quad x_{2S} = 0,023.$$

После постановки значений x_{1S} и x_{2S} в математическую модель получили значение критерия оптимизации в новом центре: $Y_S = 12$ кгс/см, т. е. новый центр практически совпадает со старым.

Итак, получили:

$$Y_S = 12 - 1,065x_1x_2 - 1,396x_1^2 - 2,191x_2^2.$$

Следующим шагом является определение угла поворота координат в новом центре по соотношению

$$\operatorname{tg}2a = \frac{b_{12}}{b_{11} - b_{22}},$$

где a – угол поворота осей; b_{12} , b_{11} и b_{22} – коэффициенты регрессии рассматриваемого уравнения.

$$\operatorname{tg}2a = \frac{-1,065}{-1,396 + 2,191} = -1,3396.$$

Отсюда $2a = -53^\circ 15'$ и $a = -26^\circ 33'$.

Поворот осей происходит по часовой стрелке на угол $26^\circ 33'$, так как угол имеет отрицательный знак.

Коэффициенты регрессии в канонической форме определяются из следующих уравнений:

$$B_{11} = b_{11}\cos^2 a + b_{12}\sin a \cos a + b_{22}\sin^2 a;$$

$$B_{22} = b_{11}\sin^2 a + b_{12}\sin a \cos a + b_{22}\cos^2 a;$$

$$B_{12} = 2(b_{22} - b_{11})\sin a \cos a + b_{12}(\cos^2 a - \sin^2 a) = 0;$$

$$B_{11} = -1,396 \cdot 0,2 - 1,065 \cdot 0,447 \cdot 0,8953 - 2,191 \cdot 0,2 = -1,984;$$

$$B_{22} = -1,396 \cdot 0,2 + 1,065 \cdot 0,447 \cdot 0,8953 - 2,191 \cdot 0,2 = -1,61;$$

$$B_{12} = 2(-2,191 + 1,396)0,447 \cdot 0,8953 - 1,065(-0,802 + 0,2) = 0.$$

В итоге получили следующее каноническое уравнение:

$$y - 12 = -1,984x_1^2 - 1,61x_2^2.$$

Проверка подтверждает точность расчетов:

$$-1,396 - 2,191 = -1,984 - 1,61.$$

Канонические коэффициенты регрессии имеют одинаковые знаки, поэтому двумерные сечения представляют собой эллипсы. Для построения линий двумерного сечения, используя каноническое уравнение, кривые сечений находятся с помощью стандартного уравнения:

$$\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{x_2^2}{b^2} = 1.$$

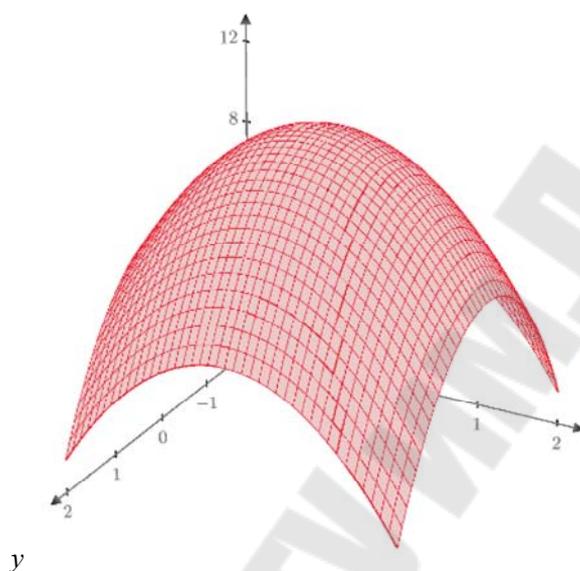


Рис. 1.7. Поверхность отклика

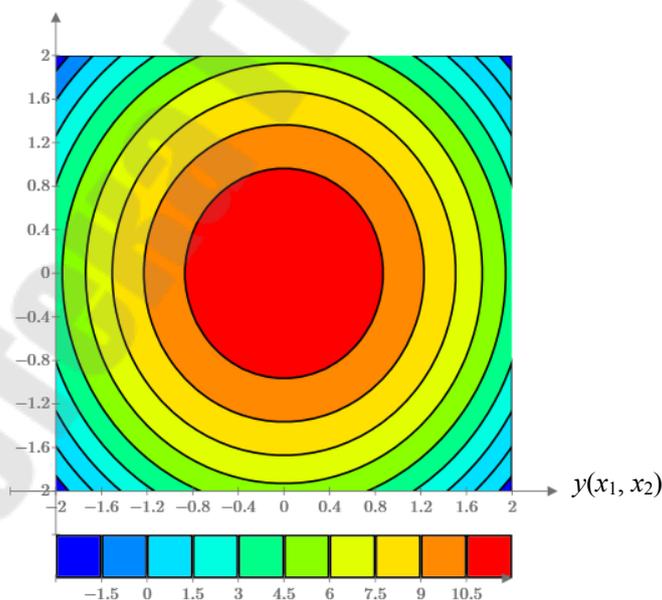


Рис. 1.8. Двумерные сечения поверхности отклика

Поверхность отклика и двумерные сечения представлены на рис. 1.7 и 1.8.

ГЛАВА 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТОВ ПРОГРАММ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ

2.1. Возможности математического пакета SciLab

Рассмотрим интерфейс пакета *SciLab*. Включает режимы работы, закрепление окон за режимами:

- командный режим – командное окно (*SciLab Consol*);
- программный режим – окно редактора *SciNotes*;
- графический режим – окно редактирования графиков;
- режим демонстрации – окно демонстрационных примеров.

Символ стрелки в окне команд показывает, что система готова к диалогу с пользователем. Командная строка может содержать одну или несколько команд, она завершается нажатием клавиши «*Enter*». Строка реакции системы называется строкой вывода, она показывает результаты выполнения команды. Отработанная командная строка не может быть выполнена повторно путем возвращения в нее курсора мыши в командном окне.

Для нового выполнения команды она должна быть вызвана из стека команд нажатием клавиш ↑ или ↓. Стек или «история» команд сохраняет команды текущего и предыдущего сеансов работы с системой. Стек команд выводится в окне «Журнал команд», из которого она может быть скопирована в командное окно через буфер обмена.

Содержимое командного окна сохраняется до завершения работы пакета *SciLab* или до применения команды меню «Настройки – Очистить командное окно».

Содержимое стека команд сохраняется до выхода перезагрузки операционной системы или до применения команды меню «Настройки – Очистить журнал команд».

Результаты выполненных вычислений могут быть сохранены только как текущие значения переменных с помощью команды «Файл – Сохранить окружение».

SCE-файл представляет собой программу, состоящую из команд и выражений системы *SciLab*, хранящуюся на диске в виде файла с типом *.sce*.

Создать новый *SCE*-файл можно с помощью команд основного меню «Инструменты – Текстовый редактор *Sce-Notes*».

Оператор присваивания обозначается символом «=». Строка вывода показывает результаты выполнения команды либо в стандартной переменной ответа *ans*, либо в переменной, заданной пользователем. Переменная *ans* хранится в памяти и может использоваться в дальнейших вычислениях.

Выражения или команды в строке разделяются символами «,» или «;». Отсутствие разделителя между командами равносильно запятой.

Результат вычисления выражения или команды, за которой следует запятая, выводится на экран в строку вывода. Результат вычисления выражения или команды, за которой следует точка с запятой, на экран не выводится, но сохраняется в памяти.

Если выражение не помещается в одной командной строке, то его можно перенести на следующую строку, а предыдущую закончить тремя точками.

Для создания регулярных массивов (упорядоченной по возрастанию или по убыванию последовательности значения с постоянным шагом) используется команда « X_N :ШАГ: X_K », где X_N – начальное значение массива; ШАГ – шаг изменения значений массива; X_K – конечное значение массива (рис. 2.1).

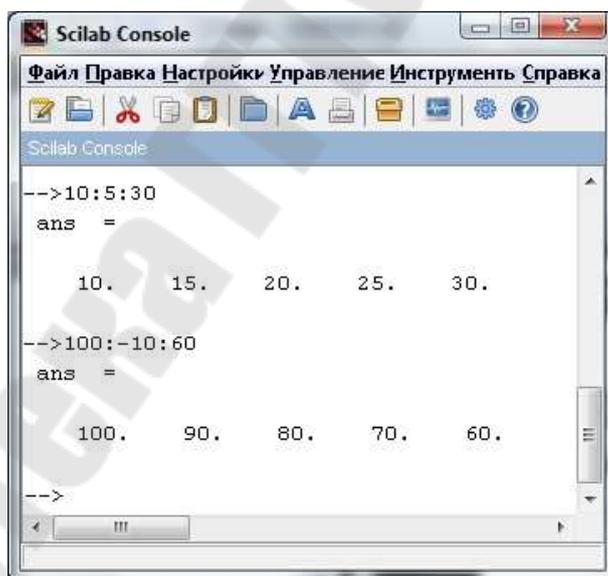


Рис. 2.1. Пример создания регулярного массива [4]

Функция $rand(M,N)$ – формирует прямоугольную матрицу размерностью $M \times N$, элементами которой являются случайные числа в интервале (0.0; 1.0), функция $rand$ без параметров формирует одно случайное число в том же интервале (рис. 2.2).

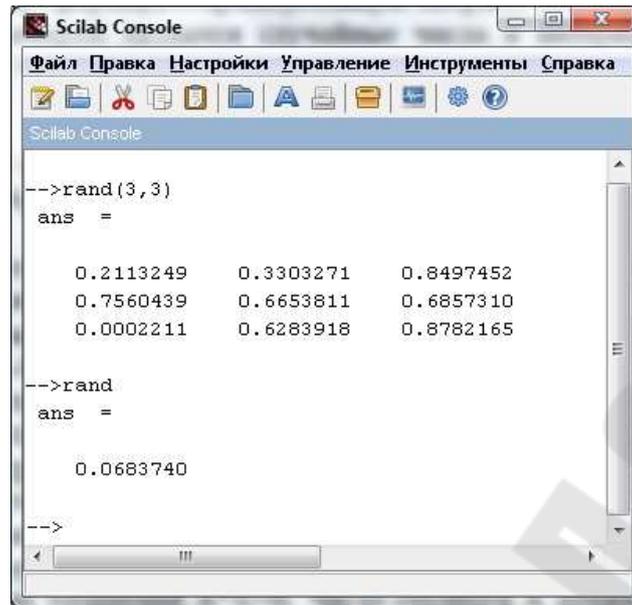


Рис. 2.2. Пример формирования матрицы [4]

Функция $ones(M,N)$ формирует единичную матрицу размерностью $M \times N$. Функция $zeros(M,N)$ формирует матрицу размерностью $M \times N$, состоящую из нулей. Функция $diag(V)$ создает диагональную матрицу, в которой элементы вектора V являются элементами главной диагонали.

Рассмотрим матричные арифметические операции:

– $A+B$ – матричное сложение;

– $A-B$ – матричное вычитание,

где A и B – оба операнда этой операции должны иметь одинаковую размерность, если они являются матрицами;

– $A*B$ – матричное умножение,

где один из операндов может быть скалярной величиной. Операция выполняется по правилам матричного умножения, число столбцов матрицы A должно быть равно числу строк матрицы B ;

– $A \setminus B$ – левое деление матриц; осуществляет решение системы линейных алгебраических уравнений

$$A*X=B,$$

где число столбцов A должно быть равно числу строк B ;

– A/B – правое деление матриц; осуществляет решение системы линейных алгебраических уравнений:

$$X*A=B;$$

– X^P – возведение матрицы в степень; данная операция при скалярном значении P возводит квадратную матрицу X в степень P .

Если X – скалярная величина, а P – квадратная матрица, то X^P возводит X в матричную степень P . Эта операция является ошибочной, если оба операнда – матрицы.

Операции, которые выполняются над каждым элементом матрицы:

$.*$ – поэлементное матричное умножение;

\backslash – поэлементное левое деление матриц;

$./$ – поэлементное правое деление матриц;

$.^$ – поэлементное возведение матрицы в степень.

Оба операнда этих операций должны иметь одинаковую размерность, или один из них должен являться скалярной величиной.

Операция «апостроф» $'$ вычисляет комплексно сопряженную транспонированную матрицу.

Операция «точка апостроф» $.'$ вычисляет транспонированную матрицу (рис. 2.3).

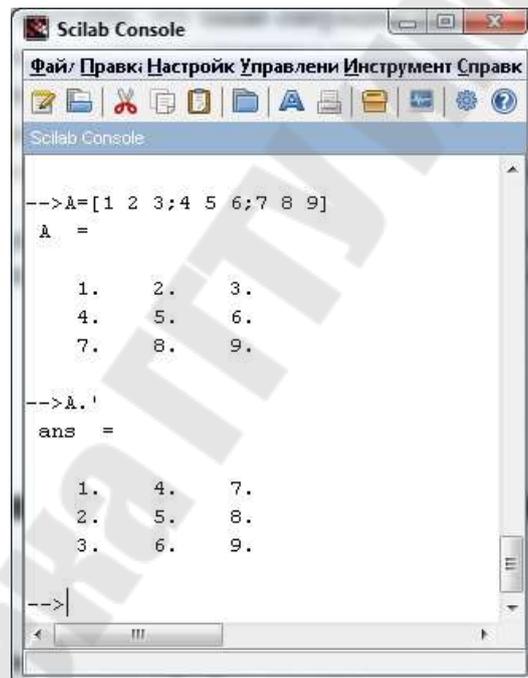


Рис. 2.3. Пример вычисления транспонированной матрицы [4]

Функции, позволяющие вычислять различные характеристики матриц:

– $\det(A)$ – вычисление определителя матрицы;

– $\text{trace}(A)$ – вычисление следа матрицы;

– $\text{rank}(A)$ – вычисление ранга матрицы;

– $\text{inv}(A)$ – вычисление обратной матрицы.

Операции над массивами (матрицами):

- $max(A)$ – вычисление максимального элемента массива;
- $min(A)$ – вычисление минимального элемента массива;
- $sum(A)$ – вычисление суммы элементов массива;
- $prod(A)$ – вычисление произведения элементов массива;
- $mean(A)$ – вычисление среднего значения элементов массива.

Решение линейных уравнений и систем

Нахождение корней полинома выполняется с помощью функции *roots*:

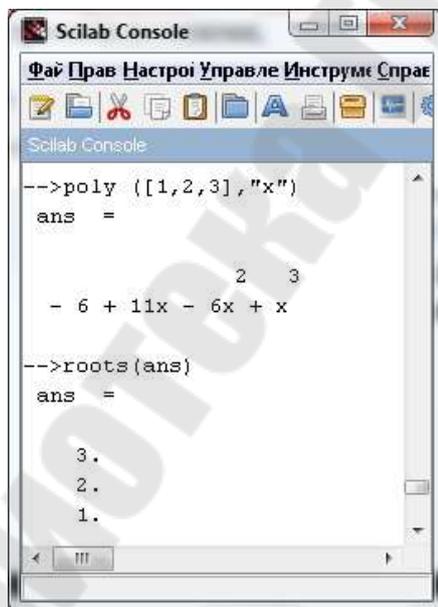
$$x=roots(p),$$

где p – полином, корни которого необходимо найти.

Полином описывается с помощью функции

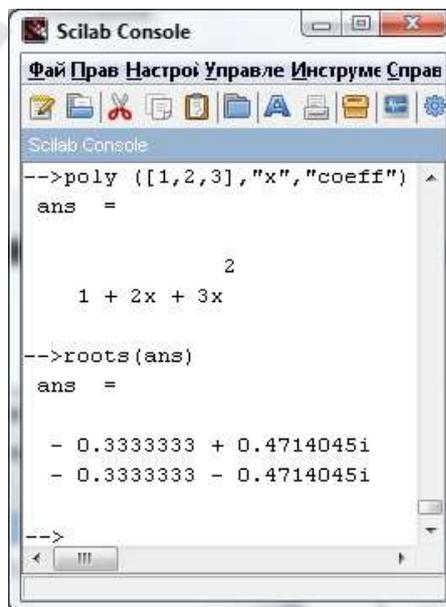
$$p=poly(A,vname, ["flag"]),$$

где A – матрица или действительное число; $vname$ – строковое или символьное название переменной, используемое для построения полинома; *"flag"* – строковая константа. Принимает значение *"roots"* (по умолчанию) – и в этом случае значения матрицы A будут рассмотрены как корни, значение *"coeff"* – значения матрицы A будут рассмотрены как коэффициенты полинома, заданные от младшей степени к старшей (рис. 2.4).



```
Scilab Console
Фай Прав Настрої Управле Инструме Спрае
Scilab Console
-->poly ([1,2,3], "x")
ans =
      2  3
- 6 + 11x - 6x + x
-->roots (ans)
ans =
  3.
  2.
  1.
```

а)



```
Scilab Console
Фай Прав Настрої Управле Инструме Спрае
Scilab Console
-->poly ([1,2,3], "x", "coeff")
ans =
      2
  1 + 2x + 3x
-->roots (ans)
ans =
- 0.3333333 + 0.4714045i
- 0.3333333 - 0.4714045i
```

б)

Рис. 2.4. Примеры нахождения корней уравнения [4]:

а – результат в виде вещественных корней;

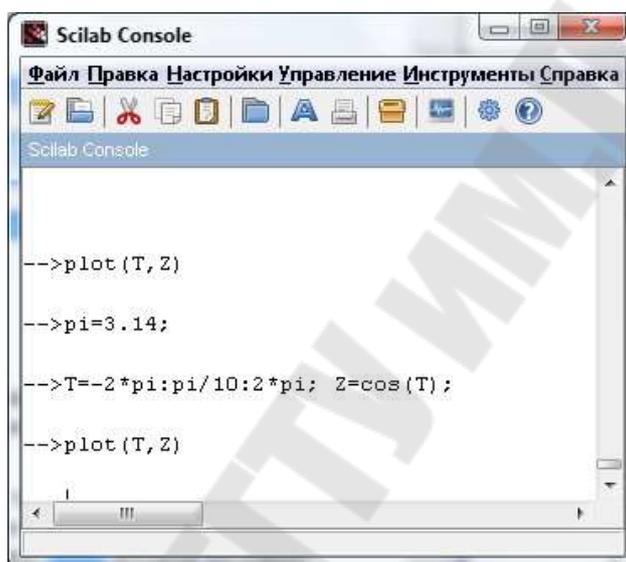
б – результат в виде комплексных корней

Графические возможности

Графические объекты в *Scilab* строятся в специальном графическом окне (*figure*). Для перехода к имеющемуся окну с номером N или открытия нового графического окна необходимо ввести команду $figure(N)$.

Первое обращение к графической команде автоматически вызывает появление графического окна, которому присваивается нулевой номер.

Для построения графиков функций одной переменной в декартовой системе координат используется функция $plot(X,Y)$, которая строит график функции, координаты точек которой берутся из векторов одинакового размера X и Y (рис. 2.5, 2.6).



```
Scilab Console
Файл  Правка  Настройки  Управление  Инструменты  Справка
Scilab Console
-->plot (T, Z)
-->pi=3.14;
-->T=-2*pi:pi/10:2*pi; Z=cos(T);
-->plot (T, Z)
```

Рис. 2.5. Пример использования функции $plot(X,Y)$ [4]

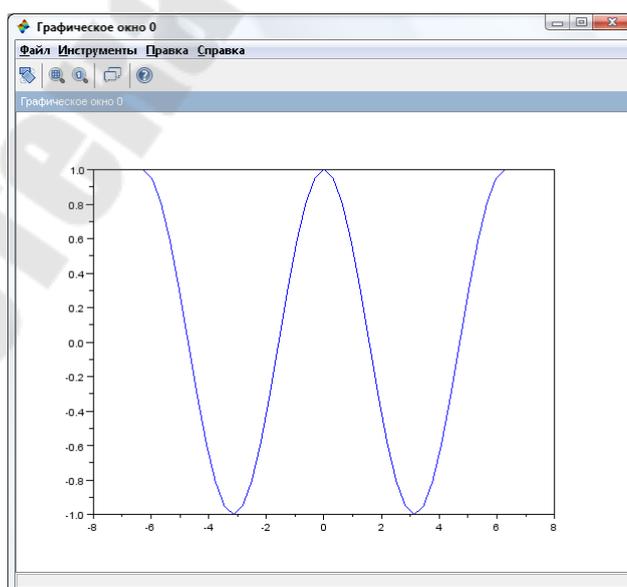


Рис. 2.6. Пример двумерного графика [4]

Если X или Y – матрица, то строится семейство графиков по данным, содержащимся в столбцах матрицы.

Функция $plot(Y)$ – строит график зависимости, значения ординат которой берутся из вектора Y , а значения абсцисс представляют собой индексы соответствующих элементов вектора.

Функция $plot(X,Y,S)$ – аналогична команде $plot(X,Y)$, в которой формат линии графика можно задавать с помощью строковой константы S . Символы, которые могут использоваться в параметре S , приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Символы, определяющие формат линий графика

Тип линии		Тип маркера		Цвет линии	
-	Сплошная	.	Точка	<i>y</i>	Желтый
:	Двойной пунктир	<i>o</i>	Окружность	<i>m</i>	Фиолетовый
-.	Штрих-пунктир	<i>x</i>	Крест	<i>c</i>	Голубой
--	Штриховая	+	Плюс	<i>r</i>	Красный
—	—	*	Звездочка	<i>g</i>	Зеленый
—	—	<i>s</i>	Квадрат	<i>b</i>	Синий
—	—	<i>d</i>	Ромб	<i>w</i>	Белый
—	—	<i>v</i>	Треугольник вниз	<i>k</i>	Черный

Функция $plot(X1,Y1,S1,X2,Y2,S2,...)$ – строит графики нескольких функций на одном рисунке, где $X1,Y1$ – абсциссы и ординаты первой кривой; $X2,Y2$ – абсциссы и ординаты второй кривой и т. д. Параметры $S1,S2$ и т. д. позволяют задать стиль линий графиков (рис. 2.7).

Для создания в графическом окне нескольких графических областей для вывода графиков применяется команда $subplot(m, n, p)$, где m – число областей по вертикали; n – число областей по горизонтали; p – номер области, в которую будет выводиться текущий график.

Перед построением графиков функций двух переменных в декартовой системе координат используется выражение $[X,Y]=meshgrid(x,y)$, которое преобразует векторы x и y в матрицы X и Y . Данные матрицы могут быть использованы для вычисления функции двух переменных и построения трехмерных графиков.

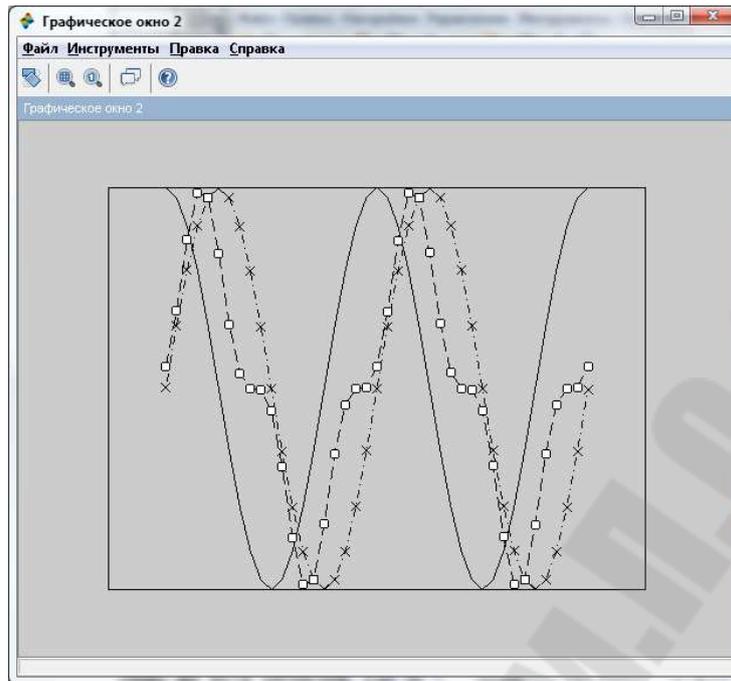


Рис. 2.7. Пример создания семейства графиков [4]

Строки выходного массива X являются копиями вектора x , столбцы матрицы Y – копиями вектора y . Например, выражение $[X,Y]=meshgrid([1\ 3\ 5],[4\ 6\ 8])$ создаст матрицы:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 1 & 3 & 5 \\ 1 & 3 & 5 \end{bmatrix} \quad \text{и} \quad Y = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 \\ 8 & 6 & 6 \\ 1 & 8 & 8 \end{bmatrix}.$$

Для построения графиков поверхностей используются следующие команды:

– $plot3d(x,y,z,[theta,alpha,leg,flag,ebox][keyn=valuen])$ – строит поверхность и заливает ее одним цветом;

– $plot3d1(x,y,z,[theta,alpha,leg,flag,ebox][keyn=valuen])$ – строит поверхность, каждая ячейка которой заливается цветом, зависящим от значения функции;

– $plot3d2(x,y,z,[theta,alpha,leg,flag,ebox][keyn=valuen])$ – строит тело, заданное гранями, и заливает его одним цветом;

– $plot3d3(x,y,z,[theta,alpha,leg,flag,ebox][keyn=valuen])$ строит тело, заданное гранями, и заливает его цветом, зависящим от значения функции.

Указанные выше команды используют следующие параметры:

– X, Y, Z – матрицы одинакового размера;

– $theta, alpha$ – действительные числа, определяющие угол зрения;

- *leg* – символы, разделяемые знаком @; определяют подписи координатных осей;
- *flag* – массив, состоящий из трех целочисленных параметров: $[mode, type, box]$;
- *mode* – устанавливает цвет поверхности;
- *type* – масштаб графика;
- *type* = 0 – масштаб как у предыдущего графика;
- *type* = 1 – определяется вручную параметрами *ebox*;
- *type* = 2 – границы; определяются значениями параметров;
- *box* – определяет наличие рамки вокруг графика;
- *box* = 0 и 1 – нет рамки;
- *box* = 2 – только оси, находящиеся за поверхностью;
- *box* = 3 – рамка и подписи осей;
- *box* = 4 – рамка оси и подписи;
- *ebox* – определяет границы, в которых выводится график $[xmin, xmax, ymin, ymax, zmin, zmax]$.
- *keyn* – формат графика; аналогично двумерным.

Команда `surf([X,Y],Z,[color,keyn=valuen])` строит сетчатую поверхность, окрашенную произвольным образом, при этом X, Y – массивы одинаковой размерности; Z – матрица значений функции; *color* – матрица действительных чисел, определяющая цвет каждого узла графика.

Команда `mesh([X,Y],Z,[color,])` строит поверхность, каждая ячейка которой заливается цветом, зависящим от значения функции (рис. 2.8).

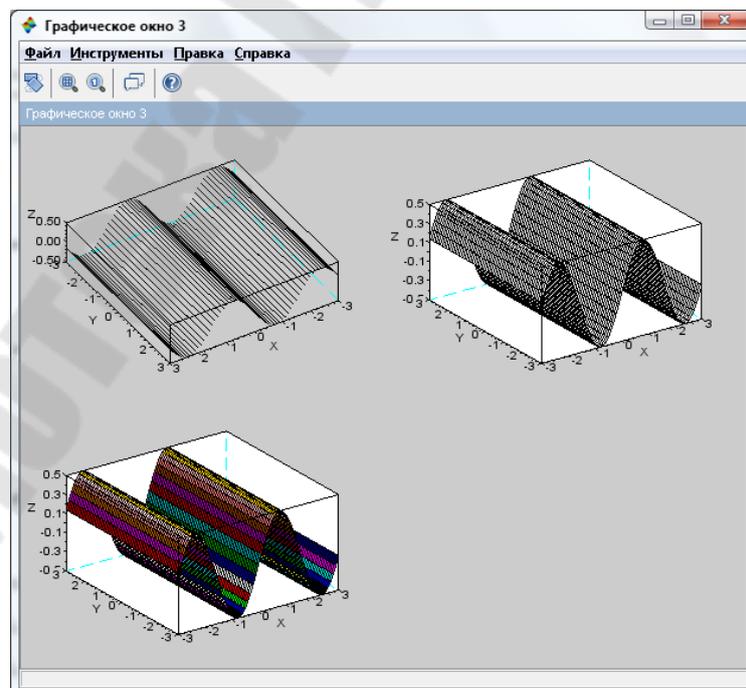


Рис. 2.8. Пример создания поверхностей [4]

Команда $param3d(x,y,z,[theta,alpha,leg,flag,ebox])$ строит параметрическую кривую.

Команда $param3d1(x,y,list(z,colors),[theta,alpha,leg,flag,ebox])$ строит параметрическую кривую, каждый фрагмент которой окрашен заданным цветом.

Параметрическая функция задается через значения некоторого параметра. Например, выражения ниже построят контурную поверхность (z – значение, заданное с помощью пользовательской функции; nz – количество изолиний):

$$x = \sin(t);$$

$$y = \sin(2t);$$

$$z = t = 10;$$

$contour(x,y,z,nz[theta,alpha,leg,flag,ebox,zlev])$.

2.2. Возможности математического пакета MathCAD

Математический пакет *MathCAD* – это программная среда для научных и инженерных расчетов, которая позволяет работать с формулами, числами, текстом и графиками. С помощью *MathCAD* можно решать математические задачи аналитически или численно. Отличительной особенностью математического редактора, входящего в состав пакета, является возможность записывать на экране компьютера формулы в их привычном виде.

При запуске системы *MathCAD* появляется основное окно, которое обычно содержит три панели (стандартную, форматирования текста, математическую) и рабочую область с автоматически созданным листом вычислений.

На математической панели находятся кнопки, при нажатии на которые открываются дополнительные панели с шаблонами ввода различных выражений:

- *Calculator* (знаки некоторых основных функций и операций);
- *Calculus* (шаблоны операций интегрирования, дифференцирования, пределов и др.);
- *Evaluation* (операторы присваивания и вычисления);
- *Graph* (графики);
- *Greek* (символы греческого алфавита);

– *Matrix* (операции векторного и скалярного произведений, транспонирования, векторной суммы, вычисления определителя матрицы);

– *Programming* (элементы программирования);

– *Boolean* (логические операции);

– *Symbolic* (различного рода аналитические преобразования).

Включать и отключать панели также можно из верхнего меню в разделе *View\Toolbars* или «*Просмотр\Панели*».

На лист вычислений должны записываться все выражения и формулы, с которыми идет работа, также можно вставлять текст и графические изображения. *MathCAD* может одновременно работать с несколькими листами. Создание нового листа осуществляется из верхнего меню – *File\New* или «*Файл\Новый*». Загрузить уже имеющийся лист – *File\Open* или «*Файл\Открыть*».

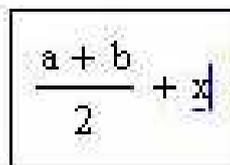
Сохранить созданный лист – *File\Save* или «*Файл\Сохранить*». Переключение между загруженными листами – комбинация клавиш *Ctrl-F6*.

Любая формула может быть записана в любом месте листа. Необходимо щелкнуть мышью в предполагаемой точке ввода формулы, там должен появиться указатель ввода – крест. Ввод обычно производится как с клавиатуры, так и с помощью мыши. С клавиатуры всегда вводятся числа и имена переменных.

Знаки арифметических операций и названия функций обычно также вводятся с клавиатуры или из панелей, открывающихся при нажатии различных кнопок математической панели.

Необязательно запоминать приведенные ниже комбинации клавиш, поскольку эти и остальные шаблоны доступны из панелей, открывающихся при нажатии различных кнопок математической панели.

Во время ввода или редактирования формулы *MathCAD* обводит ее рамкой (рис. 2.9).



The image shows a rectangular input box containing the mathematical expression $\frac{a+b}{2} + x$. A vertical cursor is positioned at the end of the expression, indicating the current point of input.

Рис. 2.9. Пример ввода формулы

Наиболее частая ошибка заключается в том, что в процессе ввода формулы пользователь неосторожно выходит из указанной рамки ввода (при этом рамка исчезает и в рабочей области появляется

указатель ввода – крест) и все равно продолжает ввод. При этом на листе вместо одной обычно оказываются две формулы, каждая из которых – лишь часть требуемой. Проблема в том, что визуально эти две формулы могут находиться близко друг к другу и выглядеть как единое целое, но это не так. Единственный способ проверить целостность формулы – щелкнуть по ней мышью. Если все правильно, то в рамке ввода окажется вся формула.

При наборе выражения можно последовательно отменять произведенные действия, нажимая комбинацию клавиш *Ctrl-Z*. Однако следует учесть, что в младших версиях *MathCAD* (до *MathCAD 11*) отмена возможна только до выхода из рамки ввода. Закончить ввод формулы можно, либо нажав клавиши *Enter* или *Tab*, либо щелкнув мышью где-нибудь вне рамки ввода формулы.

Если при вводе выражения произошла какая-либо ошибка, то ошибочный фрагмент будет автоматически выделен красным цветом.

Для удаления формулы достаточно выделить ее (например, щелкнув мышью) и нажать комбинацию клавиш *Ctrl-D*. Для перемещения формулы необходимо выделить ее и, ухватившись мышью за появившуюся рамку ввода, переместить. Можно одновременно перемещать блок формул, который необходимо предварительно выделить методом протягивания.

При вводе формул часто возникает необходимость применить какую-либо операцию не к одному элементу выражения, а к некоторой его части из нескольких элементов. Например, необходимо ввести выражение вида $\frac{a+b}{2}$. После ввода последовательности «a+b» формула приобретет вид $a + \underline{b}$. Курсор подчеркивает символ «b», поэтому если сразу ввести символ деления и затем цифру, то будет введено выражение $a + \frac{b}{2}$. Потому после ввода «a+b» следует перевести курсор на более низкий уровень, нажав клавишу «пробел». Тогда выражение принимает вид $\underline{a+b}$, и если далее ввести символ деления и цифру, то будет получена требуемая формула.

Смена уровня ввода с помощью клавиши «пробел» наиболее часто требуется при наборе выражений со степенями, например $A^{-1}B$.

Чтобы вставить текст, необходимо щелкнуть мышью в той точке листа, где необходим текст, и выполнить команду верхнего меню *Insert\Text Region* или «Вставка\Текстовый регион». Появится рамка, в которую можно ввести текст. При этом иногда возникает необходи-

мость сменить шрифт для правильного отображения русских букв – это можно сделать с помощью списка шрифтов на панели форматирования.

Вставку рисунка проще всего осуществить через буфер обмена. Предварительно необходимо поместить изображение в буфер (например, с помощью графического редактора *Paint*), затем вернуться в *MathCAD* и выполнить пункт верхнего меню *Edit\Paste* или «*Правка\Вставить*».

Переменные могут использоваться в выражениях *MathCAD* на тех же правах, что и числовые константы. Имена переменных могут включать латинские и греческие буквы, цифры, знаки подчеркивания и процента, а также вспомогательный индекс. Строчные и прописные буквы различаются, поэтому, например, x и X – две различные переменные.

Чтобы определить переменную, достаточно просто присвоить ей значение. Есть строгое правило порядка записи переменных и выражений с переменными: если в некотором выражении используется переменная, то эта переменная должна быть определена на листе *MathCAD* либо выше выражения, либо в той же строчке, но левее. Несоблюдение данного правила – одна из наиболее частых ошибок.

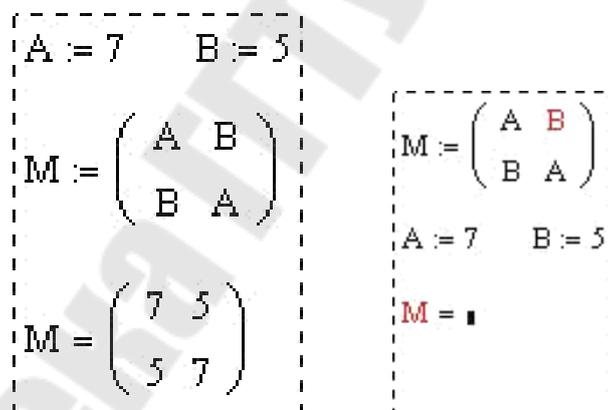


Рис. 2.10. Примеры правильной и неправильной последовательностей расположения формул

Значения переменных можно изменить в любой момент, отредактировав соответствующую формулу. При этом обычно автоматически пересчитываются все формулы, которые прямо или опосредованно зависят от данной переменной. Если же этого не происходит, то необходимо включить автовычисление с помощью верхнего меню *MathCAD* (п. *Math\Automatic calculation* или «*Математика\Автовычисление*»).

В вычислительных областях можно задавать данные, выражения, операторы и управляющие структуры. Все данные системы можно разделить на простые и структурированные. Простые данные представлены константами и переменными. Структурированные данные представлены дискретными переменными, массивами и файлами.

Константы – элементы данных, хранящие некоторые значения, которые не могут быть изменены. В *MathCad* используются:

- целые константы (123 –56 9000);
- вещественные (4.6 –98.56 $1.2 \cdot 10^{13}$);
- комплексные ($5+2.3i$ $9.4 - 3i$);
- зарезервированные константы (e, π , %);
- строковые константы («пример»).

Переменные – поименованные объекты, имеющие некоторые значения, которые могут изменяться в процессе выполнения документа.

Имена переменных в системе *MathCAD* могут содержать любые латинские и греческие буквы, а также цифры, они должны начинаться только с буквы. Строчные и прописные буквы в именах различаются. Имена должны быть уникальными, т. е. они не должны совпадать с именами встроенных или определенных пользователем функций. Примеры имен переменных: *A*, *f*, *k21*, *sum*, $\phi 5$.

Выражение – это совокупность данных, функций и математических объектов, связанных знаками операций. Выражения могут содержать скобки.

Операции, используемые в выражениях, можно разделить на арифметические и логические. Арифметические операции представлены в палитре арифметических операторов. Логические операции и операции отношения представлены в палитре логических операторов.

К базовым операторам системы относятся (рис. 2.11):

- оператор локального присваивания «:=»;
- оператор глобального присваивания «≡»;
- оператор вычисления и вывода «=».

Оператор локального присваивания «:=» распространяет свое действие на область документа, расположенную в строке и ниже места присваивания. Этот оператор выполняется так: идентификатору, стоящему в левой части оператора, присваивается вычисленное значение выражения, стоящего в правой части оператора.

Оператор глобального присваивания «≡» не зависит от места присвоения и распространяет свое действие на весь документ. Этот оператор выполняется точно так же как и оператор локального присваивания.

Оператор вычисления и вывода « \equiv » выводит вычисленное значение выражения, стоящего в его левой части, на экран.

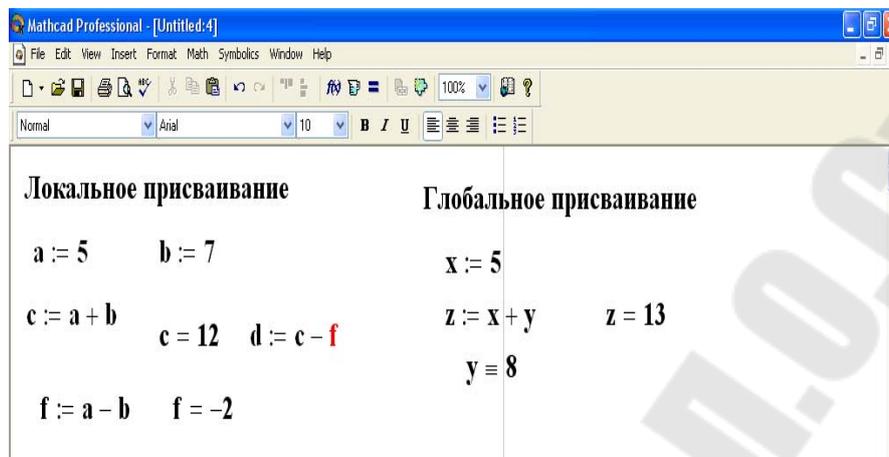


Рис. 2.11. Примеры операторов локального и глобального присваивания [5]

Функция – выражение, согласно которому проводятся некоторые вычисления с ее аргументами и определяется числовое значение. Функция имеет имя и может иметь список параметров.

Различают стандартные и пользовательские функции. Система *MathCAD* содержит большое количество стандартных функций, которые делятся на математические, функции обработки векторов и матриц, статистические и т. д.

К основным математическим функциям относятся следующие:
 – тригонометрические – $\sin(z)$, $\cos(z)$, $\tan(z)$, $\cot(z)$, $\csc(z)$, $\sec(z)$;
 – обратные тригонометрические – $\operatorname{asin}(z)$, $\operatorname{acos}(z)$, $\operatorname{atan}(z)$;
 – показательные и логарифмические – $\exp(z)$, $\ln(z)$, $\log(z)$.

Аргументы тригонометрических функций задаются в радианах. Обратные тригонометрические функции возвращают результат в радианах.

Для работы с пользовательскими функциями нужно сначала задать вид функции, а затем обращаться к ней нужное количество раз для вычисления результатов.

Общий вид описания функции следующий:

ИМЯ(СФП):=выражение,

где ИМЯ – имя функции; СФП – список формальных параметров функции.

При обращении к функции формальные параметры заменяются на фактические, т. е. на выражения, имеющие числовые значения. Например, $z(m,n):=m^2 + n^2$ – описание функции; $z(2,3) = 13$ – обращение к функции. Например, вычислить значение числового арифметического выражения $\sqrt[3]{\cos^2(0.8) + 2 \cdot \text{tg}(3.24)}$ (рис. 2.12).

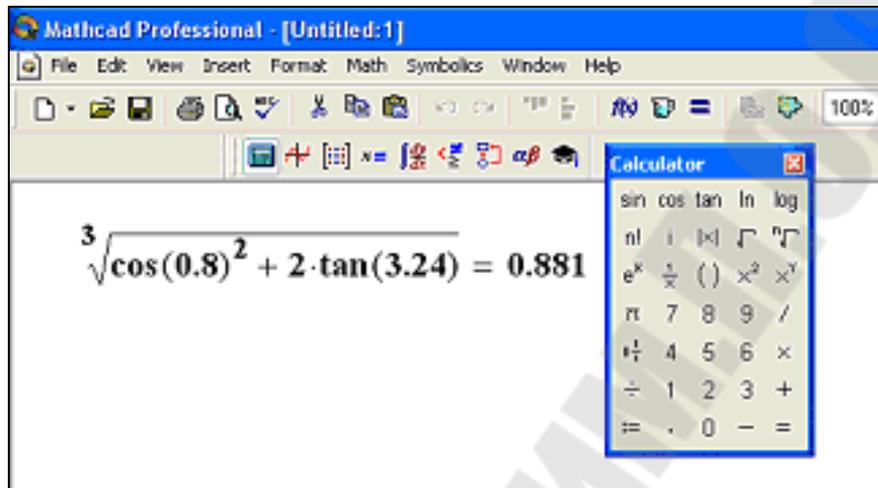


Рис. 2.12. Пример вычисления числового выражения [5]

Приведем пример вычисления арифметических выражений с использованием оператора присваивания (линейный алгоритм): вычислить значение функции $y = \left| \frac{\cos^2 x}{b \cdot x - a \cdot b \cdot c} \right|$ при $x = 51.6$, $a = 3.8$, $b = 0.14$, $c = 4.13$ (рис. 2.13).

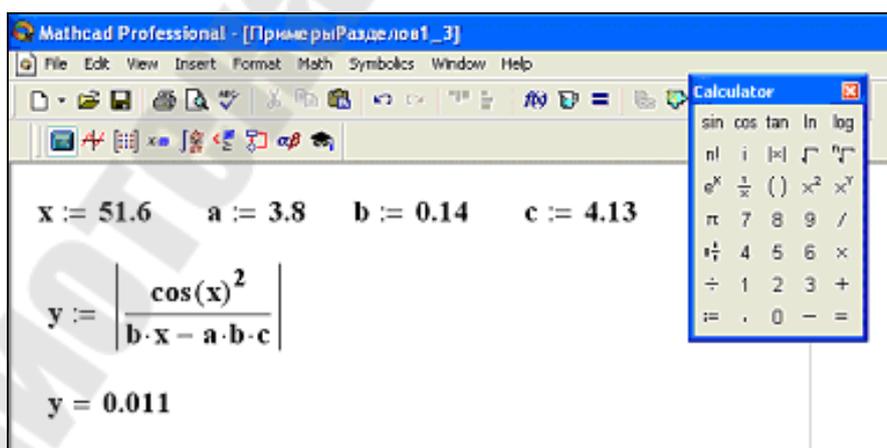


Рис. 2.13. Пример вычисления арифметического выражения [5]

Приведем пример создания пользовательских функций в *MathCAD* (рис. 2.14): создать функцию $Z(x, y) = e^{7,2xy} + \cos(x^2 + y)$ и вычислить ее значение в двух заданных точках (0.15, 1.01), (1.3, 1.81).

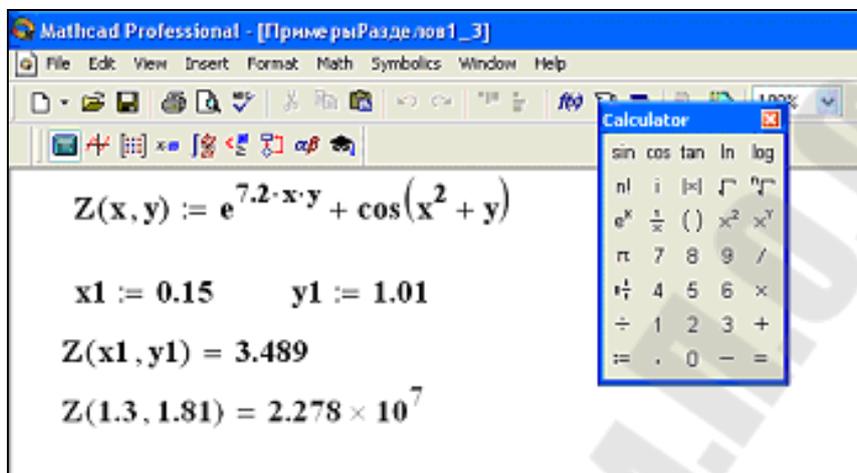


Рис. 2.14. Пример создания пользовательской функции [5]

В пакет *Mathcad* встроено несколько различных типов графиков, которые можно разбить на две большие группы:

- двумерные графики:
 - а) *XY* (декартов) график (*X-Y Plot*);
 - б) полярный график (*Polar Plot*);
- трехмерные графики:
 - а) график трехмерной поверхности (*Surface Plot*);
 - б) график линий уровня (*Contour Plot*);
 - в) трехмерная гистограмма (*3D Bar Plot*);
 - г) трехмерное множество точек (*3D Scatter Plot*);
 - д) векторное поле (*Vector Field Plot*).

Деление графиков на типы несколько условно, так как управляя установками многочисленных параметров, можно создавать комбинации типов графиков, а также новые типы (например, двумерная гистограмма распределения является разновидностью простого *XY*-графика).

Все графики создаются совершенно одинаково с помощью панели инструментов *Graph*, различия обусловлены отображаемыми данными.

Чтобы создать график, например, двумерный декартов:

- 1) поместите курсор ввода в то место документа, куда требуется вставить график;
- 2) если на экране нет панели *Graph*, вызовите ее нажатием кнопки с изображением графиков на панели *Math*;

3) нажмите на панели *Graph* кнопку *X-Y Plot* для создания декартова графика (рис. 2.15) или другую кнопку для иного желаемого типа графика.

4) в результате в обозначенном месте документа появится пустая область графика с одним или несколькими местозаполнителями (рис. 2.15, слева). Введите в местозаполнители имена переменных или функций, которые должны быть изображены на графике. В случае декартова графика это два местозаполнителя данных, откладываемых по осям x и y .

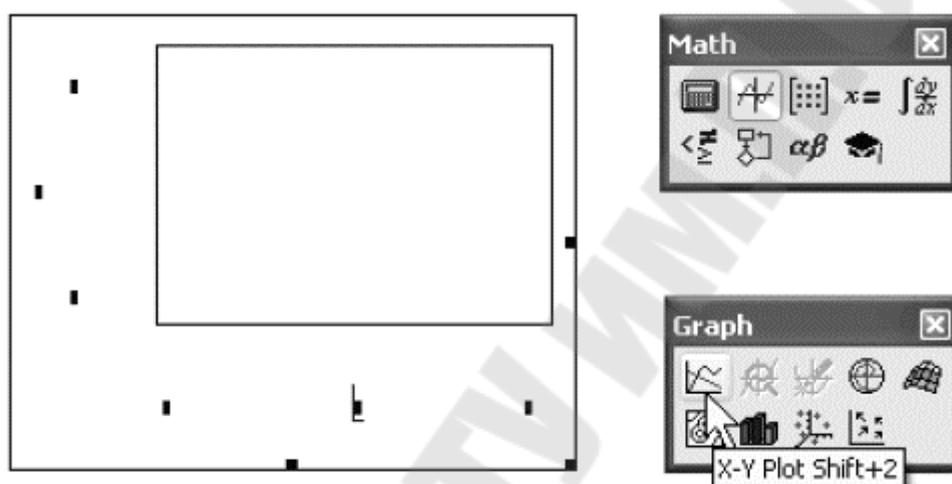


Рис. 2.15. Создание декартова графика при помощи панели *Graph*

Если имена данных введены правильно, нужный график появится на экране. Созданный график можно изменить, меняя сами данные, форматировав его внешний вид или добавляя дополнительные элементы оформления.

Самый наглядный способ создания графика – с помощью панели инструментов *Graph*. Однако точно так же создаются графики путем выбора соответствующего элемента подменю *Insert|Graph*, показанного на рис. 2.16, либо нажатием соответствующей типу графика горячей клавиши.

Чтобы удалить график, щелкните в его пределах и выберите в верхнем меню *Edit* команду *Cut* или *Delete*.

К двумерным графикам относят графики в декартовой и полярной системах координат. Созданный однажды график некоторого типа нельзя переделать в график другого типа (в отличие от трехмерных графиков). Для построения XY -графика необходимы два ряда данных, откладываемых по осям x и y .

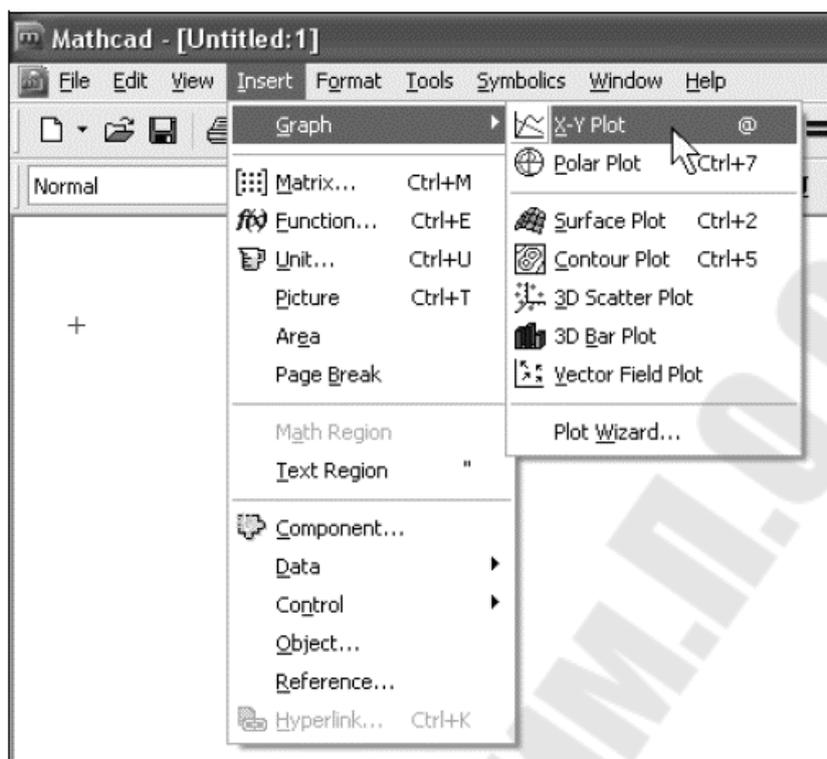


Рис. 2.16. Создание графика посредством меню [5]

Самый простой и наглядный способ получить декартов график – это сформировать два вектора данных, которые будут отложены вдоль осей x и y . Последовательность построения графика двух векторов x и y показана на рис. 2.17.

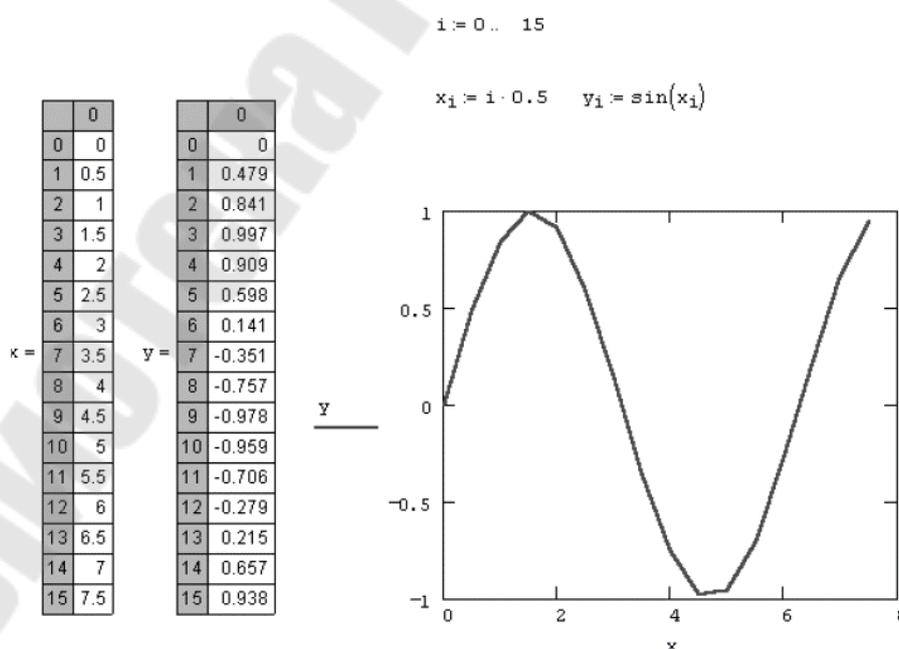


Рис. 2.17. XY-график двух векторов [5]

В этом случае в местозаполнители возле осей вводятся просто имена векторов. Также допускается откладывать по осям элементы векторов, т. е. вводить в местозаполнители возле осей имена x_A и y_A соответственно (рис. 2.18). В результате получается график, на котором отложены точки, соответствующие парам элементов векторов, соединенные отрезками прямых линий. Образованная ими ломаная называется рядом данных или кривой (*trace*).

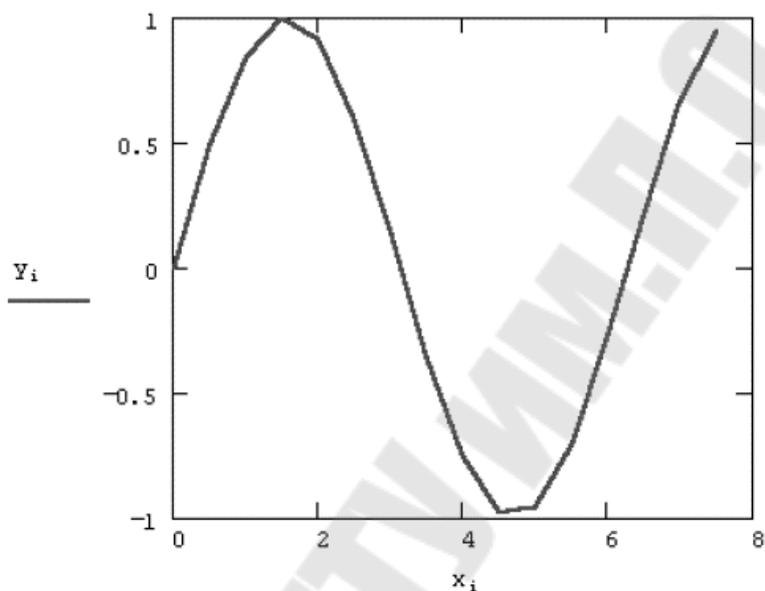


Рис. 2.18. XY-график двух векторов, заданных элементами

Стоит отметить, что подобным образом легко создать и XY-график столбцов или строк матрицы, применяя оператор выделения столбца и откладывая соответствующие выражения по осям графика.

В качестве переменных, откладываемых по любой из осей, можно использовать ранжированную переменную (рис. 2.19). При этом по другой оси должно быть отложено либо выражение, явно содержащее саму ранжированную переменную, либо элемент вектора с индексом по этой ранжированной переменной, но никак не сам вектор.

Нарисовать график любой скалярной функции $f(x)$ можно двумя способами. Первый заключается в дискретизации значений функции, присвоении этих значений вектору и прорисовке графика вектора. Собственно, так и были получены графики синуса на рис. 2.19.

Второй, более простой способ, называемый быстрым построением графика, заключается во введении функции в один из местозаполнителей (например, для оси y), а имени аргумента – в местозаполнитель y другой оси (рис. 2.20). В результате *Mathcad* сам создает

график функции в пределах значений аргумента, по умолчанию принятых равными от -10 до 10 . Разумеется, впоследствии можно поменять диапазон значений аргумента, и график автоматически подстроится под него.

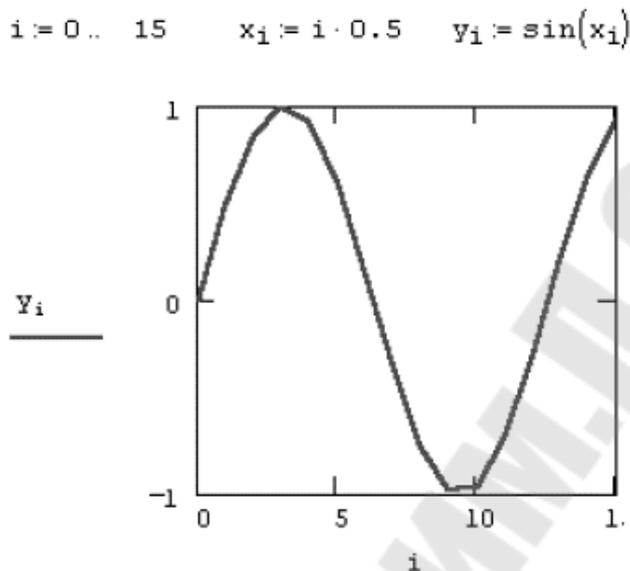


Рис. 2.19. Графики вектора и ранжированной переменной

Необходимо заметить, что если переменной аргумента функции было присвоено некоторое значение до построения в документе графика, то вместо быстрого построения графика будет нарисована зависимость функции с учетом этого значения. Примеры двух таких графиков приведены на рис. 2,19, 2.20.

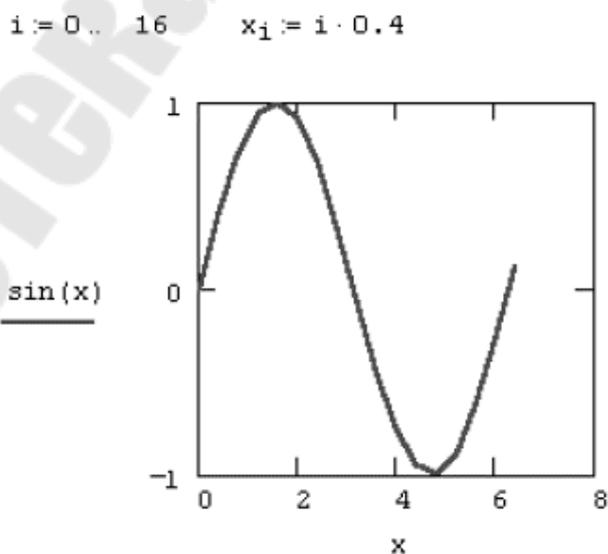


Рис. 2.20. График функции от векторного аргумента

Описанным способом будет создано несколько зависимостей, относящихся к одному аргументу. На рис. 2.22 построены графики пар точек $y(x_i)$ и $\cos(x_i)$ одного и того же аргумента – элементов вектора x_i . Об этом говорит единственная метка x у оси абсцисс. Вместе с тем имеется возможность отображения на одном и том же графике зависимостей разных аргументов. Для этого достаточно расставить по очереди метки всех зависимостей у обеих осей.

Например, чтобы вместо второго (пунктирного) графика на рис. 2.2 построить график не $\cos(x_i)$, а график параметрической зависимости $\cos(\sin(x_i))$, достаточно добавлением клавиши с запятой еще одну метку, на этот раз оси x , и ввести в нее выражение $\sin(x)$.

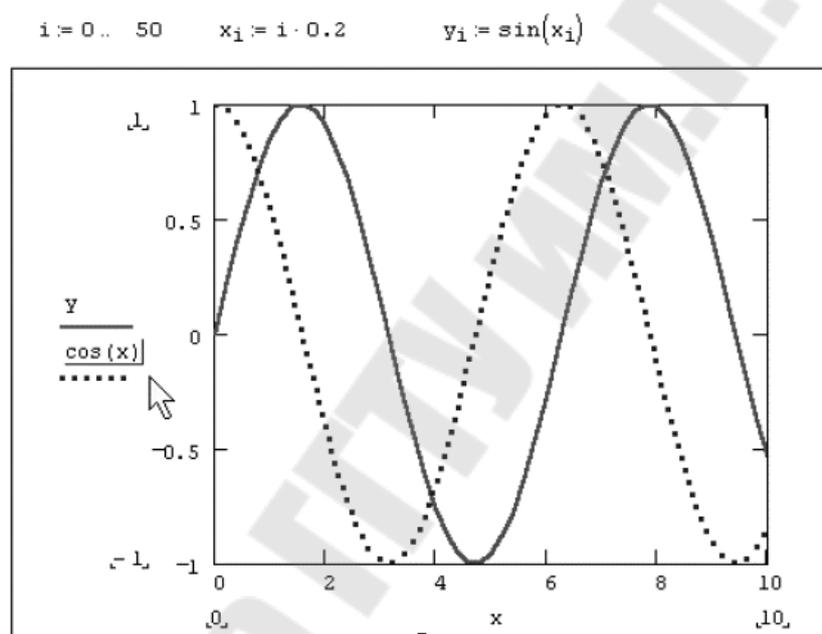


Рис. 2.22. Построение нескольких зависимостей на одном графике

При построении на одном и том же графике нескольких зависимостей разного аргумента достаточно позаботиться только о соответствии типа данных для каждой пары точек в отдельности. Например, вполне можно совместно отобразить график функции от ранжированной переменной и график функции, созданный в режиме быстрого построения (рис. 2.23).

Начиная с *Mathcad 12*, появилась дополнительная возможность добавления второй оси Y , обладающей собственной шкалой (рис. 2.23). Использование двух осей ординат очень удобно, когда на одном и том же графике представляются разнородные данные (например, данные различной размерности, либо различающиеся на несколько порядков, и т. п.).

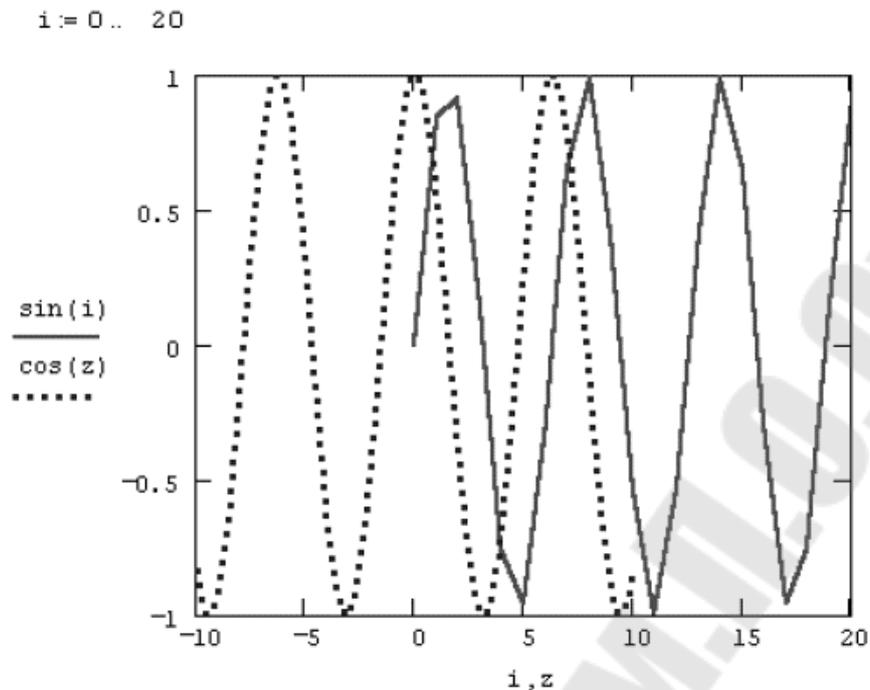


Рис. 2.23. Построение зависимостей от разного аргумента разного типа данных [5]

Для того чтобы задать опцию рисования второй оси ординат:

1) вызовите двойным щелчком диалоговое окно *Formatting Currently Selected X-Y Plot* (Форматирование выбранного графика) и откройте его вкладку *X-Y Axes* (Оси X-Y) (рис. 2.24);

2) установите флажок проверки *Enable secondary Y axis* (Включить вторую ось Y);

3) откройте вкладку *Secondary Y axis* (Вторая ось Y) и настройте в ней желаемые параметры второй оси, точно так же как вы это делаете для первой оси;

4) нажмите кнопку ОК;

5) в появившиеся местозаполнители возле второй оси ординат введите желаемые имена переменных или выражения, которые вы хотите отложить на данной оси.

Возможности форматирования координатных осей графиков включают в себя управление их внешним видом, диапазоном, шкалой, нумерацией и отображением некоторых значений на осях при помощи маркеров.

Когда график создается впервые, *Malhcad* выбирает представленный диапазон для обеих координатных осей автоматически. Для изменения диапазона необходимо перейти к редактированию графика, щелкнув в его пределах мышью. График будет выделен, а вблизи

каждой из осей появятся два поля с числами, обозначающими границы диапазона. Щелкните мышью в области одного из полей, чтобы редактировать соответствующую границу оси. Пользуясь клавишами управления курсором и клавишами «*Backspace*» и «*Del*», удалите содержимое поля. Введите новое значение диапазона. Щелкните за пределами поля, и график будет автоматически перерисован в новых пределах.

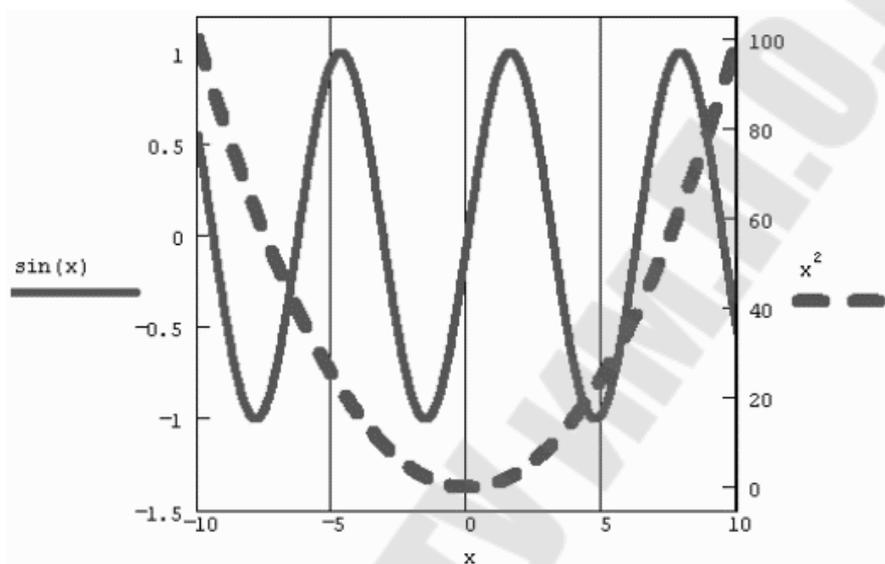


Рис. 2.24. Декартов график с двумя осями ординат [5]

Чтобы вернуть автоматический выбор какого-либо диапазона, удалите число из соответствующего поля и щелкните вне его. Граница шкалы будет выбрана *Mathcad*, исходя из значений данных, представляемых на графике.

Изменение внешнего вида шкалы, нанесенной на координатную ось, производится с помощью диалогового окна *Formatting Currently Selected X-Y Plot* (Форматирование выбранного графика), в котором следует перейти на вкладку *X-Y Axes* (Оси X-Y). Вызвать диалог можно двойным щелчком мыши в области графика или выполнением команды *Format | Graph | X-Y Plot* (Формат | График | X-Y График) или выбором в контекстном меню команды *Format* (Формат).

С помощью флажков и переключателей легко поменять внешний вид каждой из трех осей (одной оси *x* и двух из осей *y*).

Маркером на координатных осях отмечаются метки некоторых значений. Маркер представляет собой линию, перпендикулярную оси, снабженную числом или переменной. Для создания маркера необхо-

можно вызвать окно форматирования графика. На вкладке *X-Y Axes* (Оси X-Y) диалогового окна *Formatting Currently Selected X-Y Plot* (Форматирование выбранного графика) установите флажок *Show markers* (Покачать маркеры). При желании выберите цвет маркера, щелкнув на поле справа от флажка. Нажмите кнопку ОК. В появившемся месте введите число или имя переменной, значение которой вы хотите отобразить на оси маркером. Щелкните вне маркера. Готовые маркеры показаны на рис. 2.25 справа. На каждой из осей допускается установить по два маркера.

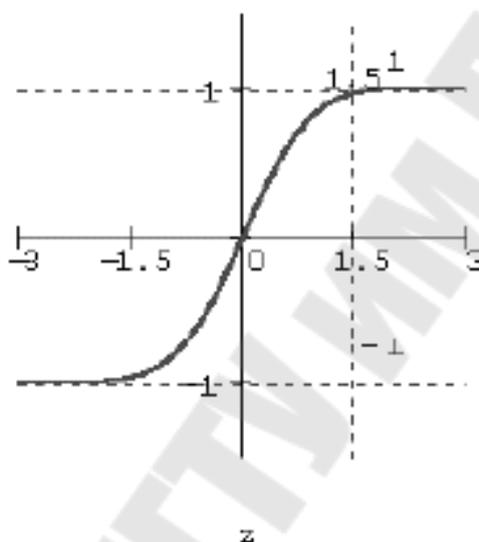


Рис. 2.25. Создание маркеров

С помощью вкладки *Traces* (Ряды данных) диалогового окна *Formatting Currently Selected X-Y Plot* (Форматирование выбранного графика) легко установить комбинацию параметров линии и точек для каждого из рядов данных, представленных на графике. Пользователю требуется выделить в списке нужный ряд данных (его положение в списке соответствует положению метки зависимости y от x) и изменить в списках в середине диалогового окна желаемые установки.

На вкладке *Traces* (Ряды данных) регулируются следующие параметры: *Legend label* (Метка легенды) – наименование ряда данных; *Symbol Frequency* (Частота символов) – частота символов в ряде; *Symbol* (Символ) – тип символа для точек; *Symbol Weight* (Размер символа) – размер точек данных; *Line* (Линия) – стиль линии ряда; *Line Weight* (Толщина) – толщина линии; *Color* (Цвет) – цвет линии и точек данных; *Type* (Тип) – тип представления точек данных.

Для перемещения или изменения размера графика выделите его щелчком мыши. Изменить положение графика в документе можно перетаскиванием. Чтобы изменить размер графика, растягивайте или сжимайте его, перемещая указателем мыши черные прямоугольные маркеры, расположенные на его сторонах.

Для создания трехмерного графика требуется нажать кнопку с изображением любого из типов трехмерных графиков на панели инструментов *Graph* (График). В результате появится пустая область графика с тремя осями (рис. 2.26) и единственным местозаполнителем в нижнем левом углу.

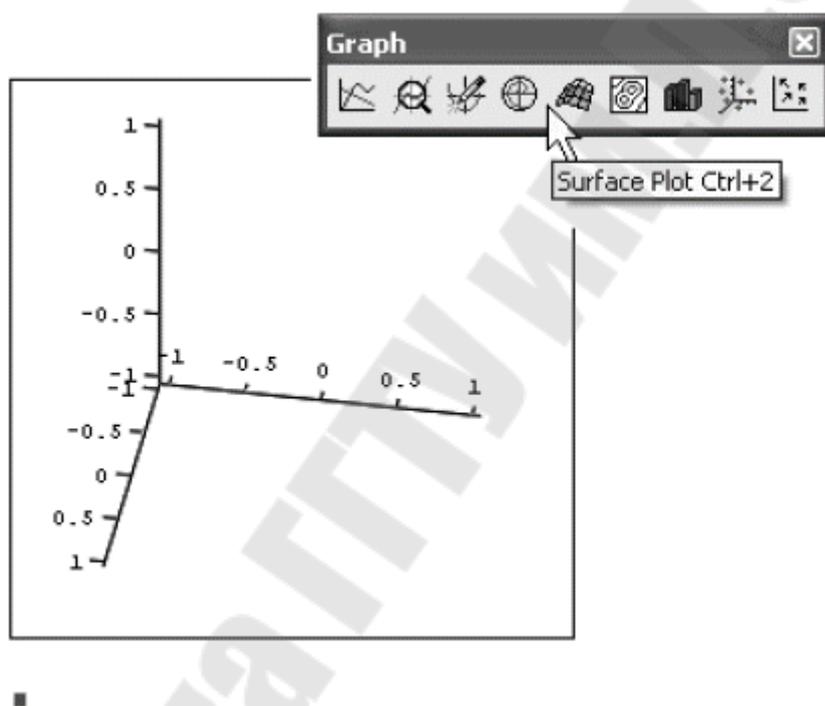
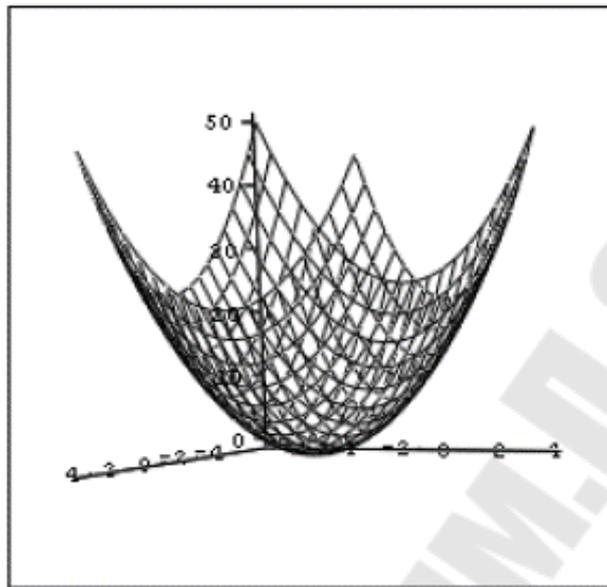


Рис. 2.26. Создание трехмерного графика

В этот местозаполнитель следует ввести либо имя z функции $z(x, y)$ двух переменных для быстрого построения трехмерного графика, либо имя матричной переменной z , которая задаст распределение данных $z_{x,y}$ на плоскости XY .

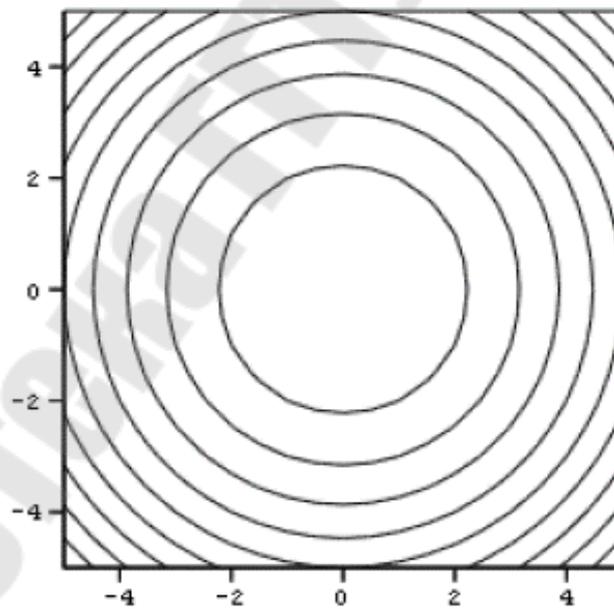
Рассмотрим на простом примере функции $z(x, y)$ и матрицы z особенности построения трехмерных графиков различных типов, создаваемых нажатием той или иной кнопки на панели *Graph* (График). Еще раз отметим, что для получения графиков не требуется никакого текста, кроме введения имени соответствующей функции или матрицы в местозаполнитель.

На рис. 2.27 и 2.28 представлены график поверхности (*Surface Plot*) и график линий уровня (*Contour Plot*) на основе функции $z(x,y)=x^2+y^2$.



z

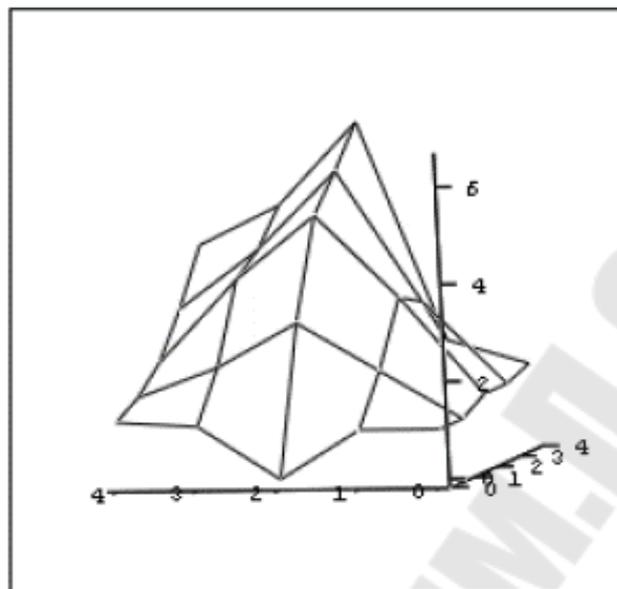
Рис. 2.27. График поверхности функции



z

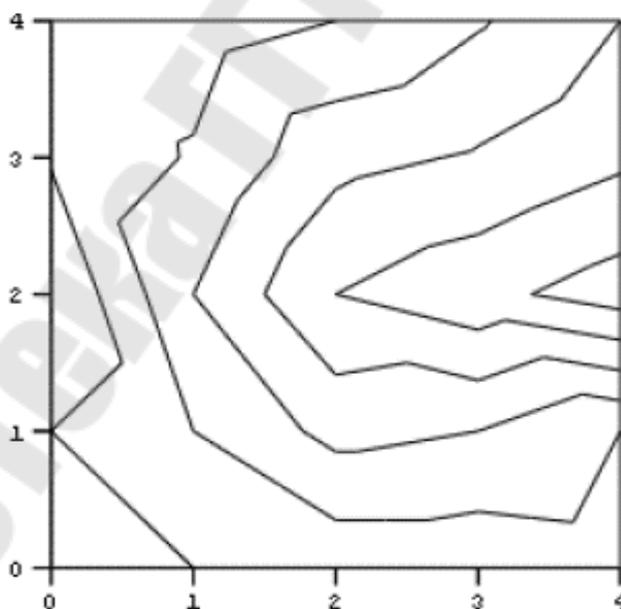
Рис. 2.28. График линий уровня функции

На рис. 2.29 и 2.30 приведены график поверхности (*Surface Plot*) и график линий уровня (*Contour Plot*) на основе матрицы z .



z

Рис. 2.29. График поверхности, заданный матрицей



z

Рис. 2.30. График линий уровня, заданный матрицей

На рис. 2.31 и 2.32 представлены графики трехмерных гистограмм (*3D Bar Plot*), полученные на основе функции $z(x, y)$ и матрицы z соответственно.

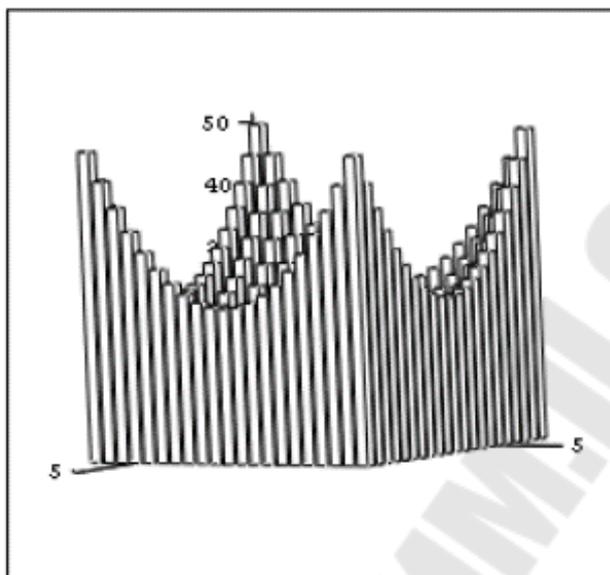


Рис. 2.31. График трехмерной гистограммы, заданный функцией

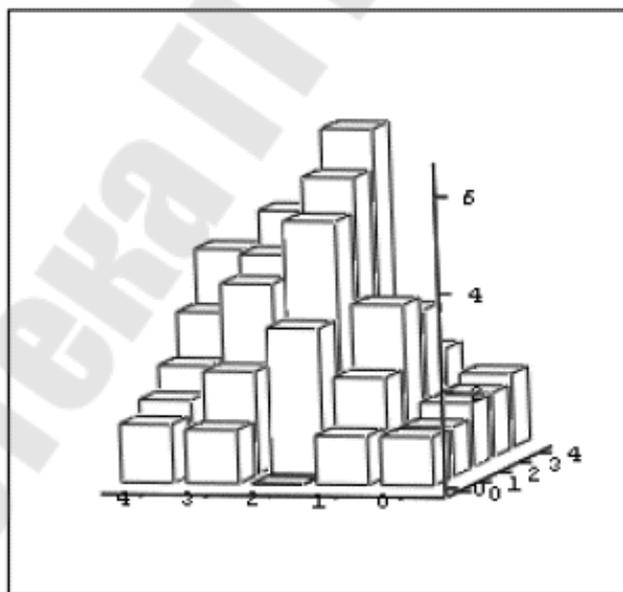
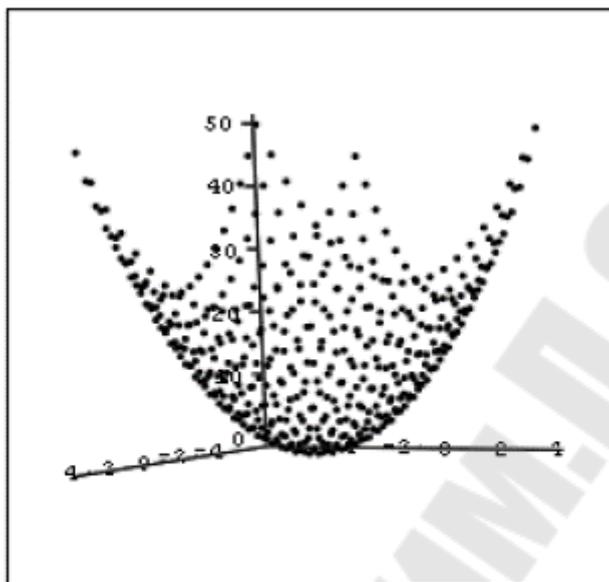


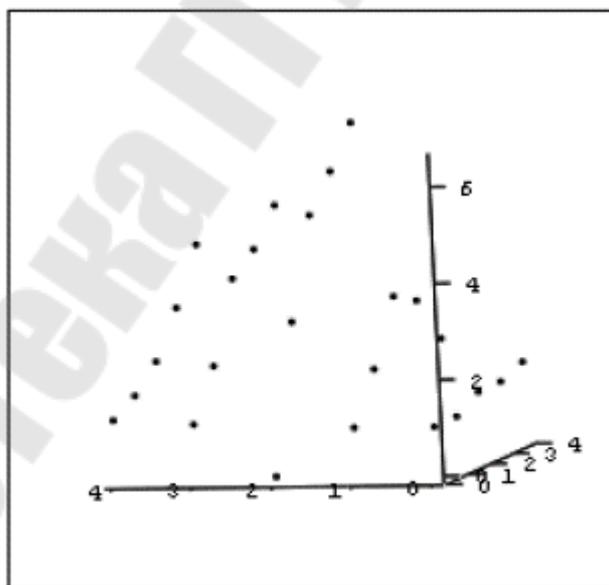
Рис. 2.32. График трехмерной гистограммы, заданный матрицей

На рис. 2.33 и 2.34 даны графики множества точек (*3D Scatter Plot*), полученные на основе функции $z(x,y)$ и матрицы z соответственно.



z

Рис. 2.33. График множества точек, заданный функцией



z

Рис. 2.34. График множества точек, заданный матрицей [5]

График векторного поля (*Vector Field Plot*) несколько отличается от остальных типов двумерных графиков (рис. 2.35). Его смысл заключается в построении некоторого вектора в каждой точке плоскости x, y . Чтобы задать вектор на плоскости, требуются два скалярных числа. Поэтому в *Mathcad* принято, что векторное поле задает комплексная матрица. Действительные части каждого ее элемента определяют проекцию вектора на ось x , а мнимые – на ось y .

На рис. 2.35 представлен график векторного поля, полученный на основе матрицы $z + iz$.

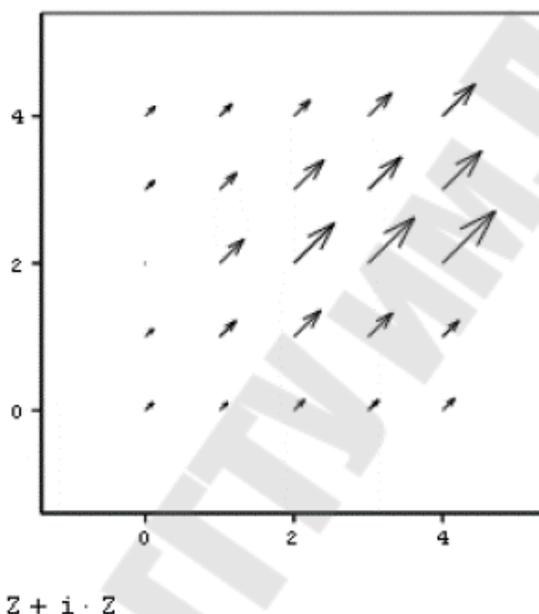


Рис. 2.35. График векторного поля, заданный матрицей

Форматирование трехмерных графиков выполняется с помощью диалогового окна *3D Plot Format* (Форматирование 3D-графика), которое вызывается двойным щелчком мыши в области графика. Параметры трехмерных графиков всех типов устанавливаются посредством диалогового окна.

В диалоге *3D Plot Format* (Форматирование 3D-графика) доступно большое количество параметров, изменение которых способно очень сильно повлиять на внешний вид графика. Они сгруппированы по принципу действия на нескольких вкладках.

Чтобы поменять тип уже имеющегося графика (например, построить вместо поверхности график линий уровня и т. д.), просто установите соответствующий переключатель в нижней части вкладки *General* (Общие) и нажмите кнопку ОК. График будет перерисован.

Самый простой способ ориентации системы координат с графиком в трехмерном пространстве – это перетаскивание ее указателем мыши. Попробуйте перемещать при нажатой левой кнопке мыши указатель в пределах графика и вы увидите, как поворачивается график.

Другой способ изменения ориентации графика – с помощью полей-счетчиков *Rotation* (Вращение), *Tilt* (Наклон) и *Twist* (Поворот) на вкладке *General* (Общие), которые в совокупности определяют соответствующие углы (в градусах) и тем самым задают направление всех трех осей координат в пространстве.

С помощью группы переключателей *Axes Style* (Стиль осей) можно задать один из следующих стилей осей координат: *Perimeter* (Периметр), *Corner* (Угол), *None* (Нет) – оси отсутствуют.

Если установить флажок *Show Box* (Показать куб), то координатное пространство будет изображено в виде куба на рис. 2.36.

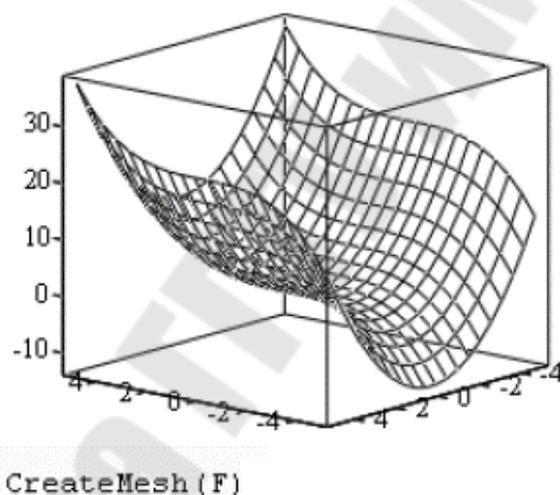


Рис. 2.36. Установлен флажок *Show Box* [5]

В поле *Zoom* (Масштаб) вкладки *General* (Общие) можно задать числовое значение масштаба.

Вкладка *Axes* (Оси) содержит три вложенные вкладки, в которых задаются параметры для каждой из трех координатных осей. Например, можно включить или отключить показ линий сетки, нумерации и задать диапазон по каждой из осей. Смысл этих операций сходен с аналогичными операциями для двумерных графиков. При помощи еще одной вкладки – *Backplanes* (Плоскости заднего плана) задается показ проекций координатной сетки на три скрытые плоскости трехмерного графика.

С помощью вкладки *Appearance* (Появление) для контурного и поверхностного графиков возможно изменение внешнего вида, используя различные стили задания заливки и линий. При выборе переключателя *Fill Surface* (Заливка поверхности) из группы *Fill Options* (Опции заливки) получаете доступ к опциям цвета (в группе *Color Options*). Если выбрать переключатель *Solid Color* (Один цвет), то выполнится однотонная заливка поверхности.

Если установить переключатель *Colormap* (Цветовая схема), то поверхность или контурный график будут залиты разными цветами и оттенками, причем выбрать цветовую схему можно на вкладке *Advanced*.

Некоторые параметры, влияющие на представление контуров графиков, доступны на вкладке *Special* (Специальные). Сочетаний различных цветовых схем, заливок и других параметров так много, что лучше предоставить читателю самому попробовать применить их различные комбинации и выбрать из них наиболее понравившиеся.

В той же вкладке *Advanced* (Дополнительно) имеется доступ к управлению несколькими специальными эффектами оформления графиков, благодаря которым они смотрятся более красиво: *Shininess* (Сияние) – имеется возможность регулировать сияние в пределах от 0 до 128; *Enable Fog* (Туман) – эффект тумана; *Transparency* (Прозрачность) – задается процент прозрачности графика; *Perspective* (Перспектива) – показ перспективы с определением видимости расстояния. Еще один спецэффект подсветки графика задается на вкладке *Lighting* (Подсветка), причем имеются как встроенные схемы подсветки, так и возможность задавать ее цвет и направление самому пользователю.

Заголовок графика определяется на вкладке *Title* (Заголовок) и может быть расположен как сверху, так и снизу графика.

На многих типах графиков допускается показ точек данных. Формат точек, включая тип символа, размер, соединение их линией, задается на вкладке *Appearance* (Оформление). Опции форматирования точек те же самые, что и для двумерных графиков.

Удобный способ применения некоторых видов форматирования трехмерных графиков заключается в использовании контекстного меню. Достаточно нажать на графике правую кнопку мыши и выбрать в контекстном меню одну из опций форматирования, внешний вид графика изменится.

Один из лучших способов представления результатов математических расчетов – это анимация. *Mathcad* позволяет создавать анимационные ролики и сохранять их в видеофайлах.

Основной принцип анимации в *Mathcad* – покадровая анимация. Ролик анимации – это просто последовательность кадров, представляющих собой некоторый участок документа, который выделяется пользователем. Расчеты производятся обособленно для каждого кадра, причем формулы и графики, которые в нем содержатся, должны быть функцией от номера кадра. Номер кадра задается системной переменной *frame*, которая может принимать лишь натуральные значения по умолчанию, если не включен режим подготовки анимации $frame=0$.

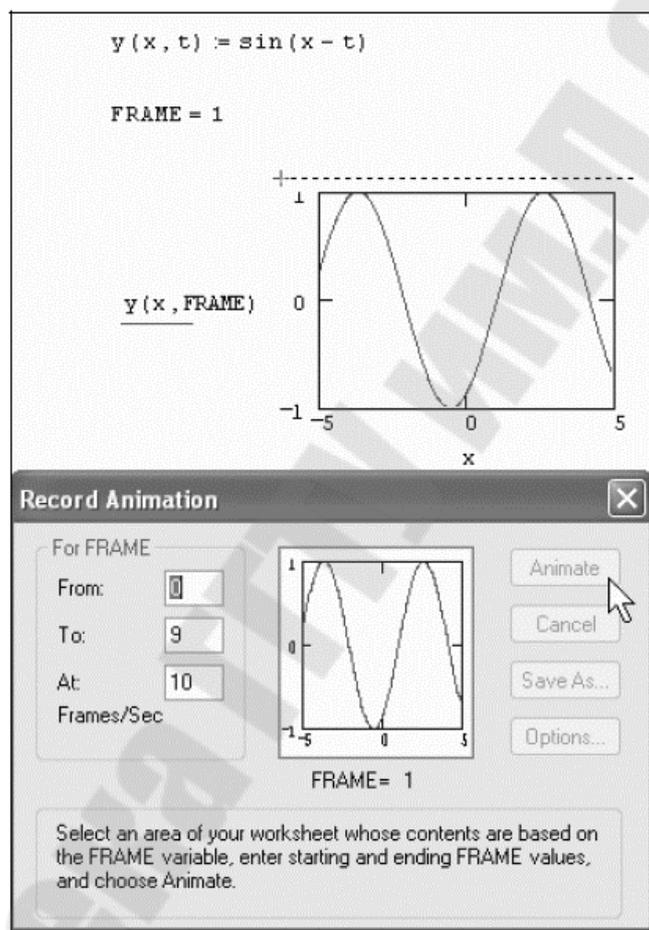


Рис. 2.37. Создание анимации

Рассмотрим последовательность действий для создания ролика анимации, например, демонстрирующего перемещение гармонической бегущей волны (рис. 2.37).

При этом каждый момент времени будет задаваться переменной *frame*:

1. Введите в документ необходимые выражения и графики, в которых участвует переменная номера кадра *frame*. Подготовьте часть документа, которую вы желаете сделать анимацией, таким образом,

чтобы она находилась в поле вашего зрения на экране. В нашем примере подготовка сводится к определению функции $f(x,t) := \sin(x-t)$ и созданию ее декартова графика $y(x, FRAME)$.

2. Выполните команду *Tools | Animation | Record* (Сервис | Анимация | Запись).

3. В диалоговом окне *Animate* (Анимация) задайте номер первого кадра в поле *From* (От), номер последнего кадра в поле *To* (До) и скорость анимации в поле *At* (Скорость) в кадрах в секунду (рис. 2.35).

4. Выделите протаскиванием указателя мыши при нажатой левой кнопке мыши область в документе, которая станет роликом анимации.

5. В диалоговом окне *Animate* (Анимация) нажмите кнопку *Animate* (Анимация). После этого в окошке диалогового окна *Animate* (Анимация) будут появляться результаты расчетов выделенной области, сопровождающиеся выводом текущего значения переменной *frame*. По окончании этого процесса на экране появится окно проигрывателя анимации.

6. Запустите просмотр анимации в проигрывателе нажатием кнопки воспроизведения в левом нижнем углу окна проигрывателя.

7. В случае, если вид анимации вас устраивает, сохраните ее в виде видеофайла, нажав кнопку *Save As* (Сохранить как) в диалоговом окне *Animate* (Анимация). В появившемся диалоговом окне *Save Animation* (Сохранить анимацию) обычным для *Windows* способом укажите имя файла и его расположение на диске.

8. Закройте диалог *Animate* (Анимация) нажатием кнопки *Cancel* (Отмена) или кнопки управления его окном.

9. Сохраненный видеофайл можно использовать за пределами *Mathcad*. Скорее всего, если в Проводнике *Windows* дважды щелкнуть на имя этого файла, он будет загружен в проигрыватель видеофайлов *Windows*, и вы увидите его на экране компьютера. Таким образом, запуская видеофайлы обычным образом, можно устроить красочную презентацию результатов работы как на своем, так и на другом компьютере.

2.3. Возможности математического пакета MATLAB

MATLAB – это высокопроизводительный язык для технических расчетов. Он включает в себя вычисления, визуализацию и программирование в удобной среде, где задачи и решения выражаются в форме, близкой к математической. Типичное использование *MATLAB* включает:

- математические вычисления;
- создание алгоритмов;
- моделирование;
- анализ данных, исследования и визуализация;
- научная и инженерная графика;
- разработка приложений, включая создание графического интерфейса.

MATLAB – это интерактивная система, в которой основным элементом данных является массив. Это позволяет решать различные задачи, связанные с техническими вычислениями, особенно в которых используются матрицы и векторы, в несколько раз быстрее, чем при написании программ с использованием языка программирования Си.

Система *MATLAB* состоит из пяти основных частей:

- **Язык *MATLAB*.** Это язык матриц и массивов высокого уровня с управлением потоками, функциями, структурами данных, вводом-выводом и особенностями объектно-ориентированного программирования. Это позволяет как программировать в «небольшом масштабе» для быстрого создания черновых программ, так и в «большом» – для создания больших и сложных приложений.

- **Среда *MATLAB*.** Это набор инструментов и приспособлений, с которыми работает пользователь или программист *MATLAB*. Она включает в себя средства для управления переменными в рабочем пространстве *MATLAB*, вводом и выводом данных, а также средства для создания, контроля и отладки *M*-файлов и приложений *MATLAB*.

- **Управляемая графика.** Это графическая система *MATLAB*, которая включает в себя команды высокого уровня для визуализации двух- и трехмерных данных, обработки изображений, анимации и иллюстрированной графики. Она также включает в себя команды низкого уровня, позволяющие полностью редактировать внешний вид графики, так же как при создании графического пользовательского интерфейса (*GUI*) для *MATLAB* приложений.

- **Библиотека математических функций.** Это обширная коллекция вычислительных алгоритмов от элементарных функций, таких как сумма, синус, косинус, комплексная арифметика, до более сложных, таких как обращение матриц, нахождение собственных значений, функции Бесселя, быстрое преобразование Фурье.

- **Программный интерфейс.** Это библиотека, которая позволяет писать программы на Си и Фортране, которые взаимодействуют

с *MATLAB*. Она включает средства для вызова программ из *MATLAB* (динамическая связь), вызывая *MATLAB* как вычислительный инструмент и для чтения-записи *MAT*-файлов.

Вместе с *MATLAB* могут поставляться следующие приложения:

- *Simulink*, сопутствующая *MATLAB* программа, – это интерактивная система для моделирования нелинейных динамических систем. Она представляет собой среду, управляемую мышью, которая позволяет моделировать процесс путем перетаскивания блоков диаграмм на экране и их манипуляцией. *Simulink* работает с линейными, нелинейными, непрерывными, дискретными, многомерными системами.

- *Blocksets* – это дополнения к *Simulink*, которые обеспечивают библиотеки блоков для специализированных приложений, таких как связь, обработка сигналов, энергетические системы.

- *Real-Time Workshop* – это программа, которая позволяет генерировать Си-код из блоков диаграмм и запускать их на выполнение на различных системах реального времени.

Лучший способ начать работу с *MATLAB* – это научиться обращаться с матрицами. В *MATLAB* матрица – это прямоугольный массив чисел. Особое значение придается матрицам размером 1×1 , которые являются скалярами, и матрицам, имеющим один столбец или одну строку, – векторам. *MATLAB* организован так, чтобы все операции в нем были как можно более естественными. В то время как другие программные языки работают с числами как элементами языка, *MATLAB* позволяет вам быстро и легко оперировать с целыми матрицами.

Вводить матрицы в *MATLAB* можно несколькими способами:

- вводить полный список элементов;
- загружать матрицы из внешних файлов;
- генерировать матрицы, используя встроенные функции;
- создавать матрицы с помощью ваших собственных функций в *M*-файлах.

Начнем с введения матрицы как списка элементов. Вы должны следовать нескольким основным условиям:

- отделять элементы строки пробелами или запятыми;
- использовать точку с запятой для обозначения окончания каждой строки;
- окружать весь список элементов квадратными скобками.

Чтобы ввести матрицу, просто напишите:

$$A = [1 \ 3 \ 5 \ 7; \ 2 \ 4 \ 6 \ 8; \ 9 \ 11 \ 13 \ 15; \ 10 \ 12 \ 14 \ 16].$$

MATLAB отобразит матрицу, которую мы ввели:

```
A=
     1     3     5     7
     2     4     6     8
     9    11    13     5
    10    12    14    16
```

Если мы ввели матрицу, то она автоматически запоминается средой *MATLAB*.

Вызовем функцию суммирования элементов вдоль столбца:

```
sum (A).
```

MATLAB выдаст ответ:

```
ans =
    22    30    38    36.
```

Когда выходная переменная не определена, *MATLAB* использует переменную *ans*, коротко от *answer* – «ответ для хранения результатов вычисления». Мы подсчитали вектор-строку, содержащую сумму элементов столбцов матрицы *A*.

MATLAB предпочитает работать со столбцами матрицы, таким образом, лучший способ получить сумму в строках – это транспонировать нашу матрицу, подсчитать сумму в столбцах, а потом транспонировать результат. Операция транспонирования обозначается апострофом или одинарной кавычкой. Она зеркально отображает матрицу относительно главной диагонали и меняет строки на столбцы. Таким образом,

```
A'
вызывает
ans =
     1     2     9    10
     3     4    11    12
     5     6    13    14
     7     8    15    16.
```

А выражение

```
sum (A')
```

вызывает результат вектор-столбец, содержащий суммы в строках

```
ans =    16    20    48    52.
```

Сумму элементов на главной диагонали можно легко получить с помощью функции *diag*, которая выбирает эту диагональ:

```
diag(A)
```

```
ans =  
    16  
    10  
     7.
```

А функция

```
sum(diag(A))
```

вызывает

```
ans = 34.
```

Элемент в строке *i* и столбце *j* матрицы *A* обозначается $A(i, j)$. Например, $A(4,2)$ – это число в четвертой строке и втором столбце. Для нашей матрицы $A(4,2) = 12$. Таким образом, можно вычислить сумму элементов в четвертом столбце матрицы *A*, набрав:

```
A(1,4) + A(2,4) + A(3,4) + A(4,4),
```

получим:

```
ans = 36.
```

Двоеточие – это один из наиболее важных операторов *MATLAB*. Он проявляется в различных формах. Выражение

```
1:10
```

– это вектор-строка, содержащая целые числа от 1 до 10:

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10.
```

Для получения обратного интервала опишем приращение. Например:

```
100:-7:50,
```

что дает

```
100 93 86 79 72 65 58 51.
```

Индексное выражение, включая двоеточие, относится к части матрицы:

```
A(l:k,j)
```

Это первые k элементов j -го столбца матрицы A . Так,

```
sum(A(1:4,4))
```

вычисляет сумму четвертой строки. Но есть и лучший способ. Двоеточие само по себе обращается ко всем элементам в строке и столбце матрицы, а слово *end* – к последней строке или столбцу. Так,

```
sum(A(:, end))
```

вычисляет сумму элементов в последнем столбце матрицы A :

```
ans = 36.
```

Как и большинство других языков программирования, *MATLAB* предоставляет возможность использования математических выражений, но в отличие от многих из них эти выражения в *MATLAB* включают матрицы. Основные составляющие выражения:

- переменные;
- числа;
- операторы;
- функции.

В *MATLAB* нет необходимости в определении типа переменных или размерности. Когда *MATLAB* встречает новое имя переменной, он автоматически создает переменную и выделяет соответствующий объем памяти. Если переменная уже существует, *MATLAB* изменяет ее состав и, если это необходимо, выделяет дополнительную память. Например:

```
num_students = 25
```

создает матрицу 1×1 с именем *num_students* и сохраняет значение 25 в ее единственном элементе.

Имена переменных состоят из букв, цифр или символов подчеркивания. *MATLAB* использует только первые 31 символ имени переменной. *MATLAB* чувствителен к регистрам, он различает заглавные и строчные буквы. Поэтому A и a – не одна и та же переменная. Чтобы увидеть матрицу, связанную с переменной, просто введите название переменной.

MATLAB использует принятую десятичную систему счисления с необязательной десятичной точкой и знаками плюс-минус для чисел. Научная система счисления использует букву e для определения множителя степени десяти. Мнимые числа используют i или j как суффикс. Некоторые примеры правильных чисел приведены ниже:

3	-99	0.0001
9.6397238	1.60210e-20	6.02252e23
1i	-3.14159j	3e5i

Все числа для хранения используют формат *long*, определенный стандартом плавающей точки *IEEE*. Числа с плавающей точкой обладают ограниченной точностью – приблизительно 16 значащих цифр и ограниченным диапазоном – приблизительно от 10^{-308} до 10^{308} .

Выражения используют обычные арифметические операции и правила старшинства:

- + – сложение;
- – вычитание;
- * – умножение;
- / – деление;
- \ – левое деление;
- ^ – степень;
- ' – комплексно сопряженное транспонирование;
- () – скобки для определения порядка вычисления.

MATLAB предоставляет большое количество элементарных математических функций, таких как *abs*, *sqrt*, *exp*, *sin*. Вычисление квадратного корня или логарифма отрицательного числа не является ошибкой: в этом случае результатом является соответствующее комплексное число. *MATLAB* также предоставляет и более сложные функции, включая гамма-функцию и функции Бесселя. Большинство из этих функций имеют комплексные аргументы. Чтобы вывести список всех элементарных математических функций, наберите:

help elfin.

Для вывода более сложных математических и матричных функций наберите:

help specfun help elmat

соответственно.

Некоторые функции, такие как *sqrt* и *sin*, – встроенные. Они являются частью *MATLAB*, поэтому они очень эффективны, но их вычислительные детали трудно доступны. В то время как другие функции, такие как *gamma* и *sin*, реализованы в *M*-файлах. Поэтому вы можете легко увидеть их код и в случае необходимости даже модифицировать его.

Несколько специальных функций предоставляют значения часто используемых констант:

- π – 3.14159265...;
- i – мнимая единица;
- j – то же самое, что и i ;
- Inf – бесконечность;
- NaN – не число.

Ниже приведены примеры использования выражений в *MATLAB* с результатами:

```
rho = (1+sqrt(5))/2  
rho =  
1.6180
```

```
a = abs(3+4i)  
a =  
5
```

```
z = sqrt(besselk(4/3,rho-i))  
z =  
0.3730 + 0.3214i.
```

MATLAB имеет четыре функции, которые создают основные матрицы:

- *zeros* – все нули;
- *ones* – все единицы;
- *rand* – равномерное распределение случайных элементов;
- *randn* – нормальное распределение случайных элементов.

Некоторые примеры:

```
Z = zeros(2,4)  
Z =  
0      0      0      0  
0      0      0      0
```

```
P = 5*ones(3,3)  
P =  
5      5      5  
5      5      5  
5      5      5
```

```
N = fix(10*rand(1,10))  
N =  
9 2 6 4 8 7 4 0 8 4.
```

Команда *load* считывает двоичные файлы, содержащие матрицы, созданные в *MATLAB* ранее, или текстовые файлы, содержащие численные данные. Текстовые файлы должны быть сформированы в виде прямоугольной таблицы чисел, отделенных пробелами, с равным количеством элементов в каждой строке. Например, создадим вне *MATLAB* текстовый файл, содержащий 4 строки:

```
3.0    3.0    5.0    4.0
5.0    10.0   11.0   8.0
9.0    6.0    7.0   12.0
4.0    15.0   14.0    1.0
```

Сохраним этот файл под именем *mgk.dat*. Тогда команда

```
load mgk.dat
```

прочитает этот файл и создаст переменную *mgk*, содержащую нашу матрицу.

Объединение – это процесс соединения маленьких матриц для создания больших. Фактически, вы создали вашу первую матрицу объединением ее отдельных элементов. Пара квадратных скобок – это оператор объединения. Например, начнем с матрицы *A* и сформируем:

$$B = [A \ A+32; \ A+48 \ A+16].$$

Результатом будет матрица размером 8×8 , получаемая соединением четырех подматриц.

MATLAB имеет широкие возможности для графического изображения векторов и матриц, а также для создания комментариев и печати графики.

Функция *plot* включает различные формы, связанные с входными параметрами, например, *plot(y)* создает кусочно-линейный график зависимости элементов *y* от их индексов. Если вы задаете два вектора в качестве аргументов, *plot(x,y)* создаст график зависимости *y* от *x*.

Например, для построения графика значений функции *sin* от нуля до 2π , сделаем следующее (рис. 2.38):

```
t = 0:pi/100:2*pi;
y = sin(t);
plot(t,y).
```

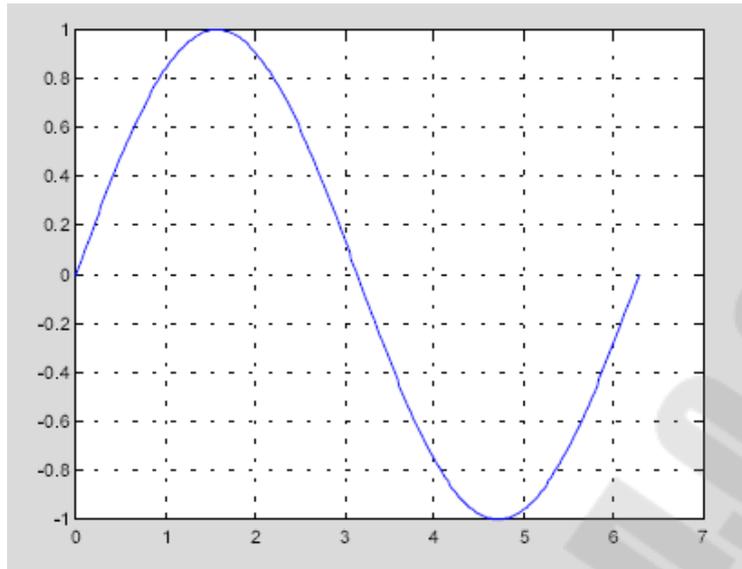


Рис. 2.38. Создание графика функции [6]

Вызов функции *plot* с многочисленными парами x - y создает многочисленные графики. *MATLAB* автоматически присваивает каждому графику свой цвет (исключая случаи, когда это делает пользователь), что позволяет различать заданные наборы данных. Например, следующие три строки отображают график близких функций, и каждой кривой соответствует свой цвет (рис. 2.39):

$$y2 = \sin(t-0.25);$$

$$y3 = \sin(t-0.5);$$

$$\text{plot}(t, y, t, y2, t, y3).$$

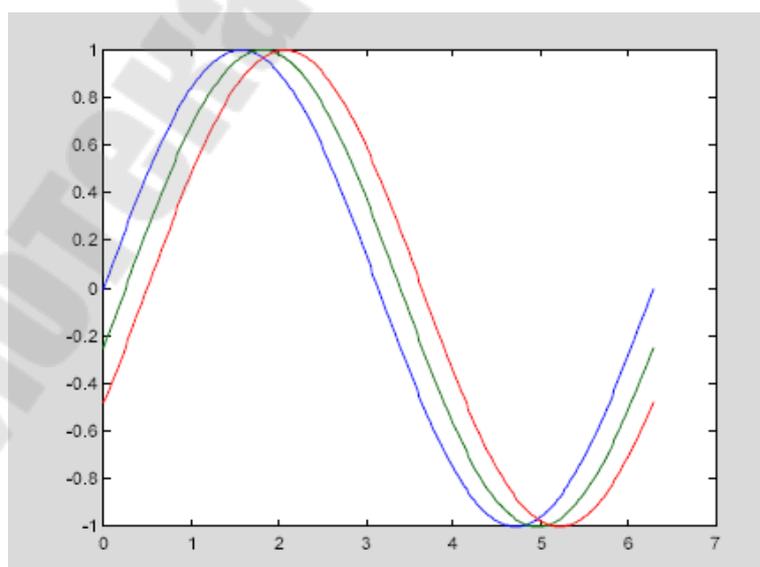


Рис. 2.39. Создание нескольких графиков [6]

Возможно изменение цвета, стиля линии и маркеров, таких, как знаки плюс или кружки, следующим образом:

```
plot(x, y, 'цвет_стиль_маркер'),
```

поясняем:

– цвет_стиль_маркер это 1-, 2-, 3-символьная строка (заклученная в одинарные кавычки), составленная из типов цвета, стиля линий и маркеров:

– символы, относящиеся к цвету: 'c', 'm', 'y', 'r', 'g', 'b', 'w' и 'k'. Они обозначают голубой, малиновый, желтый, красный, зеленый, синий, белый и черный цвета соответственно.

– символы, относящиеся к типу линий: '-' – для сплошной, '- -' – для разрывной, ':' – для пунктирной, '-.' – для штрихпунктирной линий и 'none' – для ее отсутствия;

– наиболее часто встречающиеся маркеры '+', 'o', '*' и 'x'.

Например, выражение

```
plot(x,y,'y:+')
```

строит желтый пунктирный график и помещает маркеры '+' в каждую точку данных. Если вы определяете только тип маркера, но не определяете тип стиля линий, то *MATLAB* выведет только маркеры.

Функция *plot* автоматически открывает новое окно изображения, если до этого его не было на экране. Если же оно существует, то *plot* использует его по умолчанию. Для открытия нового окна и выбора его по умолчанию, наберите:

```
figure.
```

Для того чтобы сделать существующее окно текущим, запишем выражение

```
figure(n),
```

где *n* – это номер в заголовке окна. В этом случае результаты всех последующих команд будут выводиться в это окно.

Команда *hold* позволяет добавлять кривые на существующий график. Когда вы набираете

```
hold on,
```

MATLAB не стирает существующий график, а добавляет в него новые данные, изменяя оси, если это необходимо. Например, следующий элемент кода вначале создает контурные линии функции *peaks*, а затем накладывает псевдоцветной график той же функции:

```
[x,y,z] = peaks;  
contour(x,y,z,20,'k')  
hold on  
pcolor(x,y,z)  
shading interp.
```

Команда *hold on* является причиной того, что график *pcolor* комбинируется с графиком *contour* в одном окне.

Функция *axis* имеет несколько возможностей для настройки масштаба, ориентации и коэффициента сжатия.

Обычно *MATLAB* находит максимальное и минимальное значение и выбирает соответствующий масштаб и маркирование осей. Функция *axis* заменяет значения по умолчанию предельными значениями, вводимыми пользователем:

```
axis( [xmin xmax ymin ymax]).
```

В функции *axis* можно также использовать ключевые слова для управления внешним видом осей. Например:

```
axis square
```

создает *x* и *y* оси равной длины, а

```
axis equal
```

создает отдельные отметки приращений для *x* и *y* осей одинаковой длины. Так, функция

```
plot(exp(i*t))
```

следующая либо за *axis square*, либо за *axis equal*, превращает овал в правильный круг.

Функция

```
axis auto
```

возвращает значения по умолчанию и переходит в автоматический режим.

Функция

```
axis on
```

включает обозначения осей и метки промежуточных делений.

Функция

axis off

выключает обозначения осей и метки промежуточных делений. Функция *grid off* выключает сетку координат, а *grid on* включает ее заново.

Функции *xlabel*, *ylabel*, *zlabel* добавляют подписи к соответствующим осям, функция *title* добавляет заголовок в верхнюю часть окна, а функция *text* вставляет текст в любое место графика. Использование *text* представления позволяет применять греческие буквы, математические символы и различные шрифты. Следующий пример демонстрирует эту возможность (рис. 2.40):

```
t = -pi:pi/100:pi;  
y = sin(t) ;  
plot(t,y)  
axis([-pi pi -1 1])  
xlabel('  $-\pi \leq t \leq \pi$  ' )  
ylabel('  $\sin(t)$  ' )  
title(' График функции  $\sin$  ' )  
text(-1, -1/3, '  $\it$  { Отметьте нечетную симметрию } ' )
```

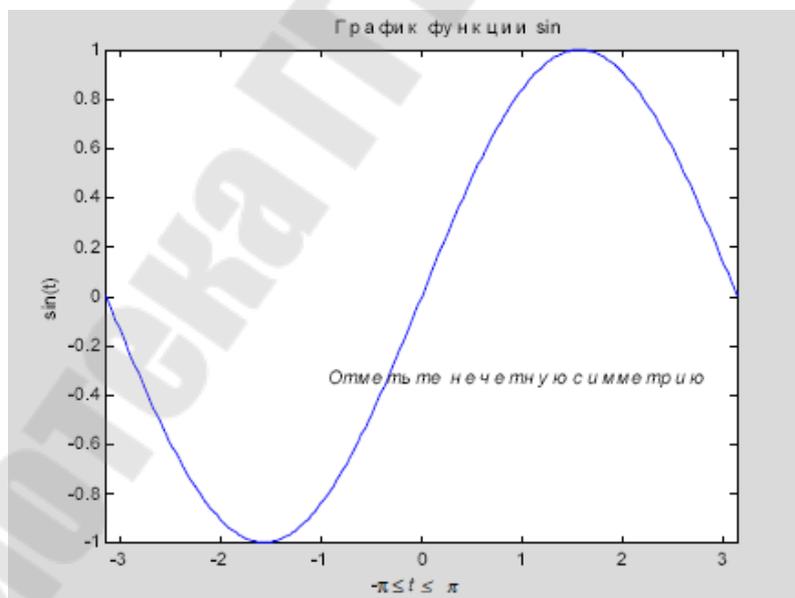


Рис. 2.40. Оформление осей и заголовков графиков [6]

MATLAB определяет поверхность как z координаты точек над координатной сеткой плоскости x – y , используя прямые линии для соединения соседних точек. Функции *mesh* и *surface* отображают

поверхность в трех измерениях. При этом *mesh* создает каркасную поверхность, где цветные линии соединяют только заданные точки, а функция *surface* вместе с линиями отображает в цвете и саму поверхность.

Для отображения функции двух переменных: $z = f(x, y)$ создаются матрицы X и Y , состоящие из повторяющихся строк и столбцов соответственно, перед использованием функции. Затем используют эти матрицы для вычисления и отображения функции. Функция *meshgrid* преобразует область определения, заданную через один вектор или два вектора x и y , в матрицы X и Y для использования при вычислении функции двух переменных. Строки матрицы X дублируют вектор x , а столбцы Y – вектор y .

Для вычисления двумерной функции $\text{sinc} = \sin(r)/r$ в области x – y поступают следующим образом:

```
[X, Y] = meshgrid(-8:0.5:8);  
R = sqrt(X.^2+Y.^2)+eps;  
Z = sin(R)./R;  
mesh(X,Y,Z).
```

В этом примере R – это расстояние от начала координат, которому соответствует центр матрицы. Добавление *eps* позволяет избежать неопределенности $0/0$ в начале координат.

Трехмерные участки обычно отображают поверхность – определенную функцию двух переменных. Например, вычислить заданные векторы строк и столбцов с 20 точками, находящимися в диапазоне $[-2,2]$:

```
x = linspace (-2,2,20);  
y = x';  
z = x.*exp(-x.^2 - y.^2);
```

Функция *surf* и сопутствующий объект *mesh* отображают поверхности в трех измерениях. Функция *surf* отображает как соединительные линии, так и грани поверхности в цвете. Объект *mesh* создает каркасные поверхности, окрашивающие только соединительные линии (рис. 2.41).

Опция *Print* в меню *File* и команда *print* печатают графику *MATLAB*. Меню *Print* вызывает диалоговое окно, которое позволяет выбирать общие стандартные варианты печати. Команда *print* обеспечивает большую гибкость при выводе выходных данных и позволяет контролировать печать из *M*-файлов. Результат может быть послан

прямо на принтер, выбранный по умолчанию, или сохранен в заданном файле. Возможно широкое варьирование формата выходных данных, включая использование *PostScript*.

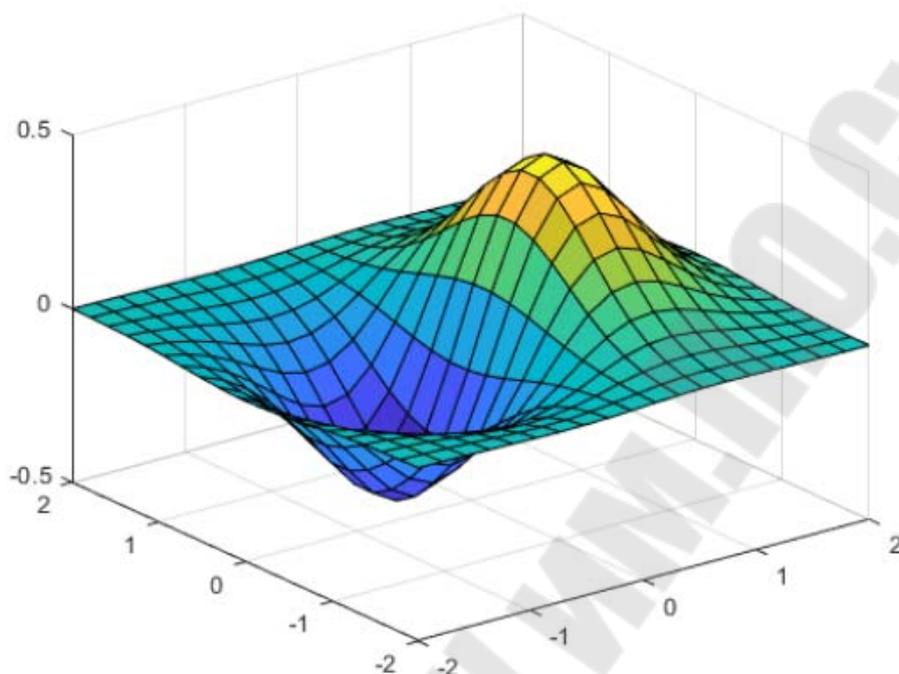


Рис. 2.41. Трехмерный график *MATLAB* [6]

MATLAB предоставляет комплекс функций низкого уровня, которые позволяют создавать и обрабатывать линии, поверхности и другие графические объекты. Эта система называется управляемая графика (*Handle Graphics*).

Графические объекты – это базисные элементы системы управляемой графики в *MATLAB*. Они сформированы в дерево структурной иерархии. Этим отражается связь графических объектов. Например, объекты *Line* нуждаются в объектах *Axes* как в системе отсчета. В свою очередь, объекты *Axes* существуют только с объектами *Figure*.

Есть одиннадцать видов объектов управляемой графики:

1) объекты *Root* являются вершиной иерархии. Они соответствуют экрану компьютера. *MATLAB* автоматически их создает в начале сеанса работы;

2) объекты *Figure* – это окна на экране, кроме командного окна;

3) объекты *Uicontrol* – это пользовательское управление интерфейсом. Когда пользователь активирует объект, вызывается соответствующая функция. Они включают в себя *pushbutton*, *radio button* и *slider*;

4) объекты *Axes* определяют область в окне *Figure* и ориентацию дочерних объектов в этой области;

5) объекты *Uimenu* представляют собой меню пользовательского интерфейса, которое расположено в верхней части окна *Figure*;

6) объекты *Uimenu* представляют собой меню пользовательского интерфейса, которое расположено в верхней части окна *Figure*;

7) объекты *Image* – это двумерные объекты, которые выводит *MATLAB*, используя элементы прямоугольного массива как индексы в палитре;

8) объекты *Line* являются основными графическими базисными элементами для большинства двумерных графиков;

9) объекты *Surface* – это трехмерное представление данных матрицы, созданное путем графического отображения данных как высот над плоскостью x - y ;

10) объекты *Text* – это строки символов;

11) объекты *Light* определяют источник света, действующий на все объекты в пределах *Axes*.

Каждый отдельный графический объект имеет свой уникальный идентификатор, называемый *handle* (манипулятор), который *MATLAB* присваивает объекту при создании. Некоторые графики, например, с несколькими кривыми, состоят из многих объектов, каждый из которых имеет свой собственный идентификатор (*handle*). Вы увидите, что, чем пытаться прочитать их с экрана и повторно вводить, всегда лучше хранить значение в переменной и использовать его по необходимости.

Идентификатор объекта *root* – всегда нуль. Идентификатор *Figure* – это целое число, которое по умолчанию отображается в заголовке окна. Идентификаторами других объектов являются числа с плавающей точкой, которые содержат информацию, используемую *MATLAB*. Например, если A – это матрица, то

$$h = \text{plot}(A)$$

создаст линейный график с четырьмя линиями для каждого столбца A , а также возвратит вектор-идентификатор, такой как:

$$h = \\ 1.0022 \ 3.0038 \ 5.0020 \ 7.0016$$

Данные численные значения являются несущественными и могут изменяться от одной системы к другой. Какие бы числа ни были, важным является то, что $h(1)$ – это идентификатор первой кривой на графике; $h(2)$ – второй и т. д.

MATLAB имеет несколько функций для получения доступа к часто используемым объектам: *gcf*, *gca*, *gco*.

Вы можете использовать эти функции в качестве входных аргументов других функций, оперирующих с идентификаторами *figure* и *axes*. Получить идентификаторы других объектов можно во время их создания. Все функции *MATLAB*, которые создают объекты, возвращают идентификатор или векторы идентификаторов созданного объекта.

Для удаления объекта применяется функция *delete*, использующая идентификатор объекта в качестве аргумента. Например, удалим текущие оси (*axes*), а вместе с ними и все дочерние объекты:

```
delete(gca)
```

Вызов функции с именем какого-либо объекта создает этот объект. Например, функция *text* создает объект *text*, функция *figure* – объект *figure* и т. д. Графические функции *MATLAB* высокого уровня вызывают необходимые функции низкого уровня для отображения соответствующих графиков.

Функции низкого уровня просто создают один из одиннадцати графических объектов, определенных *MATLAB*, за исключением корневого объекта *root*, который создает только *MATLAB*. Например:

```
line( [1 3 6]. [8 -2 0]. 'Color', 'red')
```

Все объекты обладают свойствами, которые определяют, как они выводятся на экран. *MATLAB* предоставляет два механизма для задания свойств. Свойства объекта могут быть установлены функцией создания объекта или могут быть изменены функцией *set*, когда объект уже существует. Например, следующий элемент кода создает три объекта и заменяет некоторые из их свойств по умолчанию (рис. 2.42):

```
days = [ 'Su'; 'Mo'; 'Tu'; 'We' ; 'Th'; 'Fr'; 'Sa' ]  
temp = [ 21.1 22.2 19.4 23.3 23.9 21.1 20.0 ];  
f = figure;  
a = axes( 'YLim', [16 26] , 'Xtick' , 1:7 , 'XtickLabel' , days )  
h = line(1:7, temp)
```

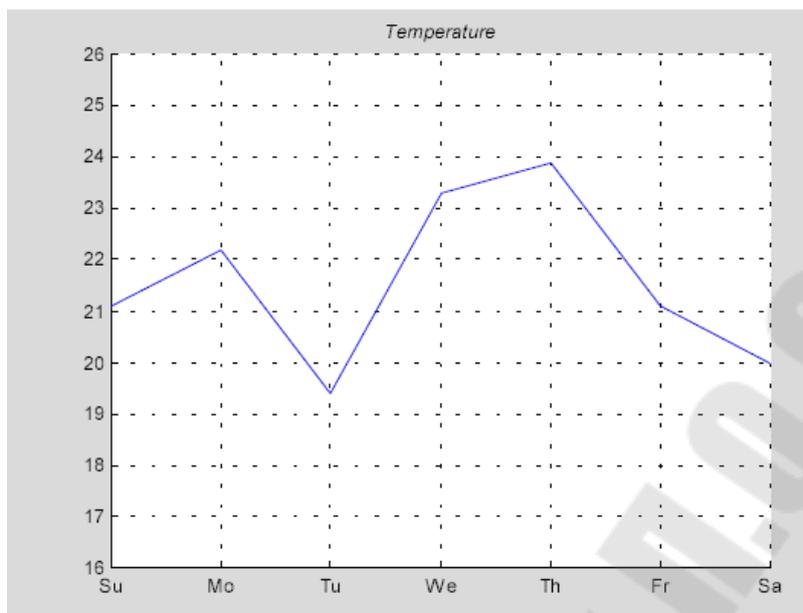


Рис. 2.42. Созданный двумерный график [6]

Days – это массив символов, содержащий сокращения дней недели, а *temp* – это численный массив с типичной температурой. Окно изображений создается после вызова *figure* без аргументов, т. е. со значениями по умолчанию. Оси существуют внутри *figure* и имеют заданный диапазон по *y* и заданные метки для приращений по *x*. Линии существуют внутри осей и имеют заданные значения для данных по *x* и *y*. Три идентификатора объектов *f*, *a* и *li* сохранены для дальнейшего использования.

Свойства объекта задаются обращением к нему после его создания. Для этого используйте идентификатор, возвращаемый создаваемой функцией.

Функция *set* позволяет устанавливать свойства объектов, указанием идентификатора объекта и совокупности пар – название свойства/значение. В качестве упражнения изменим цвет и ширину линии из предыдущего примера:

```
set(h, 'Color', [0 .8 .8], 'LineWidth', 3)
```

Для того чтобы увидеть список всех доступных свойств заданного объекта, вызовете *set* с идентификатором объекта:

```
set(h)
```

Color

EraseMode: [{normal} | background | xor | none]

LineStyle: [{-} | -- | : | - | none]

```

LineWidth
Marker: [ + | o | * | . | x | square | diamond | v | ^ | > | < |
pentagram | hexagram | {none} ]
MarkerSize
...
XData
YData
Zdata

```

Чтобы вывести список всех текущих установленных свойств заданного объекта, вызовете *get* с идентификатором объекта:

```

get(h)
Color = [0 0.8 0.8]
EraseMode = normal
LineStyle = -
LineWidth = [3]
Marker = none
MarkerSize = [6]
XData = [ {1 by 7} double array]
YData = [ {1 by 7} double array]
ZData = []
...

```

Для запроса значения отдельного свойства используйте *get* с именем свойства:

```

get(h , 'Color')
ans =
      0      0.8000      0.8000

```

Объекты *axes* имеют много детальных свойств для всего графика. Например, заголовок *title*:

```

t = get(a , 'title');
set(t, 'String', 'Temperature', 'TontAngle', 'oblique')

```

Функция *title* обеспечивает другой интерфейс к этим же свойствам. Ниже приведен пример, иллюстрирующий использование управляемой графики (*Handle Graphics*) для создания пользовательского интерфейса:

```

b = uicontrol( 'Style', 'pushbutton' , ...
              'Units', 'normalized' , ...
              'Position'. [.5 .5 .2 .1] , ...
              'String', 'click here');

```

создает *pushbutton* в центре окна изображения *figure* и возвращает идентификатор нового объекта. Однако пока нажатие на эту кнопку ни к чему не приводит:

```

s = 'set(b , 'Position'', [.8*rand .9*rand .2 .1])';

```

создает строку, содержащую команду, которая меняет положение кнопки. Повторное использование

```

eval(s)

```

будет передвигать кнопку в случайные места. Окончательно,

```

set(b , 'Callback', s)

```

установит *s* в качестве обработки нажатия кнопки. Поэтому каждый раз, когда вы ее нажимаете, она перемещается на новое место.

MATLAB предоставляет несколько способов для создания двигающейся, анимационной графики. Использование свойства *EraseMode* предназначено для длинной последовательности простых графиков, где изменение от кадра к кадру минимально. Ниже представлен пример, моделирующий броуновское движение. Определим количество точек

```

n = 20;

```

температуру или скорость как

```

s = 0.02;

```

Лучшие значения этих параметров зависят от скорости вашего компьютера. Сгенерируем *n* случайных точек с координатами (*x,y*) между -1/2 и 1/2:

```

x = rand(n,1)-0.5;
y = rand(n,1) -0.5;

```

Отообразим точки в квадрате со сторонами в пределах от -1 до 1. Сохраним идентификатор для вектора точек и установим свойство *EraseMode* равным *xor*. Это укажет графической системе *MATLAB* не

перерисовывать весь график, когда изменяется координата одной точки, а восстанавливать цвет фона в окрестности точки, используя операцию исключающего ИЛИ (рис. 2.43):

```

h = plot{x , y , ' . ' );
axis( [-1 1 -1 1] )
axis square
grid off
set(h , 'EraseMode' , 'xor' , 'MarkerSize' , 18 );
while 1
    x = x + s*randn(n,1);
    y = y + s*randn(n,1);
    set(h, 'Xdata' , x , 'Ydata' , y)
end

```

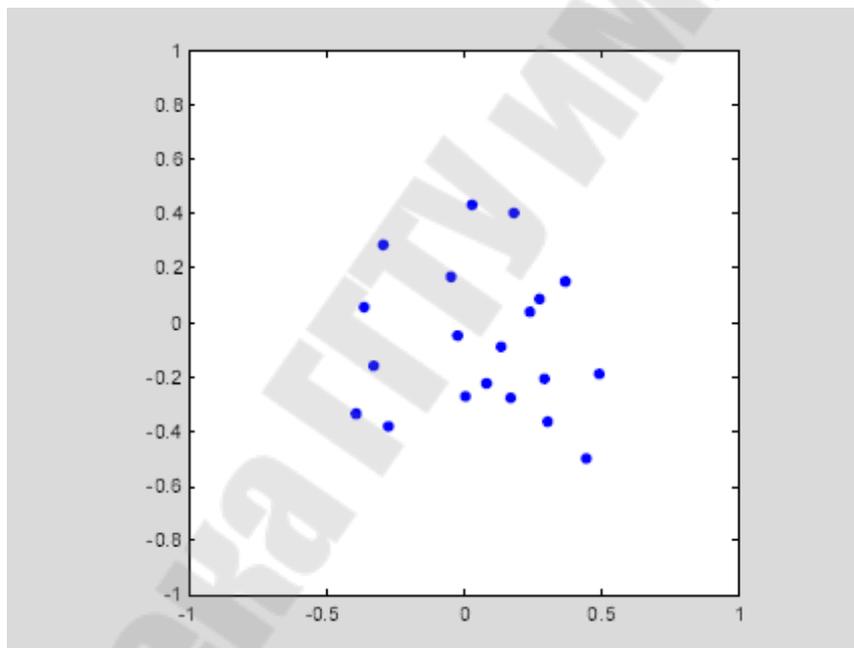


Рис. 2.43. Созданная анимация точек [6]

Если вы увеличиваете число точек в броуновском движении, например, $n = 300$, то в этом случае движение не будет очень подвижным, так как потребуется слишком много времени на каждом шаге. Становится более эффективным сохранить определенное число кадров как *bitmap* и проигрывать их как кино.

Во-первых, пусть число кадров

```
nframes = 50;
```

во-вторых, установим первый график как и ранее, за исключением использования *EraseMode*:

```
x = rand(n,1)-0.5;
y = rand(n,1)-0.5;
h = plot(x, y, ' . ' )
set(h, 'MarkerSize' , 18)
axis([-1 1 -1 1])
axis square
grid off
```

Теперь выделим достаточно памяти для сохранения нашего фильма:

```
M = moviein(nframes);
```

Это установит большую матрицу с *nframes* столбцами. Каждый столбец достаточно длинный, чтобы сохранить один кадр. Полное количество требуемой памяти пропорционально количеству кадров и области текущих осей, но она не зависит от сложности отдельных графиков. Для 50 кадров и осей по умолчанию необходимо около 7,5 мегабайт памяти. В нашем примере используются квадратные оси, которые немного меньше, поэтому требуется около 6 мегабайт.

Сгенерируем полученный фильм и используя *getframe*, сохраним каждый кадр.

```
for k = 1 : nframes
    x = x + s*rand(n,1);
    y = y + s*rand(n,1);
    set(h , 'XData', x , 'YData', y)
    M(:, k) = getframe;
end.
```

Теперь проиграем фильм 30 раз:

```
movie(30).
```

2.4. Возможности пакета Visio

Microsoft Visio – одно из самых популярных программ для создания диаграмм, которое позволяет создавать диаграммы, визуализировать данные и моделировать процессы в привычном интерфейсе. *Visio* поставляется с массивом шаблонов и встроенных форм, которые

дают возможность создавать практически любые диаграммы любой сложности. *Visio* также позволяет пользователям определять свои собственные шаблоны и импортировать их в документ.

Visio – скорее, программное обеспечение корпоративного класса, поскольку домашним пользователям редко приходится использовать расширенные функции построения диаграмм в *Visio*. Однако многие домашние пользователи покупают стандартную версию *Visio* для лучшей визуализации простых диаграмм, таких как генеалогическое дерево или планы этажей.

Visio обязан своими успехами на предприятиях тесной интеграцией с другими продуктами *Microsoft Office*, такими как *Word*, *Excel* и *Access*. Данные могут быть напрямую импортированы из этих программ и преобразованы в значимые диаграммы, которые изменяются в реальном времени в соответствии с данными. Например, электронная таблица *Excel* может содержать информацию о текущих потоках через электрическую линию. *Visio* можно использовать для схематического представления этого, и всякий раз, когда данные *Excel* обновляются, это также отражается и на диаграмме *Visio*.

Data Visualizer помогает автоматически создавать диаграммы процессов из данных *Excel*. Готовые или настраиваемые шаблоны *Excel*, содержащие информацию, которая помещается в диаграммы, можно импортировать непосредственно в *Visio* с помощью визуализатора данных и преобразовывать в диаграмму *Visio*. Любые изменения, внесенные в исходный файл *Excel*, также отражаются на диаграмме *Visio*.

Последняя версия *Visio* позволяет осуществлять реверс-инжиниринг баз данных для создания визуального представления базы данных. *Visio* может подключаться к различным базам данных, таким как *MySQL*, *SQL Server*, *Oracle* и т. д. И может обновлять диаграммы синхронно с изменениями в базе данных.

Диаграммы *Visio*, хранящиеся в *SharePoint* или *OneDrive* для бизнеса, теперь можно открывать для просмотра в любом современном веб-браузере с *Visio Online*, доступным в *Office 365*, или в бесплатном приложении *Visio Viewer* для *iPad*.

Чтобы открыть файл в *Visio*, перейдите в меню «Файл», которое открывает представление *Backstage*, и нажмите «Открыть». В разделе «Недавние» вы можете получить прямой доступ к последним документам, которые открывали или сохраняли.

В зависимости от настроек в меню «Открыть» перечислены некоторые местоположения файлов, которые можно просматривать для документов *Visio*. Нажмите «Добавить место», чтобы добавить *Office 365 SharePoint* или расположение *OneDrive* для быстрого доступа. Либо нажмите кнопку «Обзор» и выберите документ *Visio* из локальной или сетевой папки. Файлы *Visio* имеют расширение *.vsdx*.

Открыв документ *Visio*, увидите, что пользовательский интерфейс изменяется в соответствии с чертежом.

При нажатии на любой из вышеперечисленных шаблонов открывается шаблон документа.

Интерфейс документа *Visio* похож на другие программы *Office*, такие как *Word* или *Excel*. В верхней части у вас есть панель быстрого доступа, которая содержит общие команды, такие как «Сохранить», «Отменить» и «Повторить». Это можно настроить по мере необходимости.

Под панелью инструментов быстрого доступа находится знакомая лента *Office*. На вкладке «Главная» перечислены общие команды для работы с документом. По мере продвижения мы узнаем больше о других вкладках.

На левой панели есть *Shapes*, которая перечисляет общие формы, которые хорошо сочетаются с шаблоном. Чтобы вставить форму, просто нажмите и перетащите форму на холст. В *Visio* доступно множество фигур.

Когда размещаете фигуры на холсте, увидите направляющие, которые помогут вам выровнять фигуры относительно объектов, уже находящихся на холсте. Имеется линейка сверху и слева от холста. Это дает ощущение перспективы и позволяет создавать идеально выровненные диаграммы.

Фигуры в *Visio* – это в основном векторная графика, поэтому вы можете увеличивать или уменьшать размер по мере необходимости без потери качества. Вы также получаете представление об относительных размерах всех других фигур (обозначенных зелеными стрелками), когда пытаетесь изменить размеры любой фигуры.

SmartShapes позволяет автоматически соединять фигуры. Если вы хотите соединить фигуры, которые не связаны напрямую, вы можете соединить их вручную.

Чтобы вручную соединить фигуры, выберите инструмент «Соединитель» в разделе «Инструменты» на вкладке «Главная». Указатель мыши теперь превращается в соединитель.

Нарисуйте соединительную линию от исходной фигуры до места назначения. Заметите пунктирную линию, обозначающую разъем. Можно либо приклеить этот разъем к точке подключения, либо приклеить его к месту назначения. Приклеивание его к фигуре позволит переместить фигуру в другое место на холсте вместе с соединителем (рис. 2.44).

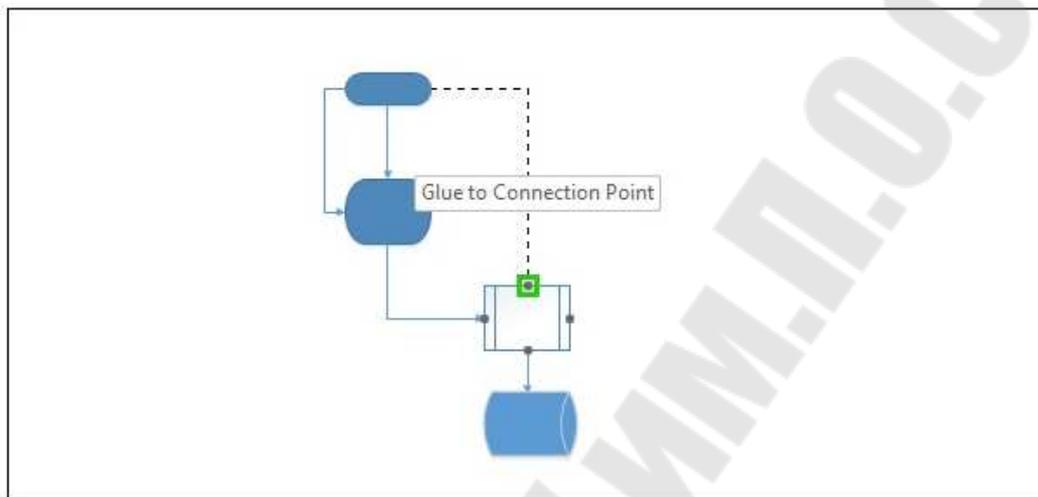


Рис. 2.44. Соединение фигур в Visio [7]

Начните с чистого документа (в данном случае блок-схема). Панель «Фигуры» имеет разные формы, применимые к потоковым диаграммам. Нажмите и перетащите фигуру на пустой холст. Можете изменить размер или повернуть форму по желанию или выровнять форму с помощью направляющих.

Когда перетаскиваете фигуру на холст, можно заметить, что вдоль фигуры есть четыре стрелки. При наведении курсора на любую из этих стрелок отобразятся возможные формы, которые можно создать и связать с этой формой.

Стрелка *SmartShape* перечисляет первые четыре фигуры для диаграммы, которые отображаются на панели «Фигуры». Можно настроить фигуры в четырех параметрах *SmartShape* в зависимости от вашего рабочего процесса. Чтобы задать фигуры, которые предпочитаете как *SmartShapes*, сначала выберите нужную фигуру на панели «Фигуры» и перетащите ее на одну из первых четырех фигур на панели.

В этом примере предположим, что фигура базы данных должна быть в первых четырех. Нажмите и перетащите фигуру базы данных в одну из первых четырех позиций (рис. 2.45). При создании *SmartShape* фигура *Database* доступна для использования.

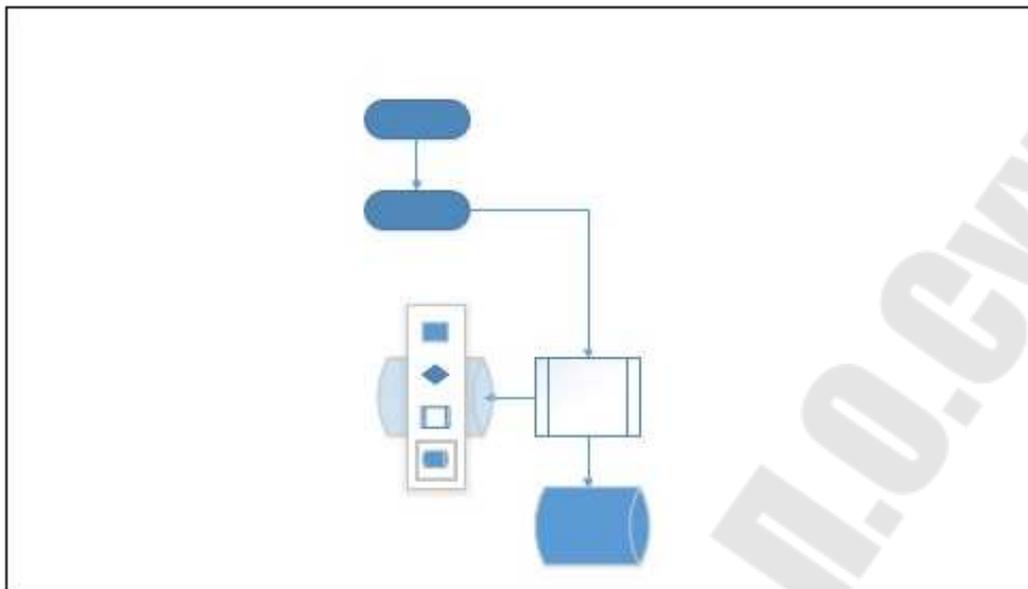


Рис. 2.45. Вставка фигуры базы данных в *Visio* [7]

Более новые версии *Visio* имеют встроенный интеллект, который помогает вам размещать фигуры между другими фигурами. *Visio* автоматически добавляет необходимые интервалы и соединители, чтобы новая фигура была вставлена в правильное положение.

Чтобы вставить фигуру между двумя фигурами, перетащите новую фигуру между нужными фигурами, пока не увидите зеленые квадраты на разъемах и не отпустите мышью. Новая фигура будет вставлена с равным интервалом и соответствующими соединениями.

Если вы удалите вставленную фигуру, соединитель простирается до следующей фигуры.

Часто вставка и удаление фигур может нарушить выравнивание диаграммы. Это также может неравномерно расставить элементы диаграммы. Чтобы обойти это, *Visio* предоставляет инструменты, которые автоматически выравнивают и размещают фигуры на диаграмме так, чтобы она выглядела идеально.

Чтобы автоматически выровнять и разместить фигуры на диаграмме, перейдите в раскрывающееся меню «Положение» в разделе «Упорядочить» на вкладке «Главная». Нажмите либо «Автопробел», либо «Автовывравнивание и пробел» в зависимости от требований. Вы также можете навести указатель мыши на эти команды, чтобы просмотреть, как будет выглядеть диаграмма после выравнивания.

Visio предоставляет параметры для автоматического изменения макета диаграммы с помощью команды *ReLayout Page*. Команда *ReLayout Page* предоставляет наиболее часто используемые макеты. Вы

также можете настроить некоторые аспекты макета по мере необходимости.

Откройте диаграмму и перейдите на вкладку «Дизайн» на ленте. Щелкните раскрывающееся меню «Переразметка страницы» и выберите нужный макет. Вы увидите, что диаграмма теперь меняется на выбранный макет. Вы также можете просмотреть внешний вид перед щелчком мыши, наведя указатель мыши на стиль макета.

Вы можете дополнительно настроить макет, щелкнув «Дополнительные параметры макета» в раскрывающемся меню «Переразметка страницы». Откроется диалоговое окно, в котором можно настроить свойства макета.

Можно изменить интервал между фигурами, вручную поменяв значения в поле «Интервал», а также изменить внешний вид разъемов на изогнутые, выбрав «Изогнутый» в раскрывающемся меню «Внешний вид». Установка флажка «Применить стиль маршрутизации к соединителям» изменяет внешний вид соединителей.

Visio позволяет вставлять текст либо внутри фигур, либо в документе. Можно выполнять форматирование текста так же как в другом текстовом редакторе.

В фигуру можно вставить текст. Просто дважды щелкните внутри фигуры, чтобы ввести текст. Текст автоматически оформляется в соответствии с формой. Обратите внимание, что *Visio* автоматически увеличивает масштаб фигуры, позволяя печатать, и уменьшает масштаб, когда щелкаете за пределами фигуры.

Чтобы вставить текст в документ, например, заголовок диаграммы, откройте раскрывающееся меню «Текстовое поле» на вкладке «Вставка» на ленте и выберите горизонтальное или вертикальное текстовое поле. Затем поместите курсор на документ и нарисуйте текстовое поле, чтобы начать его заполнять.

Можете изменить фон документа, выбрав один из предустановленных фонов или используя собственный шаблон фона. Чтобы вставить фон, щелкните раскрывающееся меню «Фон» на вкладке «Дизайн» на ленте и выберите предустановку фона. Это создает новую страницу в дополнение к странице диаграммы. Можете щелкнуть правой кнопкой мыши вновь созданную фоновую страницу, чтобы переименовать ее. Новый фон будет автоматически применен ко всем вновь созданным страницам в документе.

Помимо фигур, которые являются частью диаграммы, можете добавить свои собственные изображения в документ. Изображения могут поступать из любого онлайн- или офлайн-источника. Если вы

добавите изображение на фоновую страницу, оно появится на всех страницах документа.

Чтобы вставить изображения или графику, перейдите на вкладку «Вставка» на ленте и выберите одну из команд в разделе «Иллюстрации». Это может быть изображение на вашем локальном диске, онлайн-источник, диаграмма или даже чертеж САПР.

Иногда может потребоваться объединить два или более элементов диаграммы вместе. Можете использовать контейнеры для группировки фигур, которые зависят друг от друга. Сноски помогают вставлять больше текста за пределы фигуры. Выноски всегда связаны с формой и движутся вместе с ней.

Сначала сгруппируйте фигуры, выбрав «Группировать» в разделе «Упорядочить» на вкладке «Главная».

Чтобы вставить контейнер, перейдите на вкладку «Вставка» на ленте и щелкните раскрывающееся меню «Контейнер» в разделе «Части схемы». Увидите, что есть много вариантов дизайна для контейнера.

Выбрав дизайн, можете перетащить контейнер вокруг сгруппированных фигур. Отпустите кнопку мыши, чтобы заблокировать контейнер. Контейнер также содержит область для ввода текста. Дважды щелкните на область заголовка, чтобы ввести текст. В следующем примере мы поместили контейнер как «Завершить процесс».

Всякий раз, когда вы перетаскиваете контейнер, содержимое контейнера перемещается вместе.

Выберите форму, для которой вы хотите использовать выноску. Чтобы вставить выноску, перейдите на вкладку «Вставка» на ленте и щелкните раскрывающееся меню выноски в разделе «Части диаграммы». Увидите, что есть множество дизайнов для выбора выноски.

Выберите дизайн, подходящий для выноски. Выноска появится подключенной к выбранной фигуре.

Visio будет увеличивать ее при нажатии на выноску, чтобы включить ввод текста, и уменьшаться при нажатии вне выноски.

Панель «Данные формы» позволяет вводить дополнительные метаданные формы. Эти метаданные являются контекстными и зависят от выбранной формы.

Панель *Size & Position* позволяет вам изменять размеры выбранной фигуры. Это дает возможность установить точные измерения формы. Вы также можете изменить угол ориентации фигуры и положение шрифта, с которого должны учитываться измерения.

Панели задач предоставляют дополнительную функциональность пользовательскому интерфейсу. Можно использовать панели задач для настройки или добавления параметров объекта. Панель «Фигуры», которая существует по умолчанию, является примером панели задач.

Панели задач могут быть плавающими или закрепленными и могут быть изменены по мере необходимости. Помимо панели задач «Фигуры» существует довольно много других панелей, доступ к которым можно получить из раскрывающегося меню «Панели задач» на вкладке «Вид» ленты.

Одним из преимуществ использования *SmartShapes* является возможность быстрого и простого подключения фигуры к четырем фигурам. *AutoConnect* помогает быстро выбрать фигуру из четырех и мгновенно установить соединение с новой фигурой. Можете отключить функцию *AutoConnect*, просто сняв флажок *AutoConnect* в разделе *Visual Aids* вкладки *View*.

Динамическая сетка обеспечивает сигнал относительного выравнивания при вставке новой фигуры. Когда опция *Dynamic Grid* включена, увидите направляющие и индикаторы, относящиеся к фигуре.

Динамическая сетка может использоваться вместе с реальной сеткой. Фактическая сетка является более абсолютным измерением и должна учитываться, когда точные измерения важны при принятии решения о размещении форм.

Точки соединения помогают соединять фигуры с определенными точками на поверхности фигуры. Например, фигура может иметь четыре точки соединения по периметру, к которым могут присоединяться соединители. Включение точек подключения помогает точно соединять фигуры в определенных точках подключения.

Точки соединения могут быть обозначены зелеными квадратами, которые появляются со всех сторон фигуры. Если хотите подключиться к фигуре напрямую, а не к точке соединения на фигуре, снимите флажок «Точки соединения» на вкладке «Вид ленты».

Можно сохранить документ как документ *Visio* по умолчанию или сохранить его в формате *PDF*, экспортировать в форматы изображений: *JPG*, *GIF*, *TIFF*, *PNG* и *Bitmap*.

Добавление *SmartShapes* автоматически создает слои. Слои – это в основном наложения, которые можно индивидуально настраивать и включать или выключать. Каждая фигура и соединитель на диаграмме образует слой, свойства которого можно настраивать.

Чтобы узнать список слоев на диаграмме, в разделе «Редактирование» вкладки «Главная» щелкните раскрывающееся меню «Слои» и выберите «Свойства слоя». Фигуры могут быть назначены любому слою. Чтобы назначить фигуру слою, щелкните фигуру или соединитель на диаграмме, а затем нажмите «Присвоить слою» в раскрывающемся меню «Слои» в разделе «Редактирование» вкладки «Главная».

Темы и стили полезны, чтобы придать диаграмме оформление и выделить ее. *Visio* предоставляет стандартный набор тем и стилей, которые можно настраивать.

Темы применяются ко всей диаграмме. Темы состоят из набора цветов и эффектов, которые обычно хорошо сочетаются друг с другом. Это отличный способ быстро придать диаграмме изысканный вид. Темы также влияют на другие части документа, такие как заголовки, заголовки, текст и т. д.

Чтобы применить тему, перейдите на вкладку «Дизайн» и выберите тему в разделе «Темы». Стрелка раскрывающегося списка предоставляет больше вариантов по категориям. Когда щелкаете тему, все аспекты диаграммы и других частей документа отражают настройки темы.

От тем стили отличаются тем, что они применимы к выбранной фигуре или группе фигур. Стили помогают настраивать аспекты определенного стиля.

Чтобы изменить стиль фигуры, выберите фигуру и на вкладке «Главная», а затем выберите стиль в разделе «Стили фигуры». Стиль можно применять как к элементам формы на диаграмме, так и к отдельным текстовым полям. Можно выбрать несколько фигур, чтобы применить стиль ко всем из них вместе.

Организационные диаграммы – отличный способ изобразить иерархию в организации. *Visio* предоставляет готовые шаблоны, которые помогут вам начать создавать организационные диаграммы. Самый простой способ начать работу – использовать встроенный шаблон организационной структуры и опираться на него. В *Visio* шаблон организационной структуры можно найти, перейдя в меню «Новое». Нажмите кнопку «Домой», нажмите «Создать» и выберите вкладку «Шаблоны». На вкладке «Шаблоны» перейдите в категорию «Бизнес» и нажмите «Организационная диаграмма».

Откроется диалоговое окно, в котором вы можете выбрать график (рис. 2.46). Выберите единицы, которые вам удобны, и нажмите «Создать», чтобы загрузить формы организационной структуры в новую диаграмму.

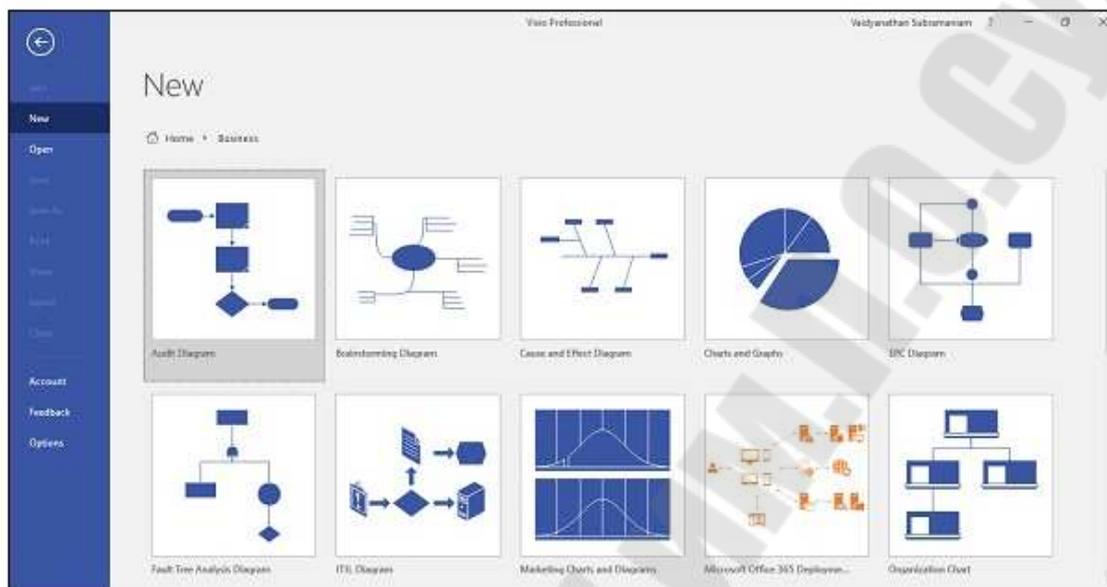


Рис. 2.46. Вставка шаблона «Организационная диаграмма» в *Visio* [7]

Существует два способа запуска мастера «Организационная диаграмма». Первый способ заключается в использовании мастера организационных диаграмм из раздела «Шаблоны» в меню «Создать».

Другой метод заключается в использовании команды «Импорт» в разделе «Организационные данные» на вкладке «Организационная диаграмма» на ленте, если создана организационная диаграмма.

Второй метод рекомендуется при переносе форматирования фона на все страницы в организационной структуре. Первый метод создает все необходимые страницы, но вам нужно индивидуально форматировать каждую страницу, что занимает больше времени.

В любом случае появляется мастер организационных диаграмм, в котором можно указать функциональность организационной диаграммы.

Подобно организационной диаграмме можно создавать временные шкалы в *Visio* для отображения расписания или серии событий.

Чтобы создать временную шкалу, перейдите в меню «Создать» на вкладке «Файл» и нажмите «Шаблоны». Перейдите в категорию «Расписание», нажмите «Временная шкала», а затем «Создать», что-

бы создать рабочую область временной шкалы. Поскольку временная шкала по существу измеряет время, выбор единиц не имеет значения.

После создания шаблона временной шкалы щелкните и перетащите фигуру временной шкалы «Блок» из панели «Фигуры» на холст. Откроется диалоговое окно *Configure Timeline*, где можете выбрать продолжительность для временной шкалы (шкалы времени); создает блок временной шкалы с равными интервалами между выбранными датами.

Вехи представляют собой конкретные моменты времени, в течение которых произошло или запланировано важное событие. Чтобы добавить веху, щелкните и перетащите фигуру «Веха линии» на выбранный интервал на временной шкале. Его не нужно отбрасывать точно через определенный интервал, поскольку вы можете вручную настроить точную дату и время события.

Когда перетаскиваете веху на временную шкалу, появляется диалоговое окно «Настроить веху», где вы можете указать точную дату и время вехи вместе с описанием события. Можно выбрать один из стандартных форматов даты, чтобы лучше представлять время и дату. Веху можно перетащить по временной шкале, а дата и время вехи будут соответственно обновлены.

Маркеры и индикаторы могут использоваться для обозначения определенных событий, таких как текущая дата или прошедшее время. Маркеры помогают получить представление о том, где сейчас находитесь в текущем графике.

Чтобы добавить маркер, например, сегодняшнюю дату, перетащите фигуру «Сегодня» на шкалу времени. Возможно, захотите отрегулировать желтый конец, чтобы текст маркера не перекрывался с вашей вехой или другой информацией. Маркер «Сегодня» перемещается с течением времени, давая вам представление о текущем статусе в реальном времени.

Еще одним маркером или индикатором, который может быть полезен, является прошедшее время. Индикатор истекшего времени помогает измерять время, прошедшее с начала временной шкалы. Обозначается зеленым прямоугольником на протяжении прошедшего времени. Конечно, как и любая другая форма, цвет формы истекшего времени может быть настроен.

Можно создавать календари в *Visio*, чтобы лучше организовывать и передавать информацию. Для этого перейдите в меню «Создать» на вкладке «Файл» и нажмите «Шаблоны», затем «Расписание». В кате-

гории «Расписание» выберите «Календарь задач на несколько недель», а затем «Создать», чтобы создать рабочую область календаря.

Увидите, что создан календарь по умолчанию. Тем не менее можете создать свой собственный календарь, перетащив форму месяца на пустой холст. Откроется диалоговое окно «Настройка», где можете указать календарный месяц. Дни месяца заполняются автоматически, а выходные дни отличаются от дней недели.

Можно применять обычные методы форматирования, такие как темы и варианты, к временной шкале. Также можете выбрать фон, чтобы все последующие временные шкалы создавались с использованием фонового шаблона.

Чтобы добавить встречу на один день, щелкните форму «Встреча» на панели «Фигуры» и перетащите ее в какое-либо место в календаре. Откроется диалоговое окно «Конфигурация», где можете ввести информацию о встрече.

Иногда встречи могут растянуться на несколько дней. Чтобы добавить многодневную встречу, щелкните и перетащите форму многодневного события из панели «Фигуры» в календарь. Это снова открывает диалоговое окно *Configure*, где можете указать детали события, а также даты начала и окончания. После создания многодневной встречи можете перетащить ручку встречи, чтобы охватить дополнительные даты, если это необходимо.

В *Visio* встроены надежные инструменты аудита и инвентаризации, которые помогают быстро просматривать различные компоненты диаграммы. Можете извлекать такую информацию, как количество каждой из фигур, используемых на диаграмме, свойства фигур, текст на фигурах и т. д., в виде таблицы, которая может помочь быстро просмотреть и убедиться, что документ соответствует заданным спецификациям. Чтобы получить инвентаризацию документа, перейдите на вкладку «Рецензирование» на ленте и в разделе «Отчеты» выберите «Формировать отчеты».

После составления отчета открывается диалоговое окно «Выполнить отчет», в котором можно выбрать формат отчета. Обычно предпочтительно экспортировать отчет в виде файла Excel, чтобы упростить сортировку полей данных, но также можете выбрать экспорт в формате *HTML*, *XML* или в виде *Visio*. Выберите «Копировать определение отчета» в разделе «Сохранить отчет вместе с».

Каркасные диаграммы обычно используются разработчиками программного обеспечения для создания прототипа дизайна пользовательского интерфейса программного обеспечения. Каркасы помогают визуализировать положение и поведение различных элементов в пользовательском интерфейсе до того, как программное обеспечение может быть развернуто.

Откройте меню «Файл» и нажмите «Создать». В разделе «Шаблоны» щелкните категорию «Программное обеспечение и база данных» и прокрутите вниз, чтобы выбрать шаблон «Каркасная диаграмма».

Он открывает шаблон для *Wireframe Diagram*, а на панели *Shapes* перечисляются все элементы управления и кнопки, обычно используемые в программном интерфейсе пользователя.

Для создания нового диалогового окна щелкните категорию «Диалоги» на панели «Фигуры» и перетащите фигуру «Диалог» на холст. Можете изменить размер фигуры по умолчанию по мере необходимости. Теперь у нас есть внешняя рамка для диалогового окна.

ГЛАВА 3. ПРОВЕДЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

Создание и применение электронных презентаций в работе на сегодняшний день весьма актуально. Использование электронной презентации в проводимых мероприятиях оживляет их, и любая информация воспринимается слушателями более эмоционально. Также не следует забывать, что зрительное восприятие информации значительно эффективнее, чем на слух или при чтении текста.

Каждый человек сталкивается с необходимостью представить себя или результаты своей работы, информацию различным слушателям. Даже интересные и полезные проекты нужно соответствующим образом донести до сознания аудитории. Возникает вопрос: можно ли научиться искусству презентации? Данное руководство призвано рассмотреть основные этапы подготовки и проведения презентации, дать советы, но успех презентации будет зависеть от ваших коммуникативных способностей, организационных навыков и применению на практике принципов эффективной презентации.

Для того чтобы при проведении мероприятий представить информацию наиболее убедительно и наглядно, необходимо владеть навыками работы в программах и умением создавать электронные презентации. Это позволяет сопровождать доклады, отчеты показом наглядных материалов: схем, графиков, диаграмм, плакатов, различных иллюстраций.

3.1. Основные этапы подготовки и проведения презентации

В связи с развитием информационных технологий, появлением прикладного программного обеспечения и проектора в настоящее время целесообразно использовать для сопровождения выступлений, докладов, защит мультимедийное сопровождение. Подготовка и показ иллюстративного материала в виде презентации сочетает все необходимые моменты по организации качественного сопровождения выступления докладчика, включая звук, видео и анимацию.

Под презентацией подразумевается передача или представление аудитории новой для нее информации, т. е. в общепринятом понимании презентация – это демонстрационные материалы для публичного выступления. Электронная презентация – это файл, в который собраны материалы выступления, подготовленные в виде компьютерных слайдов.

К достоинствам электронной презентации можно отнести:

- последовательность изложения. При помощи сменяющихся слайдов легко удержать внимание аудитории;
- возможность воспользоваться шпаргалками. Презентация – это не только то, что видит и слышит аудитория, но и заметки для выступающего – как расставить акценты, о чем не забыть;
- мультимедийные эффекты. Слайд презентации – это не просто изображение, в нем могут быть элементы анимации, аудио- и видеофрагменты;
- компактность и транспортабельность. Диск (флэш-карта) с презентацией гораздо компактнее рулона плакатов, при этом файл презентации можно легко переслать по электронной почте или опубликовать в Интернете.

Мультимедийная презентация – это подготовка материала с использованием технических средств и программного обеспечения.

Преимущества мультимедийной презентации заключаются в том, что она позволяет одновременно задействовать графическую, текстовую и аудиовизуальную информацию. Чередование или комбинирование текста, графики, видео и звукового ряда позволяет донести новый материал в максимально наглядной и легко воспринимаемой форме.

Наглядность – это ключевой аргумент использования мультимедийных презентаций. И лучше всего он выражается расхожей фразой: «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать», или даже прочесть.

От возникновения идей до их осуществления проложен большой путь. Хорошие идеи очень редко сами прокладывают себе дорогу. Сегодня, как никогда ранее, важно представить свои идеи, предложения, продукты, достижения, самого себя, другими словами, донести и показать их другим.

Английский термин «presentation» в русском переводе означает «представление». Презентация рассматривается как отдельная специальная часть процесса коммуникации, т. е. межличностная передача информации, основанная на обратной связи, с целью достижения необходимого результата.

Наиболее распространенными являются презентации на следующие темы:

- презентация предприятия;
- презентация проекта (например, дипломного проекта, проекта на конкурс);

– презентация текущих и конечных результатов стажировки (обучения);

– презентация самого себя.

Отличительной особенностью презентации является ее интерактивность: сообщение делается в режиме диалога с участниками.

Каждое деловое общение предполагает точное формулирование целей, которые должны быть достигнуты. Эти цели могут быть обобщены в следующем виде:

– мотивировать (побудить) кого-либо к рассмотрению того или иного вопроса, принятию решения или выполнению действий;

– убедить кого-либо (поставщика, потенциального партнера, клиента, др.) в реальности, значимости, потенциальном успехе и т. д. вашего предложения;

– проинформировать о чем-либо потенциально или реально заинтересованную сторону.

Таким образом, презентация призвана способствовать созданию наиболее благоприятных условий для достижения максимально конкретных результатов, соответствующих ее целям.

Каждая презентация «живет своей жизнью», ее эффективность определяется конкретной ситуацией. Тем не менее вероятность успеха возрастет, если вы будете следовать основным принципам коммуникации:

1) планирование. Вы как отправитель информации должны четко знать, кто будет получателем информации и представлять себе ответы на вопросы: что, кому, где, когда, для каких целей?

2) структурирование. Вам необходимо определить приоритеты, подчеркивать и выделять главные темы и аспекты передаваемой информации;

3) постановка проблемы. В начале своего информационного сообщения вы должны будете сделать введение в тематику выступления. Это позволит получателю быстрее почувствовать проблему и лучше понимать контекст во избежание неточной интерпретации информации;

4) обобщение и повторение. Вам следует периодически обобщать и повторять основные положения передаваемой информации, помогая получателю лучше структурировать материал, а также при возможности ставить промежуточные уточняющие вопросы;

5) изложение фактов. Передаваемое вами сообщение должно базироваться на фактах, а не на мнениях. Сообщение должно иметь четкую логическую форму, а не расплывчатую структуру;

6) учет специфики получателя. При подготовке и передаче сообщения должны учитываться язык и терминология, принятые у получателя, его уровень и характер знаний, и квалификация;

7) контроль коммуникации. Разные получатели по-разному реагируют на одно и то же сообщение. Поэтому необходимо гибкое реагирование и изменение передаваемой вами информации, ее структуры и характера. Она должна быть приближена к специфике получателя;

8) выбор правильного канала передачи информации. Канал передачи должен соответствовать характеру передаваемой вами информации и специфике получателя сообщения;

9) выбор правильной формы представления информации (кодирования). Форма должна соответствовать характеру передаваемой вами информации и особенностям ее получателя.

Преимуществами мультимедийной презентации является следующее:

- позволяет адаптироваться под особенности обучающихся, изменить скорость подачи материала;

- позволяет уменьшить непроизводительные затраты живого труда;

- повышает мотивацию обучающихся;

- обеспечивает наглядность, которая способствует комплексному восприятию и лучшему запоминанию материала. За счет анимации возможна демонстрация динамичных процессов;

- позволяет проиграть аудиофайлы – излагаемый материал подкрепляется зрительными образами. Так, информация закрепляется подсознательно на уровне интуиции;

- быстрота и удобство использования.

Благодаря использованию презентационных материалов обеспечивается воздействия на разные органы чувств и повышается эффективность процесса обучения. Презентация должна дополнять доклад, а не дублировать его.

Перед созданием презентации на компьютере важно определить:

- назначение презентации, ее тему – следует самому понять то, о чем вы собираетесь рассказывать;

- примерное количество слайдов – их не должно быть много, иначе они будут слишком быстро меняться, и времени для записи у слушателей не останется;

- как представить информацию наиболее удачным образом;

- содержание слайдов;

- графическое оформление каждого слайда, единый стиль.

Этапы создания презентации включают:

- Планирование презентации – определение целей, изучение аудитории, формирование структуры и логики подачи материала.
- Составление сценария – логика, содержание.
- Разработка дизайна презентации – определение соотношения текстовой и графической информации, введение анимационных эффектов, цветовая гамма.
- Проверка и отладка презентации.

Требования к оформлению презентаций содержат следующее:

1. Требования к содержанию информации:

1.1. Заголовки должны привлекать внимание аудитории; у каждого слайда должен быть заголовок.

1.2. Слова и предложения – короткие (тезисы, следует избегать перепечатывания текста доклада).

1.3. Временная форма глаголов – одинаковая.

1.4. Минимум предлогов, наречий, прилагательных (четкость изложения).

2. Требования к расположению информации:

2.1. Горизонтальное расположение информации.

2.2. Наиболее важная информация – в центре экрана.

2.3. Комментарии к картинке располагать внизу.

2.4. Минимум анимации, которая отвлекает внимание, стараться избегать анимации «по щелчку». Если анимация вводится, то она должна последовательно появляться на экране. Анимационные эффекты не должны использоваться как самоцель. Анимация допустима либо для создания определенного настроения или атмосферы презентации (в этом случае анимация тем более должна быть сдержанна и хорошо продумана), либо для демонстрации динамичных процессов, изобразить которые иначе просто невозможно (например, для поэтапного вывода на экран рисунка).

3. Требования к шрифтам:

3.1. Размер заголовка – не менее 24 п., остальной информации – не менее 18 п.

3.2. Не более двух-трех типов шрифтов в одной презентации.

3.3. Для выделения информации использовать начертание: полужирный шрифт, курсив или подчеркивание. Необходимо использовать так называемые рубленые шрифты (например, различные варианты Arial илиTahoma), причем размер шрифта должен быть достаточно крупный. Предпочтительно не пользоваться курсивом или шрифтами с засечками, так как при этом иногда восприятие текста ухудшается.

В некоторых случаях лучше писать большими (заглавными) буквами (тогда можно использовать меньший размер шрифта). Иногда хорошо смотрится жирный шрифт. Стоит учитывать, что на большом экране текст и рисунки будут видно также (не лучше и не крупнее), чем на экране компьютера.

4. Способы выделения информации:

4.1. Рамки, границы, заливка.

4.2. Различный цвет шрифта, ячейки, блока.

4.3. Рисунки, диаграммы, стрелки, схемы для иллюстрации наиболее важных фактов. Важно подобрать правильное сочетание цветов для фона и шрифта. Они должны контрастировать, например, фон – светлый, а шрифт – темный, или наоборот. Первый вариант предпочтительнее, так как текст читается лучше. Черный текст – белый фон не всегда можно назвать удачным сочетанием для презентаций, так как при этом в глазах часто начинает рябить. При использовании фотографий в качестве фона надо либо использовать более-менее однотонные иногда чуть размытые фотографии, либо располагать текст не на самой фотографии, а на цветной подложке.

5. Объем информации и требования к содержанию.

5.1. На одном слайде располагать не более трех фактов, выводов, определений.

5.2. Ключевые пункты отражаются по одному на каждом отдельном слайде. Большие таблицы трудны для восприятия – лучше заменять их графиками, построенными на основе этих таблиц, выводами, таблицами с динамикой, отражающей темпы роста, прироста.

В презентации не рекомендуется использовать музыкальное сопровождение, если, конечно, оно не несет смысловую нагрузку, так как музыка будет отвлекать внимание.

При подготовке мультимедийных презентации докладчик может использовать возможности Интернета. При создании презентации следует находить как можно больше точек соприкосновения презентуемого материала и «внешних» информационных потоков. Это позволяет сделать презентацию более интересной, актуальной и захватывающей.

3.1.1. Основные принципы выполнения и представления компьютерной презентации

Помните, что компьютерная презентация не предназначена для автономного использования, она должна лишь помогать докладчику во время его выступления правильно расставлять акценты.

Не усложняйте презентацию и не перегружайте ее текстом, статистическими данными и графическими изображениями.

Не читайте текст на слайдах, устная речь докладчика должна дополнять, описывать, но не пересказывать представленную на слайдах информацию.

Дайте время аудитории ознакомиться с информацией каждого нового слайда, а уже после этого давать свои комментарии показанному на экране, в противном случае внимание слушателей будет рассеиваться.

Делайте перерывы. Не следует торопиться с демонстрацией последующего слайда. Позвольте слушателям подумать и усвоить информацию.

Предложите раздаточный материал в конце выступления, если это необходимо. Не делайте этого в начале или в середине доклада, так как все внимание должно быть приковано к вам и к экрану.

Обязательно отредактируйте презентацию перед выступлением после предварительного просмотра (репетиции).

Нужно обратить внимание на то, что *тема и цель презентации могут быть совершенно разными!*

Может быть предложено выступить с отдельной презентацией или осуществить ее в рамках какого-либо мероприятия: совещания, конференции, выставки и т. д. Участие в мероприятиях может потребовать не только адаптации темы вашего выступления к общей тематике мероприятия, но и существенно изменить его содержание.

Можно условно объединить все типы презентаций в две большие группы:

- 1) устные сообщения;
- 2) презентации с помощью аудиовизуальных средств.

Каждая из перечисляемых выше форм имеет свои достоинства и недостатки.

Простейшей формой презентации является презентация вербальная, т. е. устное сообщение в форме выступления перед аудиторией. Вы можете дополнить устное сообщение раздачей участникам текста своего выступления. Устное сообщение – также неотъемлемая часть презентаций с использованием демонстрационных материалов.

Устное сообщение может осуществляться в любом помещении и перед любым количеством слушателей, причем технические средства (микрофон) могут понадобиться только при выступлениях перед большой аудиторией.

С другой стороны, несмотря на внешнюю простоту, устные сообщения потребуют от вас весьма тщательной подготовки. Главная опасность состоит в том, что у каждого слушателя складывается собственное визуальное представление о предмете вашего сообщения, порой весьма отличное от действительного.

Во время стажировки вы будете делать очень много устных сообщений, как во время презентаций, так и во время неформальных встреч.

Достоинства: не требуются технические средства и специальные помещения.

Расходы: на изготовление и размножение текста выступления.

Недостатки: участники могут составить неверное визуальное представление о предметах сообщений.

Возможные технические осложнения: могут возникнуть при использовании микрофона.

К традиционным средствам визуального дополнения устного сообщения относятся такие простейшие технические средства, как различные доски, флипчарты (перекидные блокноты) и плакаты.

Применение известных вам досок для мела, их современных пластиковых собратьев – пинвандов или флипчартов (больших перекидных блокнотов на стойках) удобно для проведения презентаций в интерактивном режиме и в присутствии небольшой аудитории, когда изображение должно быть составлено в результате обсуждения и не подготавливается заранее. Такие традиционные средства визуализации хорошо подходят для заседаний рабочих групп, круглых столов и т. п.

Заметное неудобство составляет ограниченный объем информации, которая может быть представлена на доске или флипчарте.

Достоинства: изображения могут быть созданы непосредственно в ходе презентации. Могут легко вноситься изменения и исправления.

Расходы: только на пишущий инструмент.

Недостатки: требуются доски; объем информации ограничен; информация уничтожается при стирании; перенос изображений на бумагу требует наличия специального аппарата; изображения не всегда аккуратны.

Возможные технические осложнения: отсутствие или плохое качество необходимого пишущего инструмента; отсутствие средства для стирания изображения.

Плакаты используются чаще всего при докладах. Такого рода материалы подготавливаются заранее, а внесение последующих изме-

нений сопряжено с переделыванием, как минимум, одного из плакатов. Кроме того, возникают дополнительные сложности хранения, транспортировки и развешивания плакатов. Поэтому они все реже применяются для презентаций.

Презентации с использованием проецируемых демонстрационных материалов наиболее распространены в настоящее время. Необходимые визуальные материалы изготавливают в виде прозрачных пленок или диапозитивов (слайдов). Можно подготовить проецируемые изображения заранее или наносить их на пленку от руки во время выступления.

Для проецирования вам потребуется специальное оборудование: проектор для пленок – оверхед, или проектор для диапозитивов. Если первый вид проекторов вы сможете найти, то проекторы для слайдов встречаются уже достаточно редко.

Презентации с использованием демонстрационных видеоматериалов чаще всего используются на выставках, что позволяет окупить расходы по изготовлению видеоматериалов. Вы, конечно, можете использовать уже имеющиеся на вашем предприятии. При использовании на зарубежных стажировках не забудьте о различии систем видеозаписи. Демонстрация цветного изображения в черно-белом варианте или демонстрация без звука неэффективна.

Достоинства: динамическая демонстрация; дополнительное слуховое воздействие.

Электронные средства используются для презентации больших объемов информации. Эту информацию можно условно разделить на демонстрационные показы, включающие анимацию, и статическую информацию, созданную с помощью компьютерной графики.

Достоинства: высокое качество изображений, в том числе и многоцветных; однозначность визуального представления; возможность корректировки; возможность быстрого изменения структуры презентации; возможность проецирования текстов, текстов в комбинации с иллюстрациями, сложных графических изображений; простота изготовления. Помещение не нужно затемнять.

Недостатки: требуется специальное оборудование.

Возможные технические осложнения: опасность подмены живого общения с аудиторией видеопозитивом; несовместимость программного обеспечения.

Для создания презентаций наиболее простой и распространенной программой является *PowerPoint*, входящий в программный пакет

Microsoft Office. С ее помощью пользователь может быстро оформить доклад в едином стиле, значительно повысив степень восприятия предоставляемой информации аудиторией, обеспечив визуализацию информации в виде блок-схем, тезисов, маркированных списков. Презентация, подготовленная в *Power Point*, представляет собой последовательность слайдов, которые могут содержать все необходимые таблицы, диаграммы, схемы, рисунки, входящие в демонстрационный материал. При необходимости в презентацию можно вставить видеоэффекты и звук.

3.2. Подготовка выступления

Устное выступление во время презентации в значительной степени определит ее успех. Основные факторы: подготовка публичной речи, оратор и аудитория.

Составляется следующий план:

- 1) подготовительный этап выступления;
- 2) создание речи;
- 3) композиция публичной речи;
- 4) оратор и аудитория.

Классическая риторика состоит из следующих частей:

- инвенция (от лат. «изобретение») – создание речи;
- диспозиция (от лат. «расположение») – построение речи;
- элокуция (от лат. «выражение», «украшение») – языковое оформление речи;
- мемория (от лат. «память») – запоминание речи;
- акцио (от лат. «действие») – произнесение речи.

Публичная речь – явление творческое, сложное. Чтобы добиться нужного эффекта, оратору необходимо много работать. Будет ли это хорошо подготовленная речь или блестящая импровизация, она всегда результат накопленного опыта, знаний и умений. Оратор должен уметь подготовить выступление по заданной теме, уметь изложить материал, установить контакт со слушателями, отвечать на вопросы, быть готовым ко всяким неожиданностям.

Хорошая речь насчитывает десять элементов: объективность, ясность, образность, целенаправленность, повышение внимания, повторение, неожиданность, смысловую насыщенность, лаконизм, юмор.

Таким образом, подготовка речи начинается задолго до выступления и состоит из нескольких этапов, например, по предложению немецкого ученого Х. Леммермана, это:

- сбор материала;
- отбор материала и его организация;
- обдумывание материала;
- подготовка тезисов или плана;
- стилистическое оформление;
- написание текста выступления;
- мысленное освоение;
- проба речи.

Кроме первого, подготовительного этапа, следующий этап – это подготовка к конкретному выступлению. Она определяется видом ораторской речи, зависит от темы, целей, состава аудитории.

Подготовка речи начинается с определения ее темы. Тема должна быть не абстрактной, а ясной и понятной для слушателей, точной и лаконичной. Она может быть выбрана самим автором или ее может определить случай, ситуация.

Тема раскрыта, если освещены все выбранные аспекты, приведено достаточное количество нужных фактов, когда вывод логически вытекает из содержания лекции и слушателям все понятно.

Затем определяют цель выступления, так как в одном случае цель – информировать слушателя, в другом – заставить слушателя переживать, в третьем – принять позицию автора. Так, задача информационной речи – дать слушателям новые знания. Информационная речь содержит факты, события, размышления и выводы. Развлекательная речь призвана доставить слушателям удовольствие, снять стресс. Агитационные речи убеждают слушателей, воодушевляют, побуждают к действию. Часто эти цели бывают объединены.

Необходимым элементом подготовки является оценка состава слушателей и обстановки. Оратор заранее должен выяснить, какова предполагаемая численность слушателей, социальный состав аудитории, возраст, образовательный и культурный уровень, национальность. В отдельных случаях – вероисповедание. Также необходимо узнать, где будет проходить выступление – в большом зале, маленьком помещении, какова акустика выбранного помещения, не тесно ли будет слушателям.

Следующий этап работы – подбор материала для конкретного выступления.

Выступающий должен изучить официальные документы, справочную и научно-популярную литературу, обобщить наблюдения и размышления. В ходе этой работы рекомендуется делать записи, выписывать цитаты, цифры, факты, вести картотеку.

Как бы мастерски ни владел оратор речью, текст речи необходимо готовить заранее. Подготовка заранее написанного текста имеет много преимуществ. Его можно проверить, исправить ошибки, внести дополнения и изменения, можно показать кому-либо для проверки. Кроме того, когда оратор работает над речью, он еще раз тщательно продумывает все детали выступления.

Выступление на публике – это стресс, даже если вам по долгу службы приходится «толкать» пламенные речи перед большой аудиторией почти каждый день. На деле все не так страшно, если готовиться к каждому выступлению с толком и расстановкой.

Имейте в виду, что подготовка необходима всегда. Даже если вы признанный эксперт в своей сфере, уйти от темы, забыть про время, переволноваться за пару минут до выхода к зрителям может каждый. Это подтверждают все, кто имеет большой опыт в публичных выступлениях. Поэтому подготовка к выступлению не менее важна, чем само выступление.

Подготовка презентации включает в себя следующие шаги:

1. Формулирование цели презентации.
2. Выбор формы проведения презентации.
3. Составление плана выступления.
4. Подготовка тезисов выступления.
5. Сбор и обобщение необходимой информации.
6. Составление перечня демонстрационных материалов.
7. Наброски рисунков, схем, таблиц и графиков.
8. «Привязка» демонстрационных материалов к положениям выступления.
9. Составление развернутого текста выступления.
10. Пробное выступление перед сослуживцами.
11. Обсуждение вопросов и замечаний сослуживцев.
12. Внесение возможных изменений и дополнений в выступление и демонстрируемые материалы.
13. Повторное пробное выступление.

Отдельная тема – количество слайдов. Никакого норматива нет. Все зависит от содержания выступления. Слайдов должно быть ровно столько, сколько необходимо, чтобы аудитория «поняла» все ваши мысли. Иногда хватает 6 слайдов, а иногда нужно 106. Главное, чтобы они не мелькали у зрителя перед глазами в таком темпе, что он даже не успевает посмотреть на картинку, не то что прочитать текст.

Никто не заставляет вас заучивать всю речь наизусть, но и открыто читать текст публичного выступления с листочка – это неуважение к публике. Просто подготовьте шпаргалку с планом.

Можно выписать тезисы, цифры, ключевые мысли, афоризмы на картонные карточки, держать их в руках и подглядывать по мере необходимости. Можно взять планшет для бумаг, куда вы закрепите листы с заметками, или же пользоваться обычным планшетом и ориентироваться на свои электронные записи.

Успех оратора определяют следующие качества: артистизм, обаяние, уверенность в себе, дружелюбие, искренность, объективность, заинтересованность в результатах выступления. Также немаловажное значение имеют внешний вид оратора, виртуозное владение речевым аппаратом. Одевайтесь удобно и презентабельно: никаких мятых рубашек и натирающей обуви. Когда вы уверены, что отлично выглядите, то будете уверены и в себе.

Схематически последовательность шагов представлена на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Подготовка презентации

Любое выступление имеет внешне сходную структуру:

- вступление;
- основная часть;
- заключение.

При подготовке презентации рекомендуется начинать любое вступление с представления самого себя. Оно должно быть весьма кратким, если не является собственно целью презентации.

После представления необходимо сообщить участникам о том, какую цель преследует презентация.

Вступление должно далее содержать краткое описание того, о чем будет говориться в основной части.

Основная часть выступления призвана передать участникам необходимый объем информации, требующейся для достижения его цели.

Опытные презентаторы рекомендуют упомянуть вновь главные положения основной части выступления в его заключительной части. Наконец, может быть высказано пожелание выступающего к аудитории.

Составные части выступления должны быть логически связаны друг с другом. При этом желательно избегать возвращения к уже сказанному. Повторения тем более нежелательны. В связи с этим рекомендуется составить простой графический план выступления.

На рис. 3.2 приведен один из возможных вариантов плана выступления, посвященного проекту совместного производства нового продукта с потенциальным партнером.

При планировании выступления и его подготовке очень часто возникает желание успеть сказать как можно больше.

Уже на стадии планирования выступления рекомендуем обратить большое внимание на его язык. Обычно неопытные выступающие стараются произвести наилучшее впечатление, «жонглируя» большим количеством специальных терминов, стараясь высказать простые мысли самым сложным наукообразным способом.

Старайтесь формулировать свое выступление с помощью простых и ясных слов. Избегайте усложнений и «высокого стиля». В то же время примитивное изложение также деструктивно.

В дополнение к устному выступлению рекомендуется иметь его текст. По объему этот текст может соответствовать выступлению, быть больше (расширенные материалы) или меньше (краткий реферат) выступления.

Текстовый материал, как и выступление, должен подготавливаться выступающим самостоятельно. Это позволяет исключить появление в тексте несовпадений с устным сообщением, устаревших данных, ошибок и опечаток.

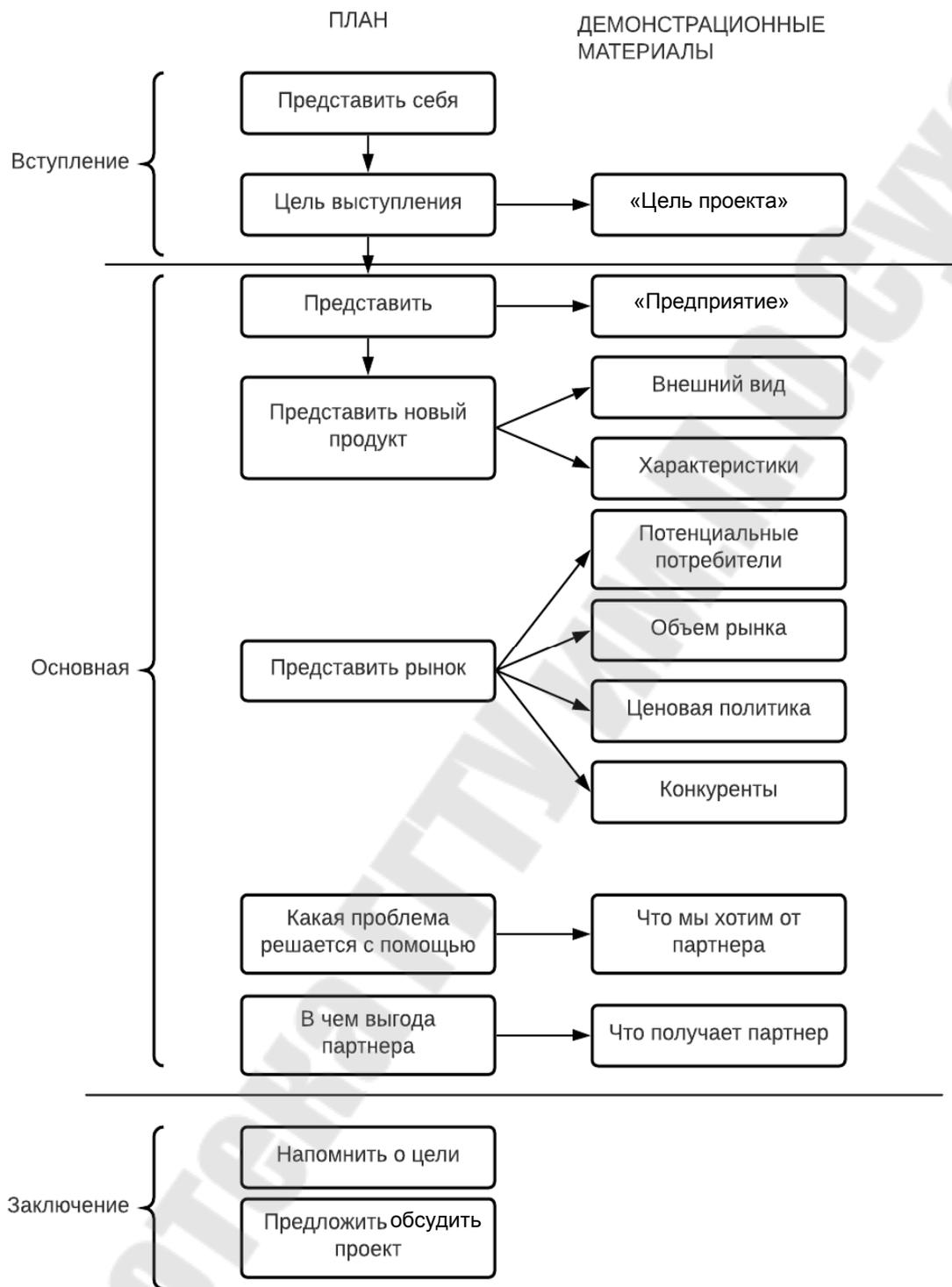


Рис. 3.2. Возможный вариант плана выступления

Пример

«Вы сказали, что оборот вашей фирмы составляет... А в тексте стоит совсем другая цифра!» – «Этот материал мне приготовила бухгалтерия. Я думаю, что они взяли цифры из прошлогоднего отчета. То, что я сказал, правильно».

Следует избегать чрезвычайно большого объема текстовой части. Возможно, что слушатели не будут иметь времени не только для его детального изучения, но и для прочтения вообще. Существует и другая опасность: получив текст перед началом презентации, участники могут увлечься его чтением и прослушать важные положения выступления.

Очень часто участникам раздаются только дополнительные материалы, на содержание которых ссылается в своем выступлении презентатор: разного рода таблицы, документы, отчеты и т. д.

3.2.1. Планирование демонстрационных материалов

Главной целью использования демонстрационных материалов является повышение эффективности презентации. Визуальная информация воздействует на аудиторию существенно интенсивнее, чем вербальная. Известна русская пословица: «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать». Важным преимуществом визуальной информации является достаточная однозначность его восприятия аудиторией.

Количество демонстрационных материалов должно соответствовать принципу разумной необходимости и достаточности. Бесконечное мелькание демонстрационных материалов неэффективно. Поэтому необходимо заранее планировать их объем. Примерно оценить необходимое количество слайдов можно следующим образом:

$$N = \frac{t}{2},$$

где t – время презентации, мин.

Если время демонстрации отдельных слайдов не занимает более 10–12 с, то их максимальное количество может составлять:

$$N = \frac{2t}{3}.$$

Так, например, во время презентации, рассчитанной на 20 мин, можно показать не более 12–14 слайдов (преимущественно графические изображения).

Восприятие визуального материала заметно снижается при длительных презентациях. Например, во время 30-минутной презентации представляется разумным ограничиться демонстрацией 15–17 слайдов.

В ходе презентаций обычно демонстрируются:

1) текст – демонстрируется достаточно редко. При подготовке таких слайдов следует ограничить объем информации 1–3 короткими предложениями. Например, в виде текстового материала могут быть представлены *тема* презентации, *название* обсуждаемого проекта, *миссия* предприятия, цитата;

2) графики рационально использовать для демонстрации тех или иных тенденций и связей между переменными. Например, графики наглядно демонстрируют динамику изменения объемов производства, сезонные изменения объемов продаж и т. п.;

3) диаграммы используются для визуализации числовых данных. В последнее время широко используются рисуночные диаграммы. Например, круговые диаграммы удобны для представления долей рынка, занимаемых различными производителями. Гистограммы наглядно показывают распределения сходных продуктов нескольких производителей по ценовым группам. Другим примером широко распространенных гистограмм является диаграмма Ганта;

4) схемы удобны для визуализации связей, процессов и процедур. Наиболее часто схемы используются для демонстрации структур предприятий. Блок-схемы наглядно демонстрируют процессы и процедуры;

5) иллюстрации применяются для показа внешнего вида предприятий, оборудования, изделий и т. д. Они также применяются для демонстрации идей. Другим видом иллюстраций могут служить фирменные логотипы. Последние редко используются в виде отдельных иллюстраций, но часто применяются в колонтитулах.

3.2.2. Планирование времени

Время презентации ограничивается определенными рамками, которые зависят от целей презентации, степени заинтересованности аудитории и временных возможностей слушателей. Дополнительные временные ограничения могут также накладываться регламентом мероприятия, во время которого осуществляется презентация.

Для наиболее распространенных презентаций могут быть рекомендованы следующие временные рамки:

- Презентация предприятия – не более 20 мин. При проведении презентации на выставке временные рамки должны быть сужены и могут не превышать 5 мин.

- Презентация проекта – 15–20 мин (дипломного проекта – 7–10 мин).
 - Презентация промежуточных результатов стажировки – до 30 мин.
 - Презентация конечных результатов стажировки. С учетом того, что ход стажировки обсуждался ранее, презентация результатов требует около 10 мин.
 - Самопрезентация – не более 10 мин.
- Важно учитывать распорядок рабочего дня организации, на которой проходит презентация.

3.2.3. Планирование расположения при презентации

Важным является правильный выбор места для проецирования. Оно зависит, в первую очередь, от размещения слушателей в помещении для презентации. Основные типы размещения участников презентаций с указанием мест правильного расположения выступающего показаны на рис. 3.3. Самым важным критерием является полнота и удобство видения изображения на экране каждым слушателем.

При возможности рекомендуем располагать экран как можно дальше от входной двери, так как в этом случае участник, опоздавший на презентацию, не отвлечет аудиторию своим появлением.

Наконец, желательно, чтобы на экран не падал прямой яркий свет из окна, делая изображение на экране недостаточно четким.

Презентация проекта предполагает представление некой работы, которую предстоит выполнить или которая находится на определенном этапе выполнения. Может представляться и уже завершенная работа, например, дипломный проект.

Проект в отличие от других работ имеет следующие четкие ограничители:

- конкретную задачу;
- заданный объем, выраженный в четко определенных единицах измерения;
- заданные временные рамки, включая даты начала и окончания;
- точные объемы необходимых финансовых, материальных и человеческих ресурсов;
- систему контроля;
- конкретных ответственных исполнителей.

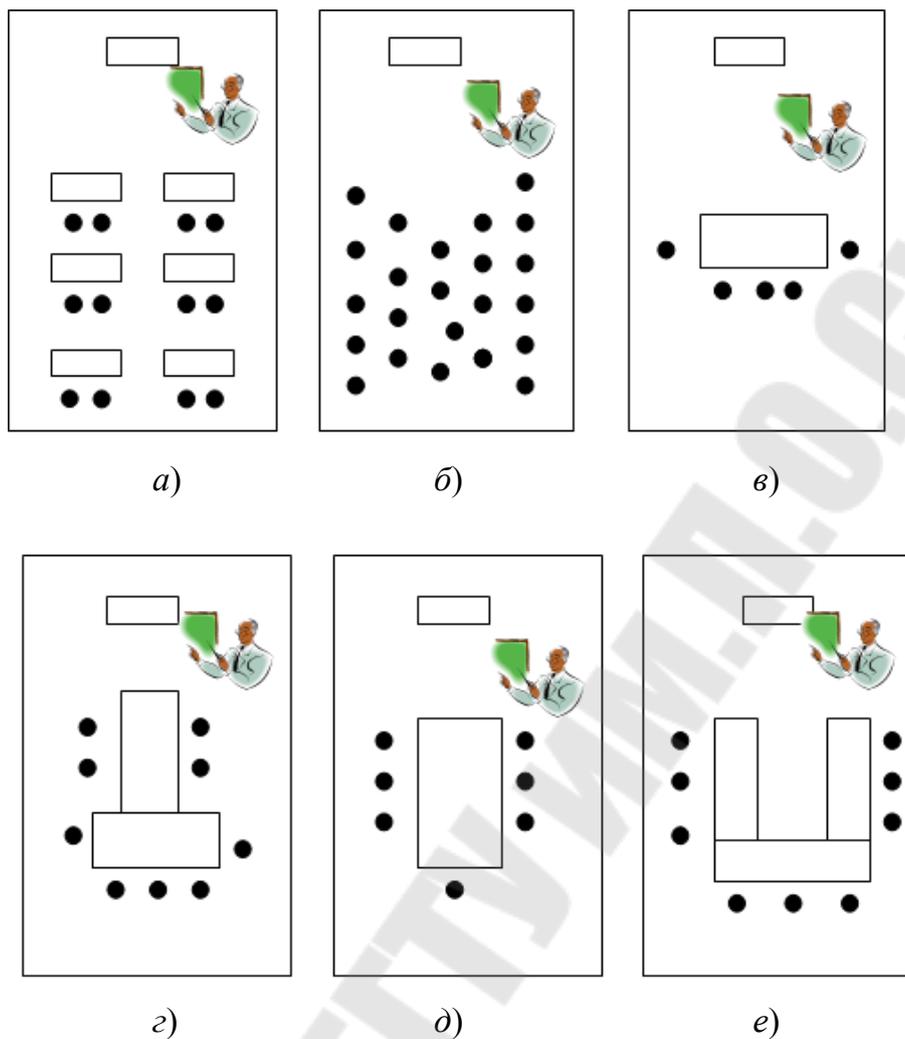


Рис. 3.3. Наиболее распространенные варианты размещения участников в помещении для презентаций:

- а* – слушатели сидят за столами-партами; *б* – формат конференции (отсутствие столов позволяет увеличить количество слушателей);
- в* – выступление перед комиссией в равном положении;
- г* – рассадка буквой «Т» вмещает большее количество слушателей;
- д* – совещание с руководителем во главе;
- е* – расстановка буквой «П»

Проводя презентацию своего проекта, вы, как правило, предлагаете участникам презентации оценить ваш проект, помочь вам самостоятельно его осуществить или принять в нем участие. При этом главными целями презентации могут быть:

- доказательство целесообразности реализации предлагаемого проекта;
- убеждение в реальности его осуществления;
- побуждение к участию в проекте.

3.2.4. Рекомендуемая структура презентации проекта

Рассмотрим проект повышения квалификации. Презентация вашего проекта в зарубежном институте будет носить, скорее, характер окончательного уточнения целей вашей стажировки. Такая презентация будет проходить в форме устного собеседования, структуру которого зададут зарубежные эксперты.

Означает ли это, что вам не нужно будет готовиться? Отнюдь нет! Подготовьте в письменном виде свою анкету (СИ). То и другое, безусловно, понадобится вам при проведении презентации на зарубежной фирме, которая будет во время практики играть для вас роль учебно-консультационной организации.

Структура презентации в этом случае может быть следующей:

- краткое представление (имя, должность, образование и опыт);
- общие сведения о предприятии;
- организационно-управленческая структура предприятия;
- ваше место в этой структуре и соответствующий профессиональный опыт;
- ваше подразделение (время существования, численность);
- ключевые проблемы;
- задачи, которые вы предполагаете решить во время нахождения на зарубежной фирме.

Рассмотрим проекты поставки продуктов. Главная цель презентаций проектов поставки продукции на зарубежный рынок состоит в убеждении потенциального партнера в выгоде, которую он может получить.

Структура презентации может иметь следующий обобщенный вид:

- очень краткое представление (имя, должность, полномочия);
- общая информация о предприятии (цель – формирование чувства доверия к вашему предприятию);
- подробное представление продукта в сопоставлении с продуктами, уже имеющимися на рынке;
- ваше представление о потенциальных рынках и потребителях;
- описание возможных общих условий и процедур поставки;
- ожидаемые результаты;
- упоминание имеющегося успешного опыта поставки продукции на отечественный и зарубежный рынки.

Презентации этого типа являются чаще всего первым шагом, за которым могут последовать и другие шаги. При благоприятном исходе презентации вам придется проводить различного рода переговоры

о конкретных условиях и процедурах поставки, формулировать и обсуждать соответствующие контракты. Поэтому не стоит усложнять презентацию всякого рода подробностями.

Рассмотрим проекты производственной кооперации. Проекты такого рода обычно возникают между компаниями, уже имеющими опыт сотрудничества или в достаточной степени известными друг другу. Вы вряд ли можете рассчитывать не только на мгновенный успех, но и на очень большое внимание к проекту кооперации со стороны руководства фирмы, на которую вы попали впервые в жизни.

Структура такой презентации может выглядеть в общем виде следующим образом (учитывая, что участники вашей презентации вас уже знают):

- общее краткое представление предприятия;
- точное название предлагаемого проекта;
- цель проекта;
- предполагаемые результаты в сопоставлении с существующими, в том числе у реальных и потенциальных конкурентов;
- основные этапы проекта;
- потребности в ресурсах разного рода (по каждому этапу и по проекту в целом);
- стоимость выполнения проекта (по каждому этапу и по проекту в целом);
- временные рамки проекта;
- предполагаемые формы и содержание участия зарубежных партнеров (по работам и этапам);
- предполагаемое финансовое участие зарубежных партнеров;
- совместный контроль за выполнением проекта;
- ожидаемые результаты и их разделение.

В момент выступления оратору необходимо следить за мимикой и жестами. Его лицо должно быть серьезным, приветливым, дружелюбным.

Жесты подчеркивают речь, оживляют ее, уточняют и расшифровывают. Есть жесты нужные, а есть жесты вредные, отвлекающие. Раздражают суетливые, повторяющиеся жесты. Нельзя крутить пуговицу, украшение, дергать себя за нос или волосы, перебирать бумаги на столе и др.

Публичная речь заставляет оратора овладеть всем богатством голоса. Если оратор говорит невнятно, шепелявит, тихо, монотонно, слишком громко, то можно сказать, что выступление не запомнится слушателям.

Хороший голос – приятный, вибрирующий, спокойный, хорошо модулированный, доверительный, теплый, мелодичный, заботливый, уверенный, дружеский, звучный, окрашенный интонацией.

Плохой голос – резкий, хриплый, дрожащий, робкий, отрывистый, крикливый, тихий, бесцветный, ироничный, монотонный, скучный.

Каждый звук имеет четыре характеристики: высоту (высокий, низкий), силу (от шепота до крика), длительность (скорость произнесения), тембр (окрашенность).

Высота и сила голоса будут меняться в зависимости от условий выступления, вида речи, состояния оратора. Высокий тон быстро утомляет, низкий тон заставляет слушать с напряжением.

Нормальный темп речи, когда речь легко усваивается, – около 120 слов в минуту. За чересчур быстрой речью трудно уследить, замедленная речь заставляет слушателей заниматься чем-то другим.

Важную роль играет интонация, так как она передает внутреннее состояние человека. Оратор должен заботиться о чистоте произношения, о дикции.

3.3. Создание презентации и техника эффективного выступления

Во время лекции, доклада или на иных выступлениях, как правило, используют средства наглядной демонстрации: плакаты, пособия, лабораторные опыты. Для этой же цели применяют диапроекторы, кодоскопы, демонстрирующие слайды графических рисунков на экран. Появление компьютера и мультимедийного проектора позволило перейти к подготовке и показу иллюстративного материала в виде презентации, которая сочетает все необходимые моменты по организации качественного сопровождения выступления докладчика, включая звук, видео и анимацию.

Можно выделить следующие основные части полномасштабной презентации:

- открытие;
- ваше выступление;
- ответы на вопросы участников;
- дискуссия;
- заключение.

Открытие презентации обычно делается принимающей вас стороной. В других случаях вам предстоит самостоятельно начать свое выступление.

Вступление

Шаг 1. Приветствие

Любая презентация начинается с приветствия участников. Оно может быть деловым или достаточно неформальным.

Характер приветствия определяется в зависимости от круга участников: должностной уровень, степень вашего знакомства, присутствие незнакомых участников, в том числе и не являющихся сотрудниками фирмы, количество участников (чем меньше их число, тем неформальнее может быть ваше приветствие, если, разумеется, речь идет не о высшем руководстве).

Могут использоваться общие обращения, например:

- «Уважаемые дамы и господа!».
- «Уважаемые коллеги!».
- «Уважаемый господин.../Уважаемая госпожа...!».
- «Уважаемый господин доктор.../Уважаемая госпожа доктор...!».

Шаг 2. Цель

Вторым шагом открытия презентации является изложение:

- повода;
- темы;
- цели мероприятия, даже в том случае, если вы полагаете, что это уже известно присутствующим.

Например:

- «Темой моего выступления является система качества на нашем предприятии. Я хотел бы показать существующие проблемы и получить вашу поддержку в ...».

- «Сегодня я хотел бы представить наше предприятие. Полагаю, что ознакомление с его опытом и производственным потенциалом очень важно для возможного налаживания нашего сотрудничества

в будущем».

Шаг 3. Порядок работы

Далее вы оглашаете своего рода «маршрут движения», чтобы участники презентации могли представить «цель маршрута». Для этого вы представляете:

- основные структурные элементы презентации;
- разбивку по времени;
- информацию о том, какие дополнительные материалы получат участники (в случае необходимости).

Пример

«Мое выступление будет состоять из трех частей: описания кадрового потенциала нашего предприятия, существующей системы мотивации персонала и проблем в этой сфере. Полагаю, что это займет не более 20 мин. После этого я с удовольствием отвечу на возможные вопросы. В случае вашей заинтересованности я буду готов передать вам дополнительные материалы по теме моего выступления. Я рассчитываю, что вместе с дискуссией мы будем работать не более одного часа, а если этого времени окажется недостаточно, то договоримся о следующей встрече».

Шаг 4. Совместная работа

Необходимо настраивать участников на активную совместную работу во время презентации. Это достигается, если вы:

- задаете по ходу презентации вопросы участникам;
- обеспечиваете вовлеченность участников;
- покажете непосредственную пользу для участников.

«Провоцируйте» участников. «Провокацией» может служить, к примеру, выдвижение курьезного, парадоксального, смелого тезиса...

Дополнительные рекомендации к вступлению

Настройте себя положительно – думайте о чем-то приятном.

Прежде чем вы начнете говорить, установите зрительный контакт с аудиторией. Ваши слушатели воспримут это уже как обращение к ним.

Остановите затем взгляд на ком-либо, кого вы уже знаете. Это придаст вам дополнительную уверенность. Однако не пытайтесь «гипнотизировать» одного человека – включайте в сферу вашего внимания весь круг участников.

Говорить начинайте громко и четко (приветствие, представление, тема и т. д.).

Старайтесь избегать запинаний и особенно фраз-«паразитов».

Основная часть

Структура

Разумеется, только вы сами можете и должны определить содержание основной части вашего выступления. Важно однако раскрыть тему выступления не только с достаточной полнотой, но и в систематичной форме.

Рекомендуем разбить содержание основной части выступления на логически связанные основные пункты и подпункты. Одновременно подумайте, какой объем материала будут в состоянии воспринять ваши слушатели за запланированное вами время выступления.

Рекомендации к основной части выступления

Постарайтесь говорить *свободно*, даже если иностранный язык не является вашей «сильной стороной». Однако в вашем выступлении не должно быть очевидной заученности – вас собьет с пути первый же промежуточный вопрос. Единственный выход – тренировка.

Начинайте с представления *структуры* основной части (дайте общий обзор или представьте структуру на флипчарте или на слайде).

Целенаправленно используйте возможности своего *голоса*. Варьируйте его силу, тональность и темп речи для того, чтобы выделить существенные пункты, обратить внимание на логические связи, сконцентрировать внимание слушателей.

Стройте *короткие и ясные* предложения с целенаправленными паузами, особенно если вы проводите презентацию на иностранном языке.

Исключительно осторожно обходитесь с профессиональным жаргоном: как правило, его прямой перевод на иностранный язык невозможен! Специально изучите необходимые *термины* на иностранном языке.

Не пытайтесь скрывать вашу неуверенность в использовании иностранного языка. Не бойтесь говорить с *ошибками*, если вы не владеете языком в совершенстве. Не стесняйтесь переспрашивать, если вы не поймете вопрос.

Говорите в личной форме («Я»).

Не сдерживайте вашей *жестикуляции*. Активизируйте вашу жестикуляцию при необходимости.

Не стойте неподвижно. Однако не играйте карандашом, указкой и другими предметами. Пользуйтесь ими только для работы.

Заключение

В заключительной части доклада кратко сделайте еще раз обобщение наиболее существенных пунктов вашего выступления.

Избегайте ничего не говорящих заключительных формулировок типа: «На этом я заканчиваю», «На этом давайте завершим» и т. п.

Выразите личную *благодарность* слушателям за участие.

Если после выступления запланирована дискуссия и выделен сотрудник принимающей стороны, которому поручено ее ведение (так называемый модератор), то передайте ему слово.

Рекомендации по обращению с техническими средствами

Следите за тем, чтобы показывались только те материалы, о которых в данный момент идет речь.

Следите за тем, чтобы по возможности все присутствующие *могли видеть* объект показа.

При объяснениях поворачивайтесь *лицом к участникам*, а не к доске.

Показывайте рукой (но не пальцем).

Не заслоняйте собой изображение.

Рассмотрим дискуссию и ответы на вопросы. Как вести себя во время дискуссии?

Возникновение вопросов и дискуссии по поводу вашего выступления не свидетельствуют о его неуспешности. Наоборот, это подтверждение того, что ваша презентация не оставила ее участников безразличными, т. е. проходит успешно.

Для того чтобы дискуссия была успешной, она должна носить позитивный и предметный характер, представлять из себя объективное и обстоятельное обсуждение позиций, ведущее к решению проблемы. Столкновение амбиций со взаимными претензиями, упреками и обидами сторон недопустимо. Нельзя подменять объективное обсуждение предмета субъективным выяснением межличностных отношений оппонентов. Конфронтационный ход дискуссии ведет к конфликтам и вражде участников, а главное – к сохранению, а иногда и обострению проблемы.

Представим некоторые практические рекомендации.

1. Чаще становитесь на место противоположной стороны.

1.1. Делайте уступки по непринципиальным вопросам и проявляйте твердость в отстаивании принципиальных позиций.

1.2. Демонстрируйте непредвзятость в оценке мнений и позиций оппонентов.

1.3. Показывайте гибкость вашего подхода в оценке мнений и позиций оппонентов.

1.4. Отдавайте должное удачным фрагментам выступления и аргументам противника.

2. Ни в коем случае недопустимо подменять обсуждение предмета дискуссии выяснением межличностных отношений с оппонентами – критиканство, обиды, упреки, препирательство.

3. Говорите на понятном всем языке или воспользуйтесь услугами переводчика. Используйте нормативный язык: слова и выражения, представленные в известных национальных словарях. Нередко даже такие, казалось бы, распространенные выражения, как «затраты», «социальные выплаты», «дочернее предприятие», «филиал»,

«совместное предприятие» требуют дополнительного согласования, поскольку в национальных законодательствах разных стран у них может быть несовпадающее содержание.

4. Язык тела и жестов.

4.1. Не становитесь слишком близко к собеседнику.

4.2. Стойте перед аудиторией прямо, слегка наклонив корпус вперед.

4.3. Установите зрительный контакт с аудиторией.

4.4. Не размахивайте руками и не суетитесь в ходе выступления.

4.5. Держите руки свободно, не суйте их в карманы, показывайте аудитории ладони (открытость), а не их тыльную сторону.

Вопросы и ответы

Важнейшей и решающей частью дискуссии являются, как правило, вопросы и ответы, следующие за изложением позиций каждой из сторон.

Вопросы позволяют реализовать следующие задачи:

– выявить или уточнить в благожелательной форме потребности и мотивы участников;

– скорректировать собственную позицию;

– мягко и бесконфликтно скорректировать позицию оппонента в соответствии с вашей позицией;

– вовлечь партнера в активное обсуждение проблемы, сделать его соучастником ее решения;

– создать атмосферу доверительности, поскольку партнер чувствует ваше желание пойти ему навстречу;

– завоевать симпатию оппонента (людям нравится говорить о себе).

Подготовка к выступлению

Предположим, что завтра вам предстоит презентация, к которой вы долго готовились. Имеется план, подготовлены слайды, отпечатаны тексты и т. д.

Тем не менее рекомендуем еще раз все проверить:

1. Вы записали презентацию на нескольких носителях (флэш-карта, диск, дискета).

2. Порядок слайдов соответствует логике вашего выступления.

3. Проверьте каждую копию размноженных текстов. Количество копий текста выступления – достаточное, порядок страниц – верный.

4. Заготовьте себе «шпаргалку». Лучше всего – тонкую карточку формата А5, на которой крупно и читаемо можно записать основные позиции выступления с соответствующими отсылками к слайдам и т. д.

5. Вспомните еще раз, какими словами вы собираетесь открыть презентацию (3–4 предложения наизусть).

6. Проверьте свою *одежду*. Ваша одежда должна соответствовать событию. Никто не ожидает вашего появления во фраке, но и джинсы будут неуместны. Обычный деловой костюм вполне подойдет. Галстук обязателен. Вы должны выглядеть ухоженно, поэтому брюки должны быть отглажены, а рубашка – свежей.

Женщинам не следует отвлекать участников остромодной или чрезмерно открытой одеждой. Яркая одежда и крупный рисунок также отвлекают.

Сильный запах даже самых модных духов или одеколona может быть приятен не всем участникам.

Имейте в запасе, даже в день выступления, не только носовой платок (очень нужная вещь – им так удобно вытирать со лба пот на первой презентации!). Мужчинам может понадобиться запасной галстук, а женщинам – колготки (именно эти предметы туалета почему-то особенно часто пачкаются и рвутся в самый неподходящий момент!)

Не советуем одевать абсолютно новые вещи – вы будете чувствовать себя в них неудобно.

Создайте себе «тайное преимущество» посредством тщательного и спокойного осмотра помещения, где будет проходить ваша презентация.

Расскажем *о помещении*. Обычно бывает заранее известно, в каком из помещений фирмы вы будете делать презентацию. Тем не менее советуем его еще раз осмотреть: не появилось ли что-то, что мешает презентации (например, рядом начался ремонт и будет очень шумно). При возможности устраните помехи или замените помещение. Если у вас появится возможность выбора нового помещения, то рекомендуем не стремиться получить очень большую комнату: «в тесноте, да не в обиде» в определенной степени лучше, чем пять человек в актовом зале.

Необходимо определить, что, кто и где будут находиться, и откуда можно будет взять то, что вам может понадобиться.

Расположение участников. Вспомните рис. 3.3 и определите свое собственное месторасположение во время презентации. В этом месте рядом с вами должен быть стол, на который вы положите свои материалы и будете управлять презентацией во время показа.

Технические средства. Технические средства подлежат обязательной проверке.

Дополнительные средства. Проверьте наличие всевозможных дополнительных средств, которые могут вам понадобиться: указка, фломастеры, карточки и доска для заметок, ножницы, клей и т. д.

Расстановка столов. Если вы обнаружите, что вам неудобен порядок размещения участников, то переставьте столы и стулья в удобном для вас порядке. Сделать это нужно накануне или в любом случае до появления в помещении участников презентации.

Прочее. Общепринято расставлять на столах напротив каждого участника плотные карточки (на подставках или просто «домиком»), на которых участники напишут свои фамилии. Если такие карточки будут вам доступны, то расставьте их – вам не придется запоминать имена задавших вопросы и будет легче обращаться к любому из присутствующих. Положите на столы несколько толстых фломастеров для участников.

Тексты вашего выступления, проспекты вашего предприятия и другие материалы лучше всего также заранее положить на столы перед каждым участником. Если участники вам еще незнакомы, то можно разложить на столах и ваши визитные карточки.

Можно заранее написать тему вашего выступления на доске или флипчарте.

Подготавливая презентацию, вы ориентировались на определенную аудиторию участников. Можете ли вы быть уверены, что в день презентации вы встретитесь именно с нужной вам аудиторией?

Рекомендуем вам заранее проявить некоторую инициативу. Подготавливая свою первую презентацию, обсудите с вашим куратором по стажировке состав ее потенциальных участников. Вы будете еще недостаточно хорошо представлять, кого следует пригласить.

Хорошим шагом может быть подготовка письменного приглашения каждому участнику. Накануне презентации вам необходимо еще раз уточнить состав ее участников.

Представленные на слайдах данные связаны с представлениями и идеями автора, его художественными вкусами и техническими возможностями. Вместе с тем стоит учесть некоторые рекомендации, следование которым может быть полезным для выступающих:

– *не перегружайте слайд информацией.* Оригинальные авторские материалы должны иметь такую структуру и содержание, чтобы за достаточно краткое время их демонстрации слушатели могли бы быстро понять содержание информации (за счет наглядности) и без напряжения распознать ее (за счет правильно подобранных размеров

элементов проецируемого изображения). *Избыток информации* на одной пленке мешает быстрому пониманию темы в целом. Кроме того, слушатели могут упустить действительно важную информацию. Поэтому важно равномерно распределить информацию на проецируемых пленках. Излишняя детализация изображений, а также применение мелких изображений могут привести к тому, что информация будет вообще визуально неразличимой, особенно для сидящих далеко от экрана;

– *шрифты* (типы, размеры) следует выбирать, исходя из условий хорошей читаемости и восприятия изображения. Широко применяются шрифты типа *Times New Roman* и *Arial*. Заголовки, текст, буквенные и цифровые обозначения должны для наглядности выполняться шрифтами разной величины с размерами кеглей не менее 16. При повторении одного и того же текста на нескольких слайдах, например, темы выступления, рекомендуется сохранять вид и размеры шрифта. Мелкие шрифты (размер кегля – 14 и менее) могут использоваться для дополнительных надписей, которые могут понадобиться, но не предназначены для участников;

– *тексты*, размещенные на слайде, не должны быть слишком длинными. Показ одного слайда длится, как правило, 15–20 с, поэтому в тексте не должно быть более 9–10 строк, а в каждой строке – не более 5–6 слов. В большинстве случаев достаточно поместить на слайд только 3–4 строки;

– *цвет*. Цветовое оформление дает широкие дополнительные возможности. В большинстве случаев цвета применяют в качестве отличительного признака, например, в диаграммах, графиках, схемах. Вы можете также использовать «цвета фирмы», которую вы представляете, особенно в логотипах (фирменных знаках) или в колонтитулах. В отношении использования так называемых «национальных цветов» вам следует быть особенно корректным. Комбинации таких цветов (бело-сине-красный – для России и черно-красно-желтый – для Германии) обычно уместны для презентаций, связанных с темой сотрудничества.

Применение излишнего количества цветов, особенно в диаграммах и графиках, может вызвать неуверенность в идентификации. Это особенно часто происходит, когда для выделения близлежащих или смежных участков диаграмм применяют малоразличимые цвета. Там, где это возможно, следует ограничиться тремя контрастными цветами, например, синим, красным и зеленым.

Красный цвет в избыточном количестве может восприниматься как угрожающий или чрезмерно агрессивный. В России красным цветом часто делают надписи, выделяют цифры, свидетельствующие о достигнутых успехах. В Германии так называемые «красные цифры» обозначают финансовые потери.

Желтый цвет плохо подходит для надписей и линий. Если этот цвет все-таки нужен, то *размеры шрифтов и толщину линий нужно увеличить в два раза* по сравнению с обычными.

Фон должен быть мягким. Его нельзя делать «едкого», режущего глаза цвета (оранжевый, ярко-красный и т. п.) Тона грязно-зеленого, грязно-синего, фиолетового и других мрачных цветов могут «свести на нет» ваши старания. В хорошо освещенном помещении слишком светлый фон будет сливаться с экраном. *Предпочтительнее выглядит светлый насыщенный фон с черными буквами на нем.*

Рамки. Наличие общей рамки, обрамляющей все изображение на слайде, придает изображению завершенный вид. Рамки могут обрамлять и отдельные части демонстрируемого изображения. *Широкая черная (темная) рамка во всем мире воспринимается как траурная.*

Графики, диаграммы, рисунки должны быть специально приспособлены для проецирования, «легкочитаемы» и понятны.

Таблицы редко используются при презентациях. В том случае, если нельзя обойтись без их демонстрации, нужно попробовать обойтись минимумом таблиц, а сами таблицы максимально упростить.

Не копируйте существующие материалы. Подобные материалы (прямые копии из книг, журналов, отчетов и т. п.) «выпадают» из стройного визуального ряда подготовленных вами слайдов.

Подсказки иногда очень помогают при презентации. Их можно сделать в программе Power Point в виде заметок к слайду. Но при этом не пытайтесь записать на полях весь ваш доклад.

Показ слайдов может осуществляться механически при переключении самим выступающим или с его сигнала (например, словом «дальше»), что иногда приводит к отрыву текста выступления от визуальной презентации. Автоматическая смена слайдов также нежелательна, поскольку формат выступления может быть изменен по ходу презентации и слайды могут или «запаздывать», или «опережать» говорящего.

Повторный показ слайдов может быть сопряжен с определенными трудностями, поэтому рекомендуется вставить номер слайдов и распечатать один экземпляр всех слайдов на листе формата А4.

3.4. Методика подготовки устного выступления

3.4.1. Подготовка доклада на учебный семинар

Работу по подготовке доклада можно подразделить на две основные фазы:

- *докоммуникативную* – планирование и подготовку доклада;
- *коммуникативную* – практическая реализация доклада.

В *докоммуникативной* фазе необходимо учитывать три фактора:

- Во-первых, тему и цель выступления, которые обычно задаются преподавателем. В этом случае студенту необходимо ее конкретизировать и уточнить. Важно, чтобы тема представляла интерес для выступающего и его слушателей.

- Во-вторых, участников коммуникации и аудиторию, которые также не выбираются выступающим. Как правило, это учебная группа и учебная аудитория, в которой проводится семинар.

- В-третьих, условия: место и время.

Эффективность доклада на учебном семинаре оценивается по трем критериям:

- 1) соответствие содержания доклада его цели и задачам;
- 2) степень и характер активности слушателей во время доклада;
- 3) степень влияния услышанного как на интеллект, так и на чувства слушателей.

Планирование доклада зависит от темы доклада, целей и задач, стоящих перед выступающим, его индивидуальных особенностей, от состава аудитории, в которой предстоит выступить.

Цель доклада состоит в том, чтобы представить новую информацию, которая требует осмысления и убедить, побудить слушателей к действию, сделать так, чтобы они приняли или изменили свою точку зрения на излагаемую проблему. Знание цели усиливает внимание. Если выступающий не подумает о назначении доклада, он не добьется успеха.

Цель доклада закладывается в так называемую стержневую идею – это основной тезис, который необходимо ясно сформулировать с самого начала. В докладе может быть несколько стержневых идей, но не более трех. Стержневая идея дает возможность задать определенную тональность докладу. Сформулировать стержневую идею доклада означает ответить на вопрос, зачем говорить (цель) и о чем говорить (средства достижения цели).

Требования к основной идее доклада:

– фраза должна утверждать главную мысль и соответствовать цели доклада;

– суждение должно быть кратким, ясным, легко удерживаться в кратковременной памяти;

– мысль должна пониматься однозначно, не заключать в себе противоречия.

Тема доклада *должна быть конкретизирована, интересна, понятна для аудитории*. Выступающий должен владеть темой. Это значит, что все факты должны быть собраны, систематизированы, изучены, причем они должны освещать явление со всех сторон. Это и есть применение системного анализа на практике.

Чтобы достичь успеха у слушателей, выступающему необходимо четко определить понятия (термины), предлагать поясняющие примеры, представлять доказательную статистику, излагать концепции, иллюстрировать мысли дополнительным материалом.

Необходимо учесть, что тему надо изложить за короткое время, удовлетворив запросы слушателей.

В отношении темы и цели доклада следует придерживаться следующих правил:

1) не пытайтесь в одном докладе охватить «все и сразу». Любая тема имеет возможности как более широкого, так и более узкого освещения, в зависимости от обстоятельств;

2) тема доклада не должна быть слишком широкой;

3) тема не должна быть и слишком узкой. Всякая тема связана с более широкой проблематикой и может быть обобщена;

4) четко устанавливайте связь: «тема – проблема».

В процессе уточнения темы и определения целевой установки рекомендуется проконтролировать себя следующими вопросами:

1. Действительно ли меня интересует тема или может ли она стать интересной для меня?

2. Достаточно ли я знаю по данному вопросу и могу ли я найти всю необходимую информацию?

3. Смогу ли я уложиться в отведенное время?

4. Соответствует ли мой доклад уровню моих знаний и опыту?

5. Будут ли соответствовать мои тема и цель уровню знаний, интересам и установкам слушателей?

Итак, подготовка к докладу заключается в том, чтобы выработать собственное отношение к предмету доклада, сформулировать

свои мысли по тому или иному вопросу, проанализировать свои идеи с позиции будущей аудитории.

После уяснения темы и цели доклада следует перейти к поиску и подбору материалов, который включает в себя ряд этапов:

Этап 1. Поиск литературы по основным вопросам темы и отбор научного содержания, которое отвечает цели доклада. Основными источниками являются: официальные документы; научная, научно-популярная, учебная и справочная литература; статьи из газет и журналов; передачи на радио и телевидении; результаты социологических опросов; собственные знания и опыт; личные контакты, беседы, интервью; размышления и наблюдения.

Чтобы доклад получился содержательным, лучше использовать не один источник, а несколько.

Этап 2. Изучение жизненных явлений (фактов, цифр, ситуации и т. п.) для теоретического анализа и обобщении в докладе, чтобы слушатели поняли лежащие в их основе закономерности и тенденции. При этом следует помнить, что цифровые данные для облегчения восприятия лучше демонстрировать посредством таблиц и графиков, а не злоупотреблять их зачитыванием. Лучше всего, когда в докладе количество цифрового материала ограничено, на него лучше ссылаться, а не приводить полностью, так как цифры, скорее, утомляют слушателей, нежели вызывают интерес.

Этап 3. Подбор примеров из практики (общественной и индивидуальной) для иллюстрации и доходчивого разъяснения сложных теоретических вопросов. Необходимо использовать и так называемый местный материал, т. е. имеющий отношение к слушателям (например, из жизни учебной группы). Такой материал оживляет выступление, привлекает к нему внимание слушателей, вызывает у них интерес к выступлению.

Выступающий должен уметь провести весь процесс работы над докладом, применяя определенную организацию, структуру. Это в конечном итоге облегчает слушателям усвоение материала, придает докладу композиционное единство, обеспечивает согласование и даже известную гармонию частей доклада. Под структурой доклада понимается его построение, соотношение его отдельных частей и отношение каждой части ко всему докладу как единому целому.

Основными элементами структуры доклада являются:

1) введение, которым докладчик привлекает внимание слушателей и настраивает их на тему своего выступления;

2) «стержневая» идея;
3) основная часть, в которой раскрываются главные пункты доклада;

4) заключение, в котором подводятся итоги.

Примерное распределение времени:

– вступление и «стержневая» идея – 10–15 %;

– основная часть – 60–65 %;

– заключение – 20–30 %.

Вступление необходимо в каждом докладе. Это диктуется необходимостью с чего-то начать, привлечь внимание слушателей, наладить контакт с аудиторией. Собственная структура вступления может включать в себя следующие элементы:

1) вступительное замечание;

2) формулировка конкретной цели доклада для слушателей, в отличие от собственных целей выступающего (так называемое ориентирование слушателей);

3) обзор главных вопросов темы доклада, если выступление достаточно продолжительно.

Цель введения – привлечь внимание слушателей и ориентировать их на материал, который будет представлен в докладе. Привлечь внимание можно одним из следующих способов:

– рассказать что-то из личного опыта;

– дать иллюстрацию в виде словесного рассказа или наглядного изображения;

– обратиться к чему-либо известному для всей аудитории;

– начать с риторического вопроса;

– начать выступление с какой-нибудь потрясающей цитаты известного человека.

Ориентирующий аудиторию материал дает ей основу, необходимую для понимания основного содержания доклада. Этот материал связан со стержневой идеей, в нем содержится необходимая информация, с его помощью докладчик устанавливает доверие к себе и показывает слушателям важность сообщения.

Чтобы ориентировать слушателей, можно:

– дать историческую основу;

– дать определение основных терминов;

– взять примеры из личного жизненного опыта и связать их с заданной темой;

– указать на важность темы для слушателей.

Начать доклад можно одним из следующих способов:

- сообщение темы и основных вопросов; характеристика их теоретического и практического значения;
- прямое приглашение к совместному обсуждению, поиску ответов на поставленные вопросы;
- краткая характеристика существа вопроса, формулирование основной мысли доклада;
- выражение своего отношения к собравшимся, обычно положительного, или даже подчеркнуто положительного, и др.

Стержневая идея доклада должна быть представлена в виде краткого, ясного и четкого положения. Если этой идеи нет, аудитория подчас не может понять, о чем идет речь, и теряет внимание.

В основной части доклада разворачивается «стержневая» идея, раскрываются ее аспекты. В ней излагается основной материал, последовательно разъясняются выдвинутые идеи и положения, доказываются их правильность, слушатели подводятся к необходимым выводам.

План развития основной части должен быть ясным. Предмет доклада должен раскрываться конкретно и стройно. Должно быть подобрано как можно больше фактологических материалов и необходимых примеров. Оживляют выступление примеры из художественной литературы, пословицы, поговорки, фразеологические выражения. Даже в серьезную по содержанию речь уместно ввести элементы юмора.

При этом следует также соблюдать ряд чисто методических правил:

- 1) сложные вопросы должны получать в плане полный разворот;
- 2) хорошо отложившиеся в памяти вопросы в плане могут быть обозначены одной-двумя фразами, или даже отдельными словами;
- 3) выступающий имеет право рассматривать одни вопросы подробнее, другие – в общих чертах, третьи и вовсе опустить. Но при этом обязательно должно даваться обоснование, почему рассматриваются одни вопросы и опущены другие;
- 4) вопросы, стоящие близко друг к другу, по возможности должны объединяться.

Существуют определенные правила композиции основной части:

1. Мысли должны быть связаны логически, вытекать одна из другой, дополнять друг друга (последовательность).
2. Учитывайте, что сильные доводы, новая информация всегда привлекают внимание, стремитесь «делать сильное начало», эмоциональные «аргументы» помещайте в середине изложения, самые сильные аргументы приводите в конце (усиление).

3. Добивайтесь максимальной согласованности структуры выступления и его содержания. Разбивка изложения на пункты и их последовательность должны вытекать из самого материала, диктоваться им (органическое единство).

4. Используйте минимум слов, фактов, доказательств, только то, что ведет к раскрытию темы, уяснению ее существа (экономия средств).

При написании основной части необходимо определить метод – выбор ключевых слов и их подача.

Для *информационного доклада* такими словами могут быть: анализ, демонстрация, объяснение, суммирование, сравнение, описание, обсуждение, перечисление, показ.

Основная часть *убеждающего доклада* может включать слова принять, сделать, вступить, поддержать, согласиться, внести вклад, помочь, защитить, предложить, разделить мнение, выступить за.

Существует шесть методов изложения основной части.

1. *Индуктивный метод* – изложение материала от частного к общему. Выступающий начинает речь с частного случая, а затем подводит слушателей к обобщениям и выводам. Этот метод используется в агитационных выступлениях.

2. *Дедуктивный метод* – изложение материала от общего к частному. Докладчик вначале речи выдвигает какие-то положения, а потом разъясняет их смысл на конкретных примерах и фактах. Этот метод получил широкое распространение в выступлениях пропагандистского характера.

3. *Метод аналогии* – сопоставление различных явлений, событий, фактов. Обычно параллель проводится с тем, что хорошо известно слушателям. Это способствует лучшему пониманию излагаемого материала, помогает восприятию основных идей.

4. *Концентрический метод* – расположение материала вокруг главной проблемы, поднимаемой докладчиком. Выступающий переходит от общего рассмотрения центрального вопроса к более конкретному и углубленному его анализу.

5. *Ступенчатый метод* – последовательное изложение одного вопроса за другим. Рассмотрев какую-либо проблему, докладчик уже больше не возвращается к ней.

6. *Исторический метод* – изложение материала в хронологической последовательности, описание и анализ изменений, которые произошли в том или ином лице, с тем или иным предметом с течением времени.

Использование различных методов изложения материала в одном и том же докладе позволяет сделать структуру главной его части более оригинальной, нестандартной. Однако следует помнить, что, каким бы методом не пользовался докладчик, его речь должна быть доказательной, суждения и положения – убедительными.

Продумывая структуру своего доклада, студент не должен забывать о поддержании внимания, которое со временем притупляется и человек перестает слушать. Составляя свой доклад, следует определить, какой из существующих приемов использовать:

- обращение к слушателям с неожиданным вопросом;
- прерывание речи, использование паузы;
- вопросно-ответный ход;
- примеры из художественной литературы, пословицы, поговорки, фразеологические выражения и т. п.

Излагая основную часть доклада, очень важно не перерасходовать время, чтобы обязательно оставить его для подведения итогов.

Заключение является важной композиционной частью любого доклада. В заключительной части подводятся итоги, формулируются выводы, которые следуют из главной цели основной идеи выступления, или аудитория побуждается к определенным действиям.

Некоторые исследователи коммуникаций предлагают закончить доклад обобщением, т. е. можно еще раз подчеркнуть важность проблемы, верность основной идеи, плодотворность использованного метода, при этом используя такие приемы, как личный опыт, юмор, иллюстрации.

В отношении заключения можно порекомендовать соблюдать следующие правила:

- 1) не заканчивайте доклад шуткой, особенно не относящейся к делу: это вызывает впечатление несерьезности;
- 2) не допускайте в заключительной части доклада многочисленных мелких добавлений, например: «заканчивая, я хотел бы сказать...» и т. п.;
- 3) правильно рассчитывайте продолжительность доклада. Никогда не говорите, что не успели уложиться и поэтому вынуждены заканчивать (очень грубая и, к сожалению, часто встречающаяся ошибка).

При подготовке доклада на учебный семинар студент готовит полный текст доклада. При этом можно руководствоваться следующими правилами.

1. Пишите полный текст для недостаточно хорошо усвоенного материала, это способствует углубленному освоению темы.

2. Написанный текст дайте прочитать другим людям. Учтите их советы и замечания.

3. Приближайте текст к разговорной речи. Используйте несложные обороты, короткие предложения, постановку вопросов и ответы на них.

4. Путем корректирования текста добивайтесь соответствия выступления интересам различных категорий слушателей в одной аудитории.

5. К написанию текста приступайте после составления окончательного плана.

6. Начинайте писать текст с центральных разделов темы. Потом переходите к второстепенным и далее – ко введению и заключению.

Во время своего доклада соблюдайте следующее:

1) стремитесь к свободному чтению, без постоянного заглядывания в текст;

2) сохраняйте визуальный контакт со слушателями, контролируйте их реакцию. Улавливайте отношение к себе и к тому, что говорите;

3) не начинайте доклад с изложения его плана, если известно, что оно не записывается слушателями;

4) избегайте диктовки литературы, если для того нет особой необходимости.

Представим обобщенную композицию речи оратора.

Вступление

Включает следующие задачи:

1. Вызвать интерес к теме разговора, показав ее полезность для собеседников и слушателей.

2. Установить психологический контакт со слушателями, создав эффект единомыслия.

3. Мотивировать их активное восприятие речи риторическими и наводящими вопросами.

Основная часть

Предполагает следующие задачи:

1. Раскрыть суть проблемы (идеи, подхода, решения, предложений, инициативы).

2. Аргументировать свое видение проблемы.

3. Побудить собеседников к обсуждению проблемы (если в этом есть необходимость и имеется достаточно времени).

4. Поддерживать интерес и внимание у собеседников.

5. Управлять аудиторией, не давая ей отвлечься от содержания речи.

6. Вызвать удовлетворение у слушателей содержанием и стилем речи, манерой поведения.

Заключение

Представлено следующими задачами:

1. Подвести итог сказанному («Что для нас важно в этой проблеме?»).

2. Сформулировать свои предложения (решения).

3. Призвать к обсуждению предложений или к непосредственным конкретным действиям, если решения приняты.

4. Ответить на вопросы аудитории.

Проведем обобщенную структурно-логическую схему действий и операций по подготовке доклада на учебный семинар.

Определение значения темы и постановка цели доклада

Каковы интересы и запросы слушателей?

Для чего им нужно выступление по данной теме?

Какие научные знания и какую полезную для них информацию доклад должен дать?

Составление плана доклада

Продумав логику всей темы, записать основные ее компоненты.

Подготовить вступление (в чем состоит значение темы для данной аудитории?).

Продумать основные вопросы темы и выводы, которыми должно завершаться их изложение.

Составить заключение (теоретические и практические вопросы по теме и вытекающие из них задачи слушателей (обучаемых)).

Осуществить отбор (подбор) материала для доклада.

Провести поиск литературы по основным вопросам темы (теоретических статей, брошюр, книг) и отбор из нее того научного содержания, которое отвечает цели доклада.

Предпринять изучение жизненных явлений (фактов, цифр, ситуаций и т. п.) для теоретического анализа и обобщения в докладе, чтобы слушатели поняли лежащие в их основе закономерности и тенденции, стали лучше ориентироваться в реальной действительности.

Подобрать знакомые слушателям примеры из практики (общественной и индивидуальной) для иллюстрации и доходчивого разъяснения сложных теоретических вопросов.

Осуществлять подбор и изготовление мультимедийного сопровождения доклада, продумывание цели, времени и способа его использования.

Написание текста доклада

Подготовить тезисы доклада (разбивка основных вопросов темы на подвопросы, продумывание и формулировка их названий и наметка выводов по ним).

Распределить материалы по вопросам и написать текст доклада (с методическими пометками о месте использования мультимедийного сопровождения, о необходимых смысловых акцентах и т. д.).

Написать подробный текст доклада.

Подготовка к выступлению перед аудиторией

Выделить в тексте основные смысловые куски, изложение которых строго обязательно.

Выделить (шрифтом, цветом и т. д.) основные идеи и выводы, усвоения которых непременно нужно добиваться.

Распределить время на изложение каждого вопроса и определить темп изложения (дифференцированно, где-то с расчетом на запись, где-то – на слушание без записи).

Осуществить практическую реализацию доклада на учебном семинаре.

Ряд советов по практической реализации доклада

Писать текст выступления следует короткими фразами, использовать простые слова, избегать причастные и деепричастные обороты, факты излагать последовательно и логично: от простых и известных к сложным и неизвестным.

Использовать доклад, который написан докладчиком; после написания текста доклада его надо прочесть вслух; особенно тщательно продумывается вступление и заключение: во вступлении следует овладеть вниманием аудитории, а в заключительной части доклада – убедить ее.

Не описывать, а акцентировать внимание на чем-то.

Приспосабливать слова и стиль речи к аудитории.

Писать и произносить речь для конкретного слушателя – персонализировать речь.

Говорить ясно и конкретно. Избегать абстракций, двусмысленных выражений и специальных технических терминов.

Лучше использовать местоимение «Мы», чем «Вы».

Округлять в речи большие, сложные цифры, упрощать витиеватые фразы. Демонстрировать не свою эрудицию, а знания, понятные другим.

Говорить живо, эмоционально.

После завершённых пунктов делать паузу.

Речь должна быть не монотонной, а волнообразной, т. е. колебаться по громкости и скорости.

Необходимо правильно произносить слова, ставить ударение, расставлять паузы.

Жесты должны быть естественными для конкретного оратора, но не следует выходить из границ нормы. Нельзя слишком сильно размахивать руками, слишком активно ходить по аудитории, но и нельзя неподвижно стоять в течение всего выступления.

В ходе практической реализации доклада можно использовать следующие приемы привлечения внимания:

- *Апелляция* – при необходимости использовать ссылки на авторитет собеседников и известных для аудитории специалистов (теоретиков и практиков).

- *Вопросы* – чаще формулировать вопросы, обращенные к собеседникам. Лучше начинать вопросы словами «Почему...?», «Чем объяснить...?», «В чем причина...?», «Согласны ли вы...?».

- *Неожиданность* – использовать в речи неожиданную и неизвестную слушателям информацию, а также яркие формулировки с «оживляющим эффектом».

- *Образность речи* – описывать события, предметы, используя богатство языка и выстраивая конструкции представлений в образах.

- *Паузы в речи* – они усиливают напряженность, вовлекают собеседников в обсуждение проблемы (обдумывание идей, предложений). Кроме того, паузы в речи оратора восстанавливают зрительный контакт с аудиторией.

- *Провокация* – на короткое время вызвать у слушателей реакцию несогласия с излагаемой информацией (оценкой информации).

- *Речевые приказы* – периодически использовать в речи выражения типа: «Обратите внимание...», «Представьте себе, что...».

- *Смена темпа и тональности* – наиболее важные мысли и сложные проблемы выделять громкостью голоса и более медленным темпом речи.

- *Сопереживание* – увлеченно описывать события, связывающие вас с собеседниками; использовать такие факты, которые заставляли бы аудиторию сопереживать, сочувствовать.

- *Экспрессия* – выбрать такие формулировки, которые заметно отличаются от привычного стиля (яркие сравнения, меткие словосочетания).

- *Юмор* – включать в устное выступление смешные, парадоксальные примеры, веселые шутки, забавные истории. Помнить при этом об уместности и мере использования юмора.

3.4.2. Мультимедийное сопровождение научного доклада

Под мультимедийным сопровождением научного доклада подразумевается передача или представление аудитории новой для нее информации в демонстрационной форме с использованием компьютерной технологии. В общепринятом понимании – это демонстрационные материалы, представленные в компьютерных слайдах для публичного выступления.

Использование мультимедийных презентаций позволяет повысить информационную насыщенность и результативность занятий, их динамизм и выразительность. Доказано, что эффективность подачи материала повысится при одновременном использовании зрительного и слухового каналов восприятия. Результаты психофизиологических исследований показывают, что эффективность слухового восприятия информации составляет 15 %, зрительного – 25 %, а их одновременная активизация повышает продуктивность восприятия до 65 %.

Преимуществами мультимедийной презентации являются:

- наглядность излагаемого материала, обеспечение доступности для визуального восприятия всей аудиторией;

- привлечение внимания слушателей к содержанию излагаемого материала за счет использования элементов анимации, аудио- и видеофрагментов;

- акцентирование наиболее важных моментов доклада;

- сохранение логической последовательности изложения доклада;

- эстетичность и выразительность представляемой информации;

- простота подготовки слайдов, компактность и транспортабельность информации.

Основным инструментом для подготовки и показа презентаций в студенческой практике является программа *PowerPoint* компании *Microsoft*.

Цели мультимедийной презентации включают:

– визуальное представление авторского замысла, максимально комфортное для восприятия конкретной аудиторией, побуждающее к взаимодействию с объектами и (или) автором презентации;

– демонстрация достижений докладчика в различных сферах деятельности с помощью современных информационных технологий.

Психолого-коммуникативные требования к мультимедийной презентации включают:

1) представление материала доклада в презентации должно соответствовать не только вербально-логическому, но и сенсорно-перцептивному уровням когнитивного процесса;

2) мультимедийную презентацию необходимо создавать, учитывая особенности таких психических процессов, как восприятие, внимание, мышление, воображение, память и речь;

3) изложение материала доклада в презентации должно ориентироваться на специфику подготовки обучаемых;

4) содержание мультимедийной презентации должно не только соответствовать зоне актуального развития, но и обеспечивать зону ближайшего развития.

3.4.3. Подготовка научного доклада в вузе

Одним из видов научной работы в высшем учебном заведении является доклад.

Обычно такого рода выступления происходят в рамках семинарского занятия или же конференции. Чтобы справиться с написанием доклада, студент должен провести самостоятельную научно-исследовательскую работу по предложенному к обсуждению вопросу.

Студенты выступают с результатами курсовых научно-исследовательских работ перед сотрудниками кафедры, преподавателями и студентами. Это часть стандартного университетского образования.

Польза выступления на семинаре состоит в следующем.

- Поиск возможных ошибок в постановке работы, методике исследования, обобщении полученных результатов, их интерпретации. Получается, что ваши слушатели помогают вам улучшить вашу работу. Что может быть ценнее?

- На семинаре во время обсуждения доклада можно узнать отношение преподавателей и друзей к проведенному вами исследованию. Если доклад понравился, это улучшает настроение.

- Есть возможность учиться излагать содержание работы в короткое время, «схватывать» суть вопросов и доходчиво объяснять по существу. Следовательно, учиться делать доклад – полезно для работы в любой области знаний.

- На семинаре докладчику принято задавать вопросы. Следовательно, нужно этому учиться. Никто не осудит вас за неудачный вопрос. Не принято.

- Докладчик учится отвечать на вопросы. Здесь можно показать свои знания.

Доклад содержит две части: текст и иллюстрации. Представление рисунков, таблиц, графиков может быть сделано мелом на доске, или с помощью компьютера. Первый способ используется при выступлении на семинаре. Когда вы защищаете работу перед небольшой аудиторией, можно показать картинки в тексте. Они хорошо видны с небольшого расстояния. Но при выступлении на конференции следует использовать специальные средства. Если рисовать на доске мелом, это значительная потеря времени. Второй способ удобен и оперативен. Компьютер – идеальный помощник при выступлении на конференции (мы рекомендуем использовать программу *PowerPoint* для подготовки выступлений, студенты нашего университета знакомятся с ней в первом семестре). Каждая из частей доклада важна. Хорошо подготовленному тексту всегда сопутствует хорошая презентация. Если докладчик не нашел времени хорошо подготовить текст, то у него плохо подготовлены и иллюстрации. Это «неписаное правило».

Доклад строится по определенной схеме. Только хорошая система изложения дает возможность логично, взаимосвязанно, кратко и убедительно изложить результат. Обычно участники конференции знают, что должно прозвучать в каждой части выступления. В мире ежегодно проходят тысячи семинаров, сотни различных конференций; технология создания докладов совершенствуется. Главное – говорите о природе явления, о процессах, проблемах и причинах вашего способа их решения, аргументируйте каждый ваш шаг к цели.

Рассмотрим схему доклада.

Время вашего доклада – 10 мин. После доклада – вопросы слушателей и ваши ответы (5 мин).

Полное время вашего выступления – не более 15 мин. Если в группе 12 студентов, то для такого семинара требуется 3 ч. Следовательно, экономьте время.

Сначала должно прозвучать название работы и фамилии авторов.

Обычно название доклада и авторов произносит руководитель семинара. Он представляет доклад, но часто докладчики повторяют название и участников работы. Название – это краткая формулировка цели. Название курсовой работы должно быть конкретным и ясно указывать, на что направлены ваши усилия. Если в названии – менее 10 слов – это хороший тон. Если больше – рекомендуем сократить. Так советуют многие международные журналы. Нужно назвать научного руководителя и место выполнения работы. Если доклад прошел хорошо, и вы довольны выступлением, это приятно и вашему руководителю.

Поясните суть работы более детально. Вас лучше поймут, если вы скажете, какое явление исследуется, что измеряется, что создается, разрабатывается или рассчитывается. Максимально ясно покажите, что именно вас интересует.

Потраченное время – примерно 30 с (осталось 9 мин 30 с).

Далее следует *введение*. В этой части необходимо обосновать необходимость проведения исследования и его актуальность. Другими словами, вы должны доказать, что доклад достоин того, чтобы его слушали. Время для введения – примерно 2 мин (осталось 7 мин 30 с).

Объясните, почему важно исследовать данное явление. Чем интересен выбранный объект с точки зрения фундаментальной или прикладной физики? Заинтересуйте своих слушателей темой вашего исследования.

Скажите, кто и где решал подобную задачу. Укажите сильные и слабые стороны известных результатов. Студенту необходимо учиться работать с литературой, анализировать известные факты. Назовите источники информации, ваших предшественников по фамилии и университет, где были получены результаты. Обоснуйте достоинство вашего способа исследования в сравнении с известными результатами. Курсовая работа может быть и познавательного характера, т. е. можно исследовать известный науке факт. Поясните, чем он интересен с вашей точки зрения.

Еще раз сформулируйте цель работы и покажите, какие задачи необходимо решить, чтобы достигнуть цели. Что нужно сделать, создать, решить, вычислить? Делите целое на части – так будет понятнее и проще.

Теоретическая часть. Эта часть обязательна в докладе. Редкий случай, когда можно обойтись без теоретического обоснования предстоящей работы. Желательно сделать оценки величин. Необходимо

показать сегодняшний уровень вашего понимания проблемы и на основании теории попытаться сформулировать постановку задачи. Экспериментальное исследование должно базироваться на теории. Покажите только основные соотношения и обязательно дайте комментарий. Скажите, что основная часть теории – в курсовой работе. Время для этой части доклада – примерно 1 мин 30 с (осталось 6 мин).

Экспериментальная часть. Покажите и объясните схему вашей установки или прибора. Остановитесь только на главном, основном. Второстепенное оставьте для вопросов. Скажите о параметрах устройства или термодинамической системы (1 мин, осталось 5).

Методика исследования. Методика (или способ исследования) должна быть обоснована. Поясните, покажите ее преимущества и возможности при проведении исследования. Напомните цель работы (1 мин, осталось 4 мин).

Результаты работы. Перечислите основные, наиболее важные результаты работы. Поясните, что вы считаете самым важным и почему, каким результатом можно было бы гордиться. Остановитесь на нем подробно. Расскажите, как он был получен, укажите его характерные особенности. Скажите, что следует из представленной вами информации, каковы перспективы. Покажите, что результат вам нравится. Затем перечислите другие полученные вами результаты. Если показываете график, скажите, что обозначено на осях и какие размерности. Прочитайте подпись к рисунку. Она должна быть понятна (1 мин 30 с, осталось 3 мин 30 с).

Погрешности измерений. Перечислите источники основных погрешностей. Скажите, что погрешности подробно представлены в тексте курсовой работы. Покажите, как они влияют на надежность результатов (30 с, осталось 3 мин).

Обычно ведущий сообщает: «У вас осталось три минуты до конца доклада».

Обсуждение результатов. Напомните цель работы. Сопоставьте, сравните полученные результаты с известными. Это могут быть данные других авторов, в том числе результаты, изложенные в курсовых работах своих товарищей. Покажите, удалось ли разобраться в вопросах, сформулированных при постановке задачи. Обязательно скажите, достигнута ли цель работы, закончено ли исследование, следует ли продолжать исследование и в каком направлении. Сформулируйте возможные темы предстоящих курсовых работ по теме исследования.

Если Ваши опыты не удались, то поясните, с чем это связано. Обоснуйте и объясните, как следовало бы проводить исследование (2 мин, осталась 1 мин).

Выводы. Еще раз скажите о цели работы. Сжато и четко сформулируйте выводы. Покажите, что твердо установлено в результате проведенного экспериментального исследования, что удалось надежно выяснить, какие факты заслуживают доверия. Выводы можно прочитать (1 мин).

Поблагодарите всех за внимание. Звенит звонок. Ваш доклад закончен.

Если вы закончили на 15 с раньше, все довольны и будут ждать начала вопросов и дискуссию. Если вы просите дополнительно еще 3 мин, вас смогут потерпеть. Это время могут отнять от времени для вопросов, где вы могли бы показать себя с хорошей стороны. Есть смысл выучить доклад. Это лучший способ научиться управлять временем.

3.4.4. Основные требования к научному докладу в вузе

При подготовке доклада следует соблюдать правила его оформления, иначе преподаватель сочтет его недействительным:

- наличие установленной структуры;
- размер материала – не более четырех листов формата А4;
- лаконичное изложение информации в научном стиле.

Представим этапы подготовки доклада.

Чтобы работа получилась максимально качественной и доступной, нужно следовать всем этапам подготовки:

- поиск и ознакомление с соответствующими теме научными работами известных ученых;
- проведение собственного анализа изученной литературы и выделение для себя значимых научных положений;
- написание развернутого плана доклада;
- разработка основной части;
- продумывание введения и заключения доклада.

Структура доклада. Структура доклада традиционно включает в себя:

- *введение.* В начале работы следует обозначить тему исследования (сформулировать основной тезис), ее взаимосвязь с другими актуальными проблемами, кратко перечислить научные источники, которые послужили основой доклада. На данном этапе изложения важно заинтересовать слушателей значимостью и необходимостью освещения данной темы в рамках процесса обучения;

– *основную часть*. В основной части нужно отобразить весь ход исследования проблемы, средства, методы и полученные результаты. Для наглядности данные можно отображать в виде списков, таблиц или диаграмм со статистикой. Данная часть должна быть самой объемной и информативной, служить аргументацией к поставленному во введении тезису;

– *заключение*. В заключительной части следует подвести итоги и сделать выводы, которые соответствуют данным исследования. Также можно снова подчеркнуть значимость поднятой в выступлении проблемы.

При оформлении печатной версии работы необходимо добавить к структуре титульный лист (к оформлению которого также предъявлены определенные требования) и оглавление перед введением, а в самом конце работы перечислить использованную в ходе подготовки литературу.

Длительность выступления с докладом обычно не должна превышать 10–15 мин, что следует учитывать при работе над материалом. Необходимо избегать излишнего количества вводных слов, оборотов речи, не несущих значимой информации.

Понимать смысл всех использованных в докладе терминов и при необходимости суметь объяснить их аудитории.

Преподносить информацию спокойно и уверенно, не бояться взаимодействовать со слушателями, отвечать на вопросы по теме.

Не следует излишне торопиться, при спешке велика вероятность что-то перепутать.

Подготовка научного доклада – интересная и познавательная задача. Неслучайно данный вид работы предусмотрен программами обучения большинства вузов. Написание научных докладов, участие в студенческих конференциях способствует всестороннему развитию студентов и приносит разнообразие в учебную деятельность.

3.4.5. Этапы создания мультимедийной научной презентации

В процессе создания мультимедийной научной презентации выделяют 3 этапа: этап проектирования, этап конструирования, этап моделирования.

1. Этап проектирования предполагает следующие шаги:

- определение целей использования презентации;
- сбор необходимого материала (тексты, рисунки, схемы и др.);

- формирование структуры и логики подачи материала;
- создание папки, в которую помещается собранный материал.

В процессе проектирования определяются главные идеи доклада, и происходит их обоснование статистикой, документами, аналогиями или наглядными примерами. Необходимо иметь в виду, что все основные идеи должны быть связаны с темой доклада. Учитывая, что слушатели помнят от 4 до 6 разных позиций, следует тщательно отбирать главные идеи. Они должны составить около 85 % от продолжительности всей презентации.

2. Этап конструирования – это разработка презентации с учетом содержания и соотношения текстовой и графической информации. Этот этап включает в себя:

- определение дизайна слайдов;
- наполнение слайдов собранной текстовой и наглядной информацией;
- включение эффектов анимации, аудио-, видеофайлов и музыкального сопровождения (при необходимости). На отдельных слайдах могут быть использованы эффекты анимации в виде различных способов появления текста, рисунков, таблиц, фотографий и динамики их движения на экране при просмотре. Однако следует помнить, что в ходе доклада не следует злоупотреблять анимационными возможностями презентации;
- установку режима показа слайдов.

Необходимо также принять во внимание, что в любой презентации присутствуют стандартные слайды (титульный, содержательный и заключительный), которыми не следует пренебрегать при ее оформлении. Кроме того, каждый слайд презентации должен иметь заголовок.

Титульный слайд включает полное название образовательного учреждения, наименование кафедры, где выполнена работа, название презентации, город и год.

Содержательный слайд – это список слайдов презентации (дизайн любой), сгруппированный по темам сообщения (например, слайды 1–5 – «Введение», слайды 6–9 – «Понятийный аппарат темы» и т. д.). Использование содержательного слайда позволит быстро найти необходимый раздел презентации и воспроизвести его.

Заключительный слайд содержит выводы, пожелания, список литературы и др.

3. Этап моделирования – это репетиция презентации, которая позволяет осуществить проверку и коррекцию подготовленного материала и определить его соответствие содержанию доклада.

Рассмотрим критерии оценки мультимедийной научной презентации.

Качество презентации можно оценить на основе ряда критериев:

1) содержание презентации:

- раскрытие темы доклада;
- подача материала (обоснованность деления на слайды);
- грамотность изложения;
- наличие, достаточность и обоснованность графического оформления (схем, рисунков, диаграмм, фотографий);
- использование дополнительной развивающей информации по теме доклада;
- ссылки на источники информации (при необходимости);

2) оформление презентации:

- соответствие дизайна всей презентации поставленной цели;
- единство стиля включаемых в презентацию рисунков;
- применение собственных (авторских) элементов оформления;
- обоснованное использование анимационных эффектов, аудио-, видеофайлов;
- соответствие продолжительности презентации времени, отведенному на доклад.

Представим требования к содержательной части мультимедийной презентации.

Презентация – это инструмент предъявления визуального ряда, назначение которого – создание цепочки образов, т. е. каждый слайд должен иметь простую, понятную структуру и содержать текстовые или графические элементы, несущие в себе зрительный образ как основную идею слайда. Цепочка образов должна полностью соответствовать логике презентации. Такой подход способствует хорошему восприятию материала и воспроизведению в памяти представленного содержания посредством ассоциаций.

Содержание презентации должно соответствовать теме доклада. Система требований, предъявляемых к содержательной части презентации, учитывает дидактические принципы, обеспечивающие эффективность доклада.

Эффективность применения презентации зависит от четкости и продуманности ее структуры. Для построения структуры следует использовать классический принцип декомпозиции решения задачи, т. е. представлять каждую сложную идею как систему более простых идей. Это поможет реализовать основное правило для презентации:

1 слайд – 1 идея. Вместе с тем можно один ключевой момент разделить и на несколько слайдов. Пронумеруйте слайды. Это позволит быстро обращаться к конкретному слайду в случае необходимости.

Логика презентации может быть построена как на основе индуктивной, так и дедуктивной схемы.

Информация, представленная на слайдах, должна учитывать зону актуального развития слушающих, обеспечивать зону их ближайшего развития, пробуждать познавательный интерес и способствовать развитию психических процессов.

Информационная составляющая презентации должна поддерживаться ее эстетическими возможностями, которые не должны быть перенасыщенными и многослойными.

Иллюстративный материал слайдов презентации должен быть современным и актуальным, должен решать задачи доклада.

Оформление слайдов должно привлекать внимание аудитории, учитывая психологические особенности восприятия слушателей.

Слайды нельзя перегружать ни текстом, ни картинками. Необходимо избегать дословного «перепечатывания» текста доклада на слайды: слайды, перегруженные текстом, не осознаются. Лучше изложить с необходимой точностью и полнотой часть информации, чем сообщить максимум сведений, которые не могут быть в полной мере осмыслены слушающими. Необходимо помнить, что человек моментально может запомнить немного: не более трех фактов, выводов, определений.

Презентация сопровождает доклад, но не заменяет его. Текстовое содержание презентации должно сопровождать определенные положения, озвученные докладчиком, но не повторять их слово в слово. Слова и связанные с ними образы обязательно должны быть согласованы во времени.

Следует помнить, что презентация, в первую очередь, предназначена для иллюстрирования теоретических положений (рисунок, график, фотография и т. д.) и пояснения сложных для понимания положений (схема, алгоритм и т. д.), но не для упрощения своего повествования.

Не забывайте о значении заключительных слайдов, в которых представлены заключение, выводы, итоги и, наконец, список литературы.

Рассмотрим оформление мультимедийной научной презентации.

Для наиболее продуктивного использования презентаций и соблюдения валеологических требований необходимо выполнять следующие рекомендации по ее оформлению.

Цвет по-разному влияет на первичное восприятие материала, на его запоминание, и наконец, на состояние здоровья человека. По воздействию на нервную систему человека все цвета спектра делятся на три группы: стимулирующие, дезинтегрирующие, нейтральные.

Стимулирующие (теплые) цвета – красный, оранжевый, желтый и вариации этих цветов являются возбуждающими.

Дезинтегрирующие (холодные) цвета – фиолетовый, синий, голубой, зеленый являются успокаивающими, расслабляющими.

Нейтральные цвета – не теплые и не холодные – черный, серый, белый, бежевый и коричневый. Они считаются изысканными, не отвлекают внимания, в результате человек сосредотачивается на содержании. Нейтральные цвета в дизайне служат фоном. Их, как правило, комбинируют с более яркими акцентирующими цветами.

Черный цвет – «самый сильный» из нейтральных цветов. Он, как правило, ассоциируется с элегантностью и официальным стилем.

Белый цвет – противоположный черному в спектре, но может хорошо подойти почти к любым другим цветам. В дизайне белый часто считается тем нейтральным фоном, который дает возможность другим цветам выразиться сильнее.

Серый цвет обычно находится в конце холодных тонов в спектре.

Коричневый цвет – совершенно натуральный и нейтральный (не теплый и не холодный).

Бежевый цвет – в некотором роде уникален в спектре, так как сочетается как с холодными, так и с теплыми цветами. Он обладает теплотой коричневого и холодом белого. Это консервативный цвет, который используется для фона.

Сочетание двух цветов – цвета знака и цвета фона – существенно влияет на зрительный комфорт, причем некоторые пары цветов не только утомляют зрение, но и могут привести к стрессу (например, зеленые буквы на красном фоне).

Цветовая схема презентации должна быть одинаковой на всех слайдах. Это создает у слушающих ощущение связности, преемственности, комфортности. На одном слайде рекомендуется использовать не более двух цветов: один – для фона, один – для текста, причем цвета должны сочетаться между собой.

Фон является элементом заднего (второго) плана. Он должен выделять, оттенять, подчеркивать информацию, находящуюся на слайде, но не заслонять ее. Любой фоновый рисунок повышает утомляемость глаз и снижает эффективность восприятия материала. Ис-

пользуйте однородный фон для слайдов (например, белый или серый), так как он не отвлекает внимание от основного содержания и не является раздражающим фактором. Цвет шрифта, оформление шаблона должны быть подобраны так, чтобы все надписи легко читались.

На восприятие цвета влияет и возраст человека: дети любят светлые и яркие тона, они гораздо чувствительнее к цвету, чем взрослые. Это же самое можно сказать и о пожилых людях.

Освещенность существенно влияет на чувствительность глаз к различным цветам. Например, при дневном освещении цвета теплой гаммы спектра (красный, оранжевый и желтый) кажутся более яркими, чем цвета холодной гаммы (голубой, синий, фиолетовый). С наступлением сумерек картина становится обратной. При ярком солнечном свете способность человека различать цвета, особенно теплых тонов, притупляется.

Выбор размера шрифта на слайде определяется, исходя из нескольких условий, среди них:

- размер помещения и максимальная удаленность слушающих от экрана, так, чтобы текст можно было прочесть с самой дальней точки помещения, в котором происходит демонстрация;
- освещенность помещения;
- качество проекционной аппаратуры.

Необходимо использовать так называемые рубленые шрифты (например, различные варианты *Arial* или *Tahoma*), причем размер шрифта должен быть довольно крупный. Предпочтительно не пользоваться курсивом или шрифтами с засечками, так как при этом иногда восприятие текста ухудшается. В некоторых случаях лучше писать большими (заглавными) буквами (тогда можно использовать меньший размер шрифта). Иногда хорошо смотрится жирный шрифт.

Стоит учитывать, что на большом экране текст и рисунки будут видно также (не лучше и не крупнее), чем на экране компьютера. Часто для подписей к рисункам или таблицам выставляется мелкий шрифт (менее 10 п.) с оговоркой: «на большом экране все будет видно». Это заблуждение: конечно, шрифт будет проецироваться крупнее, но и расстояние до зрителя будет значительно больше. Можно провести следующий расчет: если шрифт можно прочесть на экране компьютера с обычного расстояния (около 40–60 см, или иначе это – 1–2 диагонали экрана, и в аудитории шрифт будет хорошо виден на расстоянии 1–2 диагоналей экрана).

Рекомендуемый размер шрифта представлен в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Рекомендуемый размер шрифта

Вид объекта	Минимальный размер шрифта, п.
Заголовок слайда	22–28
Подзаголовок	20–24
Текст	18–22
Подписи данных в диаграммах	20–24
Подписи осей в диаграммах (если есть)	18–22
Заголовки осей в диаграммах (если есть)	18–22
Шрифт легенды	16–22
Номер слайдов	14–16
Информация в таблицах	18–22

Не рекомендуется смешивать разные шрифты и злоупотреблять их цветовым оформлением. Очевидно, что заголовки набираются более крупным шрифтом.

Единый стиль оформления. Единство в выборе цвета слайдов презентации, шрифтов, расположения текста, заголовков, рисунков, использования таблиц и т. д. обеспечивает эстетическую составляющую презентации, а также психологический комфорт восприятия и усвоения информации. Вместе с тем презентация не должна быть однотипной и монотонной, что достигается разумным разнообразием приемов оформления и содержания.

Расположение информации на странице. Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана. Предпочтительно горизонтальное расположение материала.

Текст. Объем текста на слайде зависит от назначения презентации. С точки зрения эффективности восприятия текстовой информации на одном слайде должно быть не более 7–10 строк. Слова и предложения – короткие. Временная форма глаголов – одинаковая. Использовать минимум предлогов, наречий, прилагательных.

Графики, гистограммы, диаграммы и таблицы. Обычно они используются в презентациях для представления количественных данных и их отношений, для демонстрации результатов теоретического и эмпирического опыта. Наряду с этим таблицы используют для иллюстрации сравнительной характеристики нескольких объектов обсуждения, для структурирования материала, отдельных положений

темы. Кроме того, таблицы могут стать шаблоном для создания опорного конспекта. Применение таблиц и диаграмм имеет большое значение и с точки зрения совершенствования интеллектуальных операций у обучаемых. При демонстрации таблиц, графиков, гистограмм или диаграмм можно использовать анимационный эффект, чтобы осуществлялось последовательное появление текстовой информации.

Диаграммы. Диаграммы готовятся с использованием мастера диаграмм табличного процессора *MS Excel*. Для вывода числовых данных используется единый числовой формат. Если данные (подписи данных) являются дробными числами, то число отображаемых десятичных знаков должно быть одинаково для всей группы этих данных (всего ряда подписей данных). Данные и подписи не должны накладываться друг на друга и сливаться с графическими элементами диаграммы. Структурные диаграммы готовятся при помощи стандартных средств рисования пакета *MS Office*. Если при форматировании слайда есть необходимость пропорционально уменьшить размер диаграммы, то размер шрифтов реквизитов должен быть увеличен с таким расчетом, чтобы реальное отображение объектов диаграммы соответствовало значениям, указанным в таблице. Не следует размещать на одном слайде более трех круговых диаграмм.

Таблицы. Табличная информация вставляется в материалы как таблица текстового процессора *MS Word* или табличного процессора *MS Excel*. При вставке таблицы как объекта и пропорциональном изменении ее размера реальный отображаемый размер шрифта должен быть не менее 18 п. Допустимо варьировать кеглем шрифта, но следует помнить, что текстовая информация в таблице должна хорошо читаться и ее шрифт может быть на 1–2 п. меньше, чем основной текст на слайде. Таблицы с большим объемом информации следует размещать на нескольких слайдах (с сохранением заголовков) во избежание мелкого шрифта. Наиболее значимые фрагменты таблицы можно выделить цветом. Остерегайтесь больших таблиц и длинных многоуровневых списков, а также помните, что таблицы с цифровыми данными плохо воспринимаются со слайдов, в этом случае цифровой материал по возможности лучше представить в виде графиков и диаграмм.

Схемы. Они в презентации позволяют наглядно представить системные отношения между различными компонентами, отобразить логику, упростить, символизировать образы изучаемых объектов, предметов или явлений. Рекомендуется схемы создавать в программе *Microsoft Visio*. При создании схем на слайде важно учитывать следующее:

- количество элементов на схеме определяется не только назначением презентации, но и возможностями распределения произвольного внимания слушающих;
- схема должна располагаться в центре слайда, заполняя большую часть его площади;
- текстовая информация в схеме должна хорошо читаться;
- схема – это наглядный образ содержания, и при выборе цветовой гаммы и конфигурации объектов схемы необходимо об этом помнить;
- эстетика схемы должна гармонично сочетаться с другими слайдами презентации.

Рисунки, фотографии. Рисунки или фотографии могут использоваться для иллюстрации теоретического материала и привлечения внимания к отдельным положениям темы. Они обеспечивают наглядно-образное представление содержания выступления. Необходимо помнить:

- рисунки и фотографии должны быть качественными, т. е. четкими, красочными, форматными и т. д.;
- они должны соответствовать текстовому содержанию;
- каждый рисунок или фотография должны быть подписаны;
- несколько рисунков (или фотографий) объединяют на одном слайде только при условии их сопоставления, в противном случае следует придерживаться правила «один слайд – один рисунок»;
- дизайн рисунков и фотографий должен гармонично вписываться в содержание устного повествования.

Анимации и эффекты. Одной из особенностей презентации является ее динамизм, что обеспечивается различными анимационными эффектами.

В титульном и завершающем слайдах использование анимации объектов не допускается.

Движение, изменение формы и цвета, привлекая непроизвольное внимание, выступают фактором отвлечения от содержания, поэтому анимационными эффектами не следует увлекаться – важен не внешний эффект, а содержание информации.

В информационных слайдах допускается использование эффектов анимации только в случае, если это необходимо для отражения изменений, происходящих во временном интервале, и если очередность появления анимационных эффектов соответствует структуре доклада.

Посредством анимации можно создать модель какого-либо процесса, явления, объекта.

Анимация объектов должна происходить автоматически по истечении необходимого времени. Анимация объектов «по щелчку» не допускается.

Звуковое сопровождение анимации объектов и перехода слайдов не используется, так как включение в качестве фонового сопровождения нерелевантных звуков (песен, мелодий) приводит к быстрой утомляемости обучаемых, рассеиванию внимания и снижению производительности.

Особенно нежелательны такие эффекты, как вылет, вращение, волна, побуквенное появление текста и т. д. Оптимальная настройка эффектов анимации – появление, в первую очередь, заголовка слайда, а затем – текста по абзацам. При этом если несколько слайдов имеют одинаковое название, то заголовок слайда должен постоянно оставаться на экране.

Визуальное восприятие слайда презентации занимает от 2 до 5 с, в то время как продолжительность некоторых видов анимации может превышать 20 с. Поэтому настройка анимации, при которой происходит появление текста по буквам или словам, нежелательна.

3.5. Создание мультимедийной презентации доклада на защите выпускной квалификационной работы

Для защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) студент готовит устный доклад и презентацию доклада.

Доклад должен представлять результаты выполненной работы, а не процесс поиска решения. При подготовке текста доклада следует руководствоваться общими правилами:

- привести обоснование (актуальность) избранной темы;
- указать цели и задачи работы;
- описать объект исследования, предприятие и информационную систему;
- представить результаты анализа практического материала и их интерпретацию;
- охарактеризовать круг рассматриваемых проблем и методы их решения;

- изложить конкретные рекомендации по совершенствованию разрабатываемой темы;
- перечислить применяемые организационные решения и программные и технические средства;
- в заключительной части доклада охарактеризовать значимость полученных результатов и сделать общие выводы;
- не читать доклад с распечатанного экземпляра (допускается использовать текст доклада как подсказку для следования плану выступления);
- текст должен быть построен таким образом, чтобы подчеркнуть уверенное владение необходимой специальной и профессиональной терминологией;
- не следует перегружать выступление сложноподчиненными предложениями, причастными оборотами и другими языковыми конструкциями, сложными для восприятия в устной речи;
- должны быть ссылки на номер показываемого слайда;
- следует акцентировать внимание на достигнутых в ВКР результатах и личном вкладе автора;
- не следует приводить общеизвестные определения терминов, давать развернутую характеристику стандартов, методик, программных продуктов, а также углубляться в историю их разработки;
- не требуется зачитывать длинные текстовые фрагменты, если они вынесены на отдельные слайды; члены комиссии могут прочитать их;
- при демонстрации графиков следует четко указать, какая именно зависимость изображена на графике, каким условиям она соответствует, какие показатели отложены по координатным осям, какие ряды данных выведены;
- не следует зачитывать вслух математические формулы, все необходимые выкладки должны быть отражены на слайдах презентации и (или) в раздаточном материале.

Распечатку доклада удобно сделать достаточно крупным шрифтом (например, 16 п.). В таком случае можно ориентироваться на то, что объем распечатки не должен превышать 3–4 страниц.

Настоятельно рекомендуется провести несколько репетиций доклада, убедившись, что продолжительность выступления не превышает указанного выше лимита в 10 мин. И на предзащите, и на защите комиссия имеет право прервать выступление в случае превышения его допустимой продолжительности.

Цели презентации включают (рис. 3.4):

- демонстрация ваших возможностей и способностей организации доклада в соответствии с современными требованиями и с использованием современных информационных технологий;
- демонстрация в наглядной форме основных положений вашего доклада.

Иначе говоря, презентация должна помочь вам рассказать членам государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) о своем дипломном проекте (работе) и продемонстрировать, что вы можете сделать это профессионально.

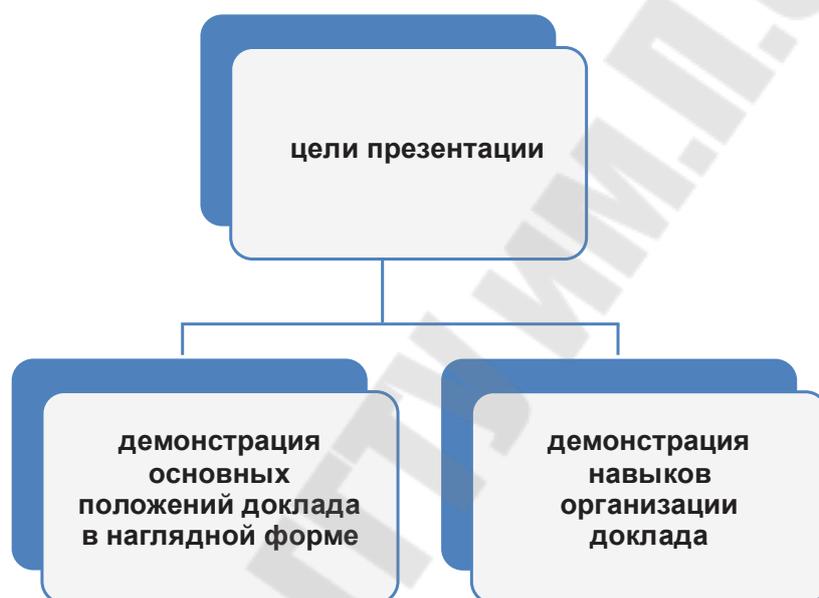


Рис. 3.4. Цели презентации

Подготовка презентации предполагает следующие пошаговые действия (рис. 3.5):

- 1) подготовка и согласование с научным руководителем текста доклада;
- 2) разработка структуры презентации;
- 3) создание презентации в *PowerPoint*;
- 4) репетиция доклада с использованием презентации.

Для того чтобы презентация была помощником для вас и членов ГЭК, а не усложняла процесс защиты дипломного проекта, используйте при ее создании следующие рекомендации:

- презентация должна полностью соответствовать тексту вашего доклада. В первую очередь, вам необходимо составить сам текст доклада, во вторую очередь, создать презентацию;

– очередность слайдов должна четко соответствовать структуре вашего доклада. Не планируйте в процессе доклада возвращаться к предыдущим слайдам или перелистывать их вперед, это усложнит процесс и может сбить ход ваших рассуждений;

– не пытайтесь отразить в презентации весь текст доклада. Слайды должны демонстрировать лишь основные положения вашего доклада.

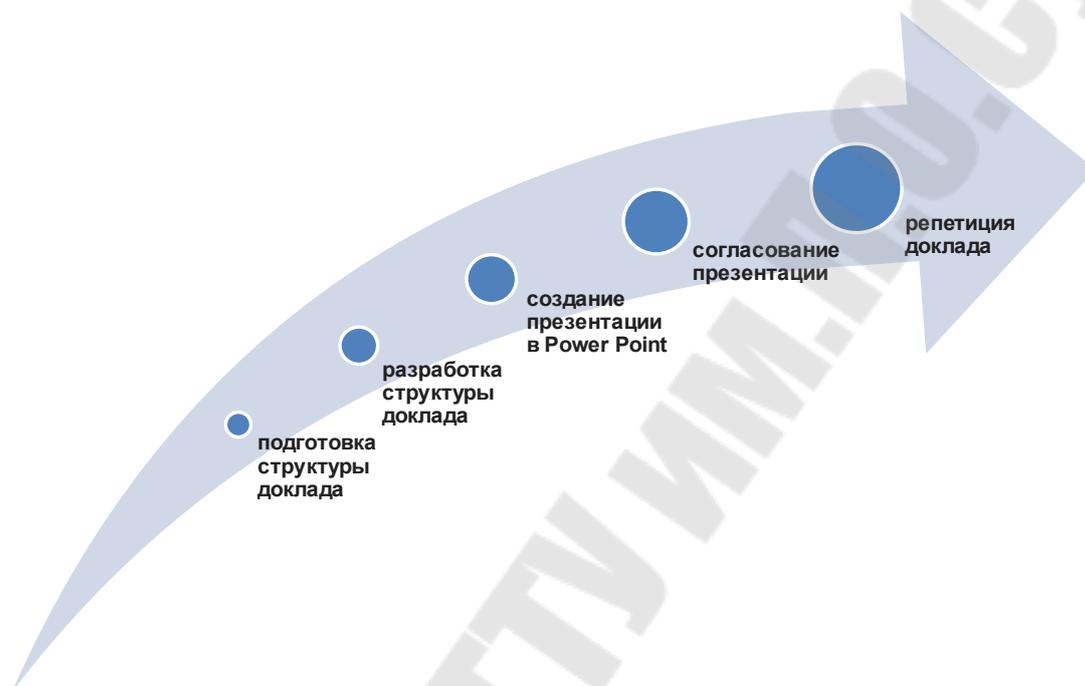


Рис. 3.5. Подготовка презентации

Доклад необходимо увязать со слайдами презентации. При выступлении на защите и защите результаты работы над ВКР необходимо представить в виде слайдов презентации в программе *PowerPoint*, на которых в текстовой, табличной или графической форме отображаются наиболее существенные и важные вопросы, сформулированные в докладе. Использование презентации позволяет значительно повысить информативность и эффективность доклада при защите ВКР, способствует увеличению динамизма и выразительности излагаемого материала. Презентация доклада согласовывается с научным руководителем.

Презентация поможет вам провести доклад, но она не должна его заменить.

Написание презентации к защите – всегда ответственная, кропотливая, но полезная работа. Полезная, так как приводит в порядок мысли бакалавра, классифицирует материал, позволяет вскрыть «узкие»

места. Презентация – суть всего перечисленного, поскольку весь отобранный и подготовленный выпускником материал наглядно отображается на экране в концентрированном, сжатом виде, и все «огрехи» здесь становятся достаточно рельефными. Поэтому один из главных положительных моментов при создании электронных презентаций – максимальная собранность студента. Работая с мультимедийными презентационными технологиями, он показывает умения представлять итоги своего труда с привлечением современных средств редактирования, выполнять требования, предъявляемые к уровню подготовки инженеров.

Формы слайдов презентации приведены на рис. 3.6.

Финансовый Университет

Моделирование бизнес-процессов ресторана веганской кухни

Выполнил: Духов Албек Казбекович
Группа: 4-БИ
Руководитель: зав. кафедрой «Математика и информатика» Мария Александровна Ковалева

Чего хотят клиенты?

Качество
Скорость
Стоимость

Основные негативные последствия:

- 1 Хаос на операционном уровне
- 2 Снижение пропускной способности
- 3 Снижение интереса к кафе и отток клиентов
- 4 Размытые границы ответственности

Принятые решения:

Анализ рынка, Оценка рисков, Прогнозирование финансовых затрат, Создание Бизнес-модели, Создание организационной структуры, Создание бизнес-процессов, Формализация, Анализ рынка АСУ и внедрение системы, Бизнес-анализ, Выявление требований

Стартовые вложения + АСУ

Статья	Стоимость
Первоначальные расходы	3,111,000
Система R-keeper и все модули	146,000
Техническое оборудование системы	308,000
Расходы на внедрение системы	167,000
Итого/вал стоимость проекта	3,732,000

Возможности системы R-keeper

- Наличие CRM-системы
- Интеграция с системой видеонаблюдения
- Поддержка оборудования через Wi-Fi
- Визуализация заказов на кухне
- Возможность работы с сетью ресторанов из одной точки
- Интеграция с 1С
- Возможность планирования и учета рабочего времени персонала
- Поддержка электронного меню на планшетах
- Автоматизация службы доставки

Каких результатов удастся добиться

Увеличение общей производительности
Повышение лояльности клиентов
Четкое распределение ответственности
Рост выручки
Стратегия и рост
Качественное управление

Благодарю за внимание!

Рис. 3.6. Слайды презентации

Презентация должна быть распечатана и роздана членам ГЭК для более подробного ознакомления.

Слайдов (плакатов) должно быть не менее 9. Также не рекомендуется демонстрировать более 15 слайдов. Конкретный набор этих материалов зависит от темы и содержания ВКР и согласовывается с руководителем.

Основными принципами при составлении подобной презентации являются лаконичность, ясность, уместность, сдержанность, наглядность (подчеркивание ключевых моментов), запоминаемость (разумное использование ярких эффектов).

При подготовке презентации уместны следующие рекомендации:

- необходимо начать презентацию с заголовочного слайда и завершить итоговым;
- в заголовочном слайде приводится тема (название) и автор (Ф. И. О.);
- в итоговом слайде уместно поблагодарить руководителя и всех, кто давал ценные консультации и рекомендации;
- обязательно сделайте нумерацию слайдов. Номера слайдов должны быть четко различимы на фоне слайдов. Они используются для облегчения диалога в процессе защиты ВКР;
- слайды располагаются в той последовательности, в которой готовился доклад;
- каждый слайд должен иметь заголовок, количество слов в слайде не должно превышать 40;
- для оформления профессиональной презентации рекомендуется использовать дизайн шаблонов;
- не следует увлекаться красочными шаблонами, информация на слайде должна быть контрастна фону, а фон не должен затенять содержимое слайда, если яркость проецирующего оборудования будет недостаточной (то, что подходит для рекламной презентации, неуместно в докладе о результатах ВКР);
- фон и цвет основного шрифта должен обеспечивать визуальный комфорт при просмотре слайда (белые буквы на темном фоне – неудачное решение);
- подготовить графический файл таким образом, чтобы исключить панель задач и неиспользуемые части рабочего стола Windows (используйте полноэкранный режим);
- критически оценить необходимость показа малосодержательных форм (ввод идентификатора пользователя, пароля, сообщения об ошибках);

– рассмотреть возможность размещения нескольких экранных форм (особенно связанных логически) на одном слайде;

– откажитесь от эффектов анимации. Используйте ручной режим показа слайдов. Динамическая анимация эффективна тогда, когда в процессе выступления происходит жесткая синхронизация темпа выступления с темпом показа слайдов. Автоматический показ слайдов обычно вызывает негативную реакцию со стороны членов комиссии, которые одновременно должны выполнять 3 различных дела: слушать выступление, бегло изучать текст работы и вникать в тонкости визуального преподнесения вами материала исследования.

Выступая с докладом, надлежит стоять лицом к комиссии, лишь слегка поворачиваясь при необходимости к демонстрационным материалам, но не оставляя членов ГЭК за спиной.

Очень важно не торопиться при докладе и четко произносить слова.

Пример доклада

«Уважаемый председатель государственной экзаменационной комиссии!

Уважаемые члены государственной экзаменационной комиссии!

Слайд 1

Вашему вниманию представляется доклад по результатам выпускной квалификационной работы, выполненной на *тему: «Моделирование бизнес-процессов ресторана веганской кухни»*.

Главная задача любого бизнеса – это увеличивать свою прибыль. Для этого необходимо предоставлять клиентам товары и услуги максимально быстро и качественно и по приемлемой цене. В основном эти три фактора становятся определяющими в том, останется ли клиент доволен своей покупкой, вернется ли он снова.

Раздел 1. *Основные проблемы.*

Слайд 2

Итак, основная задача ВКР состояла в создании ресторана веганской кухни и последующем моделировании ее бизнес-процессов. В условиях изменяющихся бизнес-моделей, соответствующих изменений в организационных структурах и появления новых ИС и ИТ старые модели бизнес-процессов, протекающих на операционном уровне, перестают быть эффективными и плохо поддаются автоматизации и мультипликации.

Слайд 3

Основные потери выражаются во временных показателях и отсутствии ответственных за конкретные процессы. Производитель-

ность заведения снижается, и соответственно количество клиентов, которых может обслужить заведение, тоже, что, безусловно, ведет к потере выручки. Более того, эти проблемы создают неудобства клиентам, подолгу ожидающим своего заказа, что, в свою очередь, очень сильно влияет на популярность заведения. Отток клиентов, слабый интерес к услугам заведения – все это ведет к серьезным проблемам в бизнесе.

Раздел 2. Варианты решения на рынке.

Слайд 4

Если проанализировать лидеров рынка и их решения, позволяющие им избежать вышеперечисленных проблем, то можно прийти к выводу, что основной ключ стабильности заключается в том, что таких ключей несколько – в условиях современного рынка изменения должны более всего касаться стратегического и операционного уровней:

1) стратегический уровень. С появлением возможностей ИТ и ИС и с ростом потребностей клиентов в качестве и скорости обслуживания необходимо уделять внимание бизнес-модели организации, и найти ответы на следующие вопросы: как именно она выстраивает взаимоотношения с клиентом, какие задачи она берет на себя, а какие передает клиенту; в чем заключается основное ценностное предложение, предоставляемое организацией; будет ли это просто еда, которая интересна только тогда, когда человек голоден, либо это комплексная система услуг, ориентированная на предоставление подходящей для досуга обстановки и уюта, для встречи с друзьями, серьезной деловой атмосферы для бизнес-встреч, или это может быть подходящее заведение для свидания. На самом деле этот пункт необходимо тщательно продумать, так как он будет определять основной рыночный сегмент, на который будет ориентироваться бизнес;

2) операционный уровень. Реинжиниринг, оптимизация и формализация бизнес-процессов; внедрение процессного подхода в организацию; назначение ответственных за каждый блок процессов; написание регламентов и создание мотивационных планов поощрения для выполнения этих регламентов сотрудниками.

Также внедряются системы, автоматизирующие налаженные процессы. Это могут быть: CRM, ERP, BPM, ECM, внедрение СМК. Суть всего этого не в том, кто больше «напичкает» в бизнес ИТ. Суть в том, чтобы организация построила процессы таким образом, чтобы машины смогли идеально подстроиться под них и начать их мультиплицировать, что, в свою очередь, предоставит организации большой

потенциал к росту. Сегодня существует несколько ИС-решений для автоматизации бизнес-процессов. Они являются лидерами на рынке, но у каждой из них есть свои недостатки и преимущества. К ним относятся:

- *Quik Resto*;
- *Iiko*;
- *R-keeper*.

Раздел 3. *Мое решение.*

Слайд 5

Так как изначально нет таких разработок, то необходимо все изучить и создать поэтапно. На 5-й странице я изобразил основные этапы по реализации этого проекта. В оглавлении дипломной работы есть дополнительные пункты.

Мной было принято решение внедрить уже готовую АСУ, предложенную на рынке. Она является лидером в этом сегменте и способна решать все задачи, необходимые бизнесу. В связи с тем, что заведения общественного питания в целом очень похожи по своим задачам и требованиям, было целесообразнее внедрить готовое решение, нежели разрабатывать свою собственную систему. После того, как была определена система для автоматизации, я начал создавать модели бизнес-процессов и подстраивать их логику под систему и ее возможности.

Далее дано описание бизнес-процесса.

Раздел 4. *Преимущества Quik Resto.*

Слайд 6

На слайде 6 приведены основные преимущества и недостатки системы *Quik Resto* перед другими АСУ на рынке.

Далее представлена демонстрация интерфейса системы.

Раздел 5. *Преимущества Iiko.*

Слайд 7

На слайде 7 приведены основные преимущества и недостатки системы *Iiko* по сравнению с другими АСУ на рынке.

Далее представлена демонстрация интерфейса системы.

Раздел 6. *Преимущества R-keeper.*

Слайд 9

На слайде 9 приведены основные преимущества и недостатки системы *R-keeper* перед другими АСУ на рынке. Более того, стоимость системы ниже, чем стоимость аналогичных продуктов.

Далее приведена демонстрация интерфейса системы.

Раздел 7. Риски предприятия.

Слайд 10

Также необходимо учитывать все риски, которые могут возникнуть при реализации проекта. Они могут быть как внешними, так и внутренними, и способны сильно влиять на итоговый результат. На слайдах 10 и 11 перечислены несколько внешних и внутренних рисков.

Слайд 11

Мониторинг и управление рисками позволит руководству организации избегать неприятностей и своевременно готовиться к изменениям.

Раздел 8. Результаты.

Слайд 12

На данном слайде перечислены основные результаты, которых удастся добиться, и каждый из них, в свою очередь, будет влиять на размер ежемесячной выручки, и соответственно, чем больше прибыль, тем больше бюджет на инвестиции в развитие. Получается своего рода эффект «ряби». Каждый из элементов является второстепенным источником колебаний или изменений. В XXI в. легче всего «выживать» тем организациям, которые способны быстро реагировать на условия и требования рынка. Важна способность руководства быстро реагировать на изменения и переключаться на новые стратегические планы. Подобные советы, возможно, не сильно подходят организации, которая только появляется на свет, но если она превратится в сеть или даже во франшизу, подобный подход увеличит шансы бизнеса на успех.

Доклад закончил.

Спасибо за внимание».

3.6. Эффективное использование слайдов при проведении научной презентации

Общеизвестно, что человеческая память наиболее эффективно сохраняет информацию при сочетании работы зрительного и слухового каналов ее получения. По данным исследований, человек запоминает примерно 30 % прочитанной информации и около 20 % информации, воспринимаемой на слух, тогда как при восприятии одновременно на слух и зрительно доля запоминаемой информации увеличивается до 50–75 %. В связи с этим при проведении научных презентаций широко

используются различные наглядные средства, самыми распространенными из которых являются плакаты, пленочные слайды и диапроектор, проектор с пленками, электронные (компьютерные) слайды и компьютерные презентации в виде интерактивного «фильма» для просмотра на компьютере.

Самым популярным наглядным средством, используемым в научной презентации, становятся слайды, что объясняется, в первую очередь, относительной простотой их создания и демонстрации. До недавнего времени использовались пленочные слайды и пленки для проектора, сейчас их все больше и больше вытесняют электронные слайды, составленные с помощью Microsoft PowerPoint и других подобных программ. Компьютерные программы, позволяющие создавать электронные слайды, которые проецируются на экран при помощи проектора, обладают широкими возможностями, что значительно упрощает создание слайдов. Многие специалисты в области публичных выступлений считают однако, что на практике наглядные средства, в частности, слайды, не только не улучшают усвоение и запоминание представляемой информации, но и осложняют их.

Специалисты отмечают, что причины неэффективного использования слайдов могут быть различными.

Так, слайды могут быть:

- неправильно составлены;
- неправильно оформлены;
- неправильно использоваться;
- неправильно комментировать выступающим;
- слишком интенсивно использоваться.

Представим рекомендации, сформулированные на основе анализа и обобщения материалов теоретических и эмпирических исследований, а также практических руководств по составлению слайдов, которые могут значительно улучшить практику проведения научных презентаций.

Составление слайдов

При создании слайдов для научной презентации необходимо учитывать, во-первых, общие рекомендации, которые должны соблюдаться при составлении слайдов любой разновидности.

Общие рекомендации

Каждый слайд должен содержать необходимую информацию. На слайд выносится та информация, которая лучше воспринимается с использованием программного оформления.

Слайды должны дополнять или обобщать содержание выступления или его частей, а не дублировать его. Другими словами, текст или изображения, выносимые на слайд, должны не буквально повторять содержание какой-либо части выступления, а обобщать, структурировать или иллюстрировать ее.

Аудитория должна четко представлять, к какой именно части выступления относится слайд, поэтому каждый слайд должен иметь заголовок. Заголовок должен отражать основное содержание слайда, а не структурную часть презентации, и состоять из 3–5 слов, причем эти слова должны составлять не законченное предложение с подлежащим и сказуемым, а фразу.

Информация на слайдах должна быть изложена кратко, четко и хорошо структурирована.

Нельзя перегружать слайд информацией, поэтому сложные схемы и списки целесообразнее разбить на несколько слайдов, при этом на втором слайде необходимо повторить заголовок первого с пометкой «продолжение» или пронумеровать эти два слайда.

Текст списков должен состоять из однородных грамматических структур: так, если главное слово первого подпункта списка – существительное, то остальные подпункты лучше построить так же.

Во-вторых, существует два основных типа слайдов, обычно используемых на научной презентации: текстовые слайды и слайды данных (таблицы, кривые, различные виды диаграмм и т. д.), поэтому при составлении слайдов каждого типа необходимо учитывать их особенности.

Текстовые слайды.

Как становится понятно из их названия, текстовые слайды содержат текст, как правило, в виде списков. При составлении слайдов этого типа рекомендуется соблюдать следующие правила:

1) на слайдах следует использовать не полные предложения, а словосочетания;

2) оптимальное количество строк на слайде – 4, 5, и в любом случае оно не должно превышать 7 строк, включая заголовок;

3) количество слов в строке не должно превышать 7 слов;

4) допускается вынесение на слайды полных предложений, если это цитаты или определения, без которых нельзя обойтись для полного раскрытия темы, но они не должны быть слишком длинными, так как их чтение отнимет у аудитории и без того ограниченное время, и слишком сложно построенными. Большинство авторов рекомендует,

чтобы таких слайдов было не больше одного в течение 5–7-минутной презентации, и двух – в течение 12–15-минутной.

Слайды данных

На слайдах нельзя использовать сложные таблицы со множеством колонок и строк, и вообще не рекомендуется использовать таблицы. Таблицы, приводимые в научной работе, в устной презентации лучше заменять на схемы, которые более точно и четко отражают связи между объектами исследования. Если без них все-таки нельзя обойтись, то количество колонок и строк в таблице не должно превышать 4, величина пробелов между колонками должна быть примерно равна величине колонок, чтобы текст зрительно не сливался. В противном случае содержание этой таблицы перестает восприниматься слушателями презентации. К наиболее часто используемым типам схем относятся столбиковые диаграммы, круговые диаграммы, точечные диаграммы (диаграммы рассеивания) и кривые.

В-третьих, для привлечения и удержания внимания аудитории целесообразно применять комбинацию обоих типов слайдов, если материал это позволяет.

В-четвертых, каждый из перечисленных выше разновидностей слайдов целесообразно применять в определенных случаях:

1) текстовые слайды используются для отражения классификаций и списков. Их удобно использовать, если на слайды нужно вынести содержание презентации, цели исследования, использованные методы, возможные результаты, выводы и т. д.;

2) при отображении процентных соотношений лучше использовать круговые диаграммы;

3) столбиковые диаграммы (вертикальные или горизонтальные) хорошо иллюстрируют сравнения, изменения во времени или частоту;

4) вертикальные столбиковые диаграммы и диаграммы рассеивания (точечные диаграммы) идеальны для демонстрации соотношения;

5) кривые хорошо иллюстрируют изменения во времени.

Особенности составления слайдов для научной презентации.

Особенности научной презентации (жесткие требования к логичности, последовательности и смысловой иерархии материала, ясности и четкости изложения) и стилистические особенности научной речи накладывают на слайды определенные ограничения:

- первый слайд, особенно если презентация объемная, должен быть обзорным, т. е. должен содержать структуру презентации, причем акцент должен делаться не на структурные части выступления (введение, основная часть, заключение), а на смысловые;

• в большой презентации целесообразно время от времени возвращаться к первому обзорному слайду, сделав несколько его копий и вставив их в нужные места презентации.

Оформление слайдов. Общие рекомендации

Слайды должны быть ориентированы горизонтально; при вертикальной ориентации место на слайде используется неэффективно.

Необходимо использовать более крупный размер шрифта для заголовков и более мелкий – для текста слайдов, причем шрифт в заголовках и тексте слайдов должен быть один.

Для выделения следует использовать жирный шрифт или цвет, а не курсив, подчеркивание или набор слов заглавными буквами, поскольку они значительно хуже воспринимаются. Заглавные буквы можно использовать для заголовков, или если нужно выделить одно слово в тексте слайда.

Количество различных шрифтов не должно быть больше двух, размер должен быть одинаковым на всех слайдах.

Текст на слайдах следует выравнивать по левому краю, оставляя правый край рваным; доказано, что это ускоряет его восприятие.

Рекомендуемый стандартный размер шрифта текста слайдов – 22–24 п., и он ни в коем случае не должен быть меньше. При выборе некоторых типов шрифта и в заголовках приходится применять больший размер (оптимальный размер для заголовков – 30–40 п.). Чтобы точно определить размер шрифта, нужно провести «репетицию» презентации, так как то, что выглядит достаточно разборчиво на экране компьютера, может оказаться слишком мелким на экране.

Рекомендуемый межстрочный интервал – 1–5.

На слайдах не должна использоваться пунктуация в конце фразы или предложения, так как знак препинания заставляет читателя подсознательно сосредоточивать внимание на нем, что отвлекает.

При оформлении списков на текстовых слайдах предпочтительно использовать жирные точки, а не цифры, если только список не отражает жесткую последовательность; в последнем случае – предпочтительнее цифры.

Количество строк на текстовых слайдах не должно превышать 7 вместе с заголовком, количество слов в строке не должно быть более 7, а в заголовке – 5.

В столбиковых диаграммах количество столбиков и количество секторов в круговых диаграммах не должно быть больше 7.

Предпочтителен единый дизайн на всех слайдах, это дает возможность аудитории сосредоточиться на содержании.

Отрезки текста, расположенные на небольшом расстоянии друг от друга, воспринимаются как единое целое, расположенные на больших расстояниях – как принадлежащие к разным смысловым группам.

В цветовом оформлении следует использовать контраст и закономерности сочетания цветов. Во-первых, цвет текста должен резко контрастировать с цветом фона. Стандартное сочетание – черный текст на белом или другом очень светлом фоне идеально для хорошо освещенной аудитории, если же аудитория затемнена, лучше использовать светлый текст на черном фоне, например, белый – на синем или желтый – на темно-зеленом. Следует избегать красного цвета в больших количествах – он раздражает глаз, и сочетания «красный – зеленый», так как доказано, что эти цвета не воспринимаются многими людьми.

Слайд не должен быть перегружен графическими изображениями и текстом, свободное поле слайда должно быть достаточно большим.

Цветовая гамма всех слайдов должна быть единой.

Не следует перегружать слайды различными элементами оформления.

Не рекомендуется включать в состав слайдов изображения, не несущие смысловой нагрузки. Если аудитория устала, ее целесообразнее «разбудить» не забавной, но неинформативной картинкой или анимацией, а каким-либо другим способом.

Прежде чем приступить к разработке слайдов, необходимо выработать их общий дизайн, который будет использоваться в качестве шаблона.

Полезно использовать следующий алгоритм: оценка аудитории и цели презентации, выбор шрифта, определение цвета фона и дизайна фона, выбор шрифта, выбор размера шрифта для заголовка и различных иерархических подуровней текста или подрисуночных надписей, выбор цветового решения различных уровней иерархического деления (например, точки, выделяющие различные подуровни в списке, могут быть разных цветов).

При выборе размера шрифта и графических изображений необходимо учитывать размеры комнаты, так, чтобы текст хорошо читался из последнего ряда.

Связь между картинками на слайдах и его содержанием должна быть легко распознаваемой и не должна требовать «дешифровки».

Слайд не должен содержать грамматических, лексических и орфографических ошибок, поэтому его необходимо тщательно проверить не только с помощью компьютерной программы проверки правописания, которая распознает не все ошибки, а «вручную».

3.6.1. Особенности оформления слайдов научной презентации

Первый слайд рекомендуется выполнять как титульный слайд, содержащий название темы, имя автора работы и организацию, которую представляет выступающий. При демонстрации первого слайда аудитории нужно дать время его осмыслить.

На слайды для научной презентации нельзя переносить таблицы, графики, схемы и диаграммы, взятые из письменных источников, их нужно обязательно адаптировать в соответствии с требованиями к слайдам.

На слайдах рекомендуются шрифты *Verdana* или *Arial*, на раздаточном материале – *Times New Roman*.

Поскольку слайды чаще всего сопровождают выступления на конференциях и симпозиумах, где присутствуют представители различных организаций и учреждений, желательно, чтобы на слайдах присутствовал нижний колонтитул, содержащий название презентации, название организации, номер слайда и дату выступления, – это упрощает последующие обсуждения научных докладов.

Не следует размещать текст на нижних 10 % площади слайда – его не будет видно на последних рядах.

Графическое оформление слайдов должно быть строгим, анимационные, графические эффекты (картинки *Clipart*) следует свести к минимуму или исключить их, цветовое решение слайдов не должно включать более 3–4 цветов вместе с цветом фона (исключение составляют диаграммы, где применение большего количества цветов может быть необходимо для понимания), все цвета, кроме цвета букв и линий диаграмм, не должны быть «кричащими» и должны хорошо сочетаться друг с другом.

Не рекомендуется использовать неоднородный цветной фон.

Диаграммы и графики не следует усложнять; лучше сделать две простых столбиковых диаграммы, чем одну сложную.

Линии графиков и схем должны быть четкими и достаточно толстыми. Расшифровка графиков должна приводиться не в легенде, а на самих кривых.

Графики не должны содержать больше трех кривых, и их хорошо выполнять в разных цветах, причем если одни и те же соотношения показываются на разных графиках, цвета линий кривых нужно сохранять.

Один слайд не должен содержать больше двух круговых диаграмм.

Если по той или иной причине в ходе презентации нужно дважды показать один слайд, лучше сделать два одинаковых слайда, так как возвращение к одному слайду отнимет много времени.

Не следует увлекаться спецэффектами, цветовыми и графическими решениями шаблонов программ по созданию слайдов – они могут быть неграмотно выполненными.

Необходимо помнить, что оформление должно быть очень простым и не демонстрировать аудитории компьютерные навыки выступающего, а помогать ей усвоить материал презентации.

Нельзя использовать научный жаргон, а также аббревиатуры без расшифровки.

Включать звуковое сопровождение или фильмы можно, но только в том случае, если они необходимы с точки зрения раскрытия содержания и в минимальном объеме.

Использование слайдов

Ключ к эффективному использованию слайдов заключается в понимании того, что они должны производить максимальное воздействие на аудиторию. Отсюда следует несколько общих практических рекомендаций по демонстрации слайдов.

Слайды должны упрощать и облегчать понимание информации, а не дублировать ее.

Презентацию не следует начинать с показа слайдов, поскольку внимание аудитории должно быть сконцентрировано на докладчике; каждый слайд нужно представлять своевременно, комментируя его место в презентации, и своевременно менять на следующий.

Аудитории нужно дать время на осмысление информации слайда.

Объяснение содержания слайдов должно быть четким, понятным и выдержано в достаточно медленном темпе.

Стоять предпочтительно лицом к залу или повернувшись к залу вполоборота, так как одной из основных задач при демонстрации слайдов остается поддержание контакта с аудиторией.

При демонстрации слайда целесообразно соблюдать следующую последовательность действий: назвать слайд, обрисовать место отраженного на слайде содержания в структуре презентации, дать слушателям время осмыслить информацию и только затем начать комментировать слайд.

Читать текст со слайдов нельзя, тем более, что правильно составленный слайд содержит только фразы, обозначающие подтемы выступления, а не весь его текст.

Если выступающий говорит, опираясь на конкретную часть текста или изображения, ему следует пользоваться указкой или специальными функциями компьютерных программ, выделяющими одну часть текста и затемняющими остальные.

Если в процессе презентации выступающий замечает, что на слайде допущена ошибка, или он недостаточно правильно оформлен, не следует извиняться, – это отнимет время, и ошибку заметят все.

Последняя «репетиция» должна обязательно включать показ слайдов в окончательном варианте.

Особенности использования слайдов на научной презентации

Слайды в среднем можно показывать с интервалом в 1–2 мин, и только если это иллюстрация, для восприятия которой не нужно много времени, интервал можно уменьшить.

«Необычные», забавные слайды могут «разбудить» аудиторию, но снижают уровень усвоения материала.

Комментарии к слайдам

При переходе от текста к слайдам нужно упомянуть тему слайда, затем показать слайд, дать аудитории время на осмысление заголовка, а затем прокомментировать его.

Диаграммы и графики необходимо подробно комментировать, например: «На этом графике показывается изменение А и В за период с ... по... . Желтая лилия показывает изменение А, а зеленая – изменение В, и т. д.».

В заключение целесообразно еще раз отметить, что применение слайдов в ходе научной презентации хотя и является давно общепринятым средством улучшения понимания и усвоения аудиторией преподносимой информации, на практике – далеко от совершенства. Причиной неэффективного использования слайдов являются нарушения выступающими как общих принципов и рекомендаций по составлению, оформлению, использованию и комментированию слайдов, так отсутствие учета выступающими специфики научных слайдов. Четкое следование всем перечисленным выше рекомендациям, безусловно, привело бы к значительному повышению качества научной презентации.

3.7. Назначение, основные функции и достоинства PowerPoint

К важнейшим достоинствам средств мультимедиа следует отнести возможность создания презентаций. По сути дела, презентация – это слайд-фильм, проигрываемый с помощью компьютера.

В настоящее время имеется множество программ для создания мультимедийных презентаций в среде *Windows* и онлайн: *PowerPoint* (*Microsoft*), *Impress* (*LibreOffice*), *Prezi* (<https://prezi.com/>), *Google Slides* (<https://docs.google.com/presentation/>) и т. д. Программа *PowerPoint* фирмы *Microsoft* является одним из наиболее популярных пакетов подготовки презентаций. Назначение программы – создать презентацию из текстов, рисунков, фотографий, музыкальных файлов и видеофайлов. Работа сводится к созданию коллекции слайдов, установлению последовательности их показа и времени экспозиции.

Использование средств мультимедиа позволяет сделать презентацию более наглядной, доступной, понятной, позволяет выделить и сделать запоминающимися наиболее важные моменты. Однако не следует преувеличивать роль эффектного оформления – презентация должна быть информативной, а украшение ее спецэффектами должно только усиливать восприятие основных идей.

Презентации с использованием программы *PowerPoint* давно стали стандартом в различных аспектах деловой жизни. Данная программа позволяет самостоятельно, без помощи дорогостоящих специалистов составить сопровождение вашему выступлению, докладу. Программу может освоить любой пользователь, работающий с пакетом *Microsoft Office*.

Презентацию можно сохранить в виде файла. Файлы, созданные в *PowerPoint*, имеют расширение *ppt*. Этот файл можно открыть и редактировать.

Таблицы и диаграммы можно готовить в *Excel*. Есть режим установки времени экспозиции, вставки и записи звука, видео, изменения последовательности демонстрации слайдов, анимации – оживления картинок (вплывающие тексты), отладки демонстрации и многое другое.

К достоинствам презентации относятся интерактивность, копируемость, транспортабельность и наличие мультимедийных эффектов.

Рассмотрим термины и определения, используемые в *PowerPoint*.

Под презентацией (от лат. *praesent* – «передаю», «вручаю» и англ. *present* – «представляют») подразумевается именно передача,

представление аудитории новых для нее идей, планов, разработок. Компьютерная презентация – это файл, в который такие материалы собраны. Подобно тому, как текстовый документ состоит из страниц, файл презентации состоит из последовательности кадров или слайдов.

Презентация – это набор слайдов и спецэффектов, сопровождающих их показ на экране, раздаточный материал, а также конспект и план доклада, хранящиеся в одном файле, созданном с помощью *PowerPoint*.

Слайд – это отдельная страница презентации, который может включать в себя заголовки, текст, графику, диаграммы, фотографии и т. д. Эти слайды можно не только выводить на экран компьютера или специального проектора по ходу выступления, но и напечатать на бумаге или изготовить с помощью специальных агентств 35-миллиметровые слайды на фотопленке.

Структура презентации – представляет собой документ, содержащий только заголовки слайдов, а также основной текст без графических изображений и специального оформления.

Шаблон – это презентация, формат которой и схема цветов могут использоваться для подготовки других презентаций. *PowerPoint* поставляется более чем со 100 профессионально оформленными шаблонами, которые можно использовать для подготовки презентаций.

Раздаточный материал – в качестве раздаточного материала служат распечатанные в компактном виде слайды презентации: два, четыре или шесть слайдов на одной странице.

Для закрепления материала используется конспект. Презентация – это не только то, что видит и слышит аудитория, но и заметки для выступающего: о чем не забыть, как расставить акценты. Эти заметки видны только докладчику: они выводятся на экран управляющего компьютера. Можно получить конспект доклада, при печати которого на каждой странице будет выведено уменьшенное изображение слайда и текст, поясняющий его содержание.

Подготовка мультимедийных презентаций

По способу организации презентации можно классифицировать следующим образом:

- интерактивные презентации;
- непрерывно выполняющиеся презентации.

Интерактивные презентации – это презентации, ход которых управляется пользователем. Для них тоже должен существовать сценарий, но он допускает многовариантность развития действия в зависимости от вопросов пользователей.

Непрерывно выполняющиеся презентации – это нечто вроде демонстрации фильма, пользователь никак не влияет на проведение презентации.

Классификация презентации по направлению деятельности

Маркетинговые презентации. Представляют основные сведения о направлениях деятельности компании и продукции, которую она выпускает.

Торговые презентации. Представляют всю необходимую информацию о товарах или услугах при заключении сделок. Особенно эффективны при продаже громоздких и сложных товаров (самолеты).

Обучающие презентации. К ним относятся:

- обучающие семинары-презентации: знакомство с новой техникой, обзор рынка, обучение студентов и повышение квалификации;
- презентации для самообразования – интерактивные мультимедийные обучающие курсы;
- презентации для клиентов крупных компаний – информирование о новых условиях, услугах, ценах и т. д.

Корпоративные презентации. Включают:

- финансовые презентации – нацеленные на получение средств на фондовом рынке или кредитов. Освещают информацию о состоянии финансов корпорации, планах, традициях, успехах;
- презентации для служб управления персоналом: структура компании, традиции, правила, перспективы;
- другие презентации для целей корпорации.

3.8. Особенности программ для создания презентации

Для создания слайда используется обычный режим рабочего окна программы.

Каждый раз, когда создается слайд, можно начать работу с чистого листа, либо с одного из типовых макетов, которые предлагает программа. Использование типового макета освобождает от некоторых рутинных операций при создании слайда. Можно начать с пустого слайда (макет «Пустой слайд») и самостоятельно сформировать свою структуру слайда.

Основным элементом слайдов является текст. С помощью редактора *Microsoft PowerPoint* (или дублирующими их программами, например, презентация *Libre Office*) можно создавать слайды. На них

размещаются: текст с таблицами, диаграммами, графическими объектами, картинками, рисунками, фотографиями, фильмами и звуком, видеоклипами.

Каждый слайд презентации характеризуется следующими свойствами:

- размером слайда;
- разметкой слайда (расположением заголовков, текста и объектов на слайде);
- шаблоном оформления (дизайн слайда);
- эффектами перехода от слайда к слайду.

Эти свойства слайда влияют на его отображение во время демонстрации.

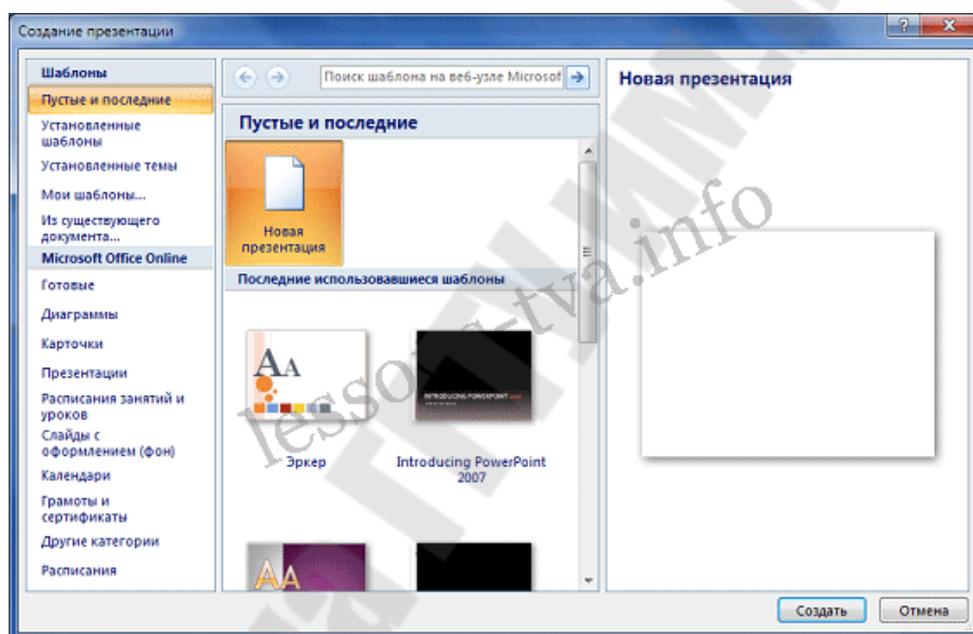


Рис. 3.7.. Шаблоны презентаций

Например, в *Microsoft PowerPoint* можно создать новую презентацию несколькими способами (рис. 3.7):

- 1) на основе шаблонов:
 - пустые (для создания новой презентации с нуля) и последние использовавшиеся шаблоны;
 - установленные шаблоны;
 - установленные темы;
 - мои шаблоны;
 - из существующего документа;

2) на основе *Microsoft Office Online*:

- готовые презентации;
- шаблоны оформления и слайды;
- диаграммы, календари и т. д.

После выбора вида презентации откроется страница с обычным режимом, который используется для создания слайдов (рис. 3.8). На этом рисунке в обычном режиме показаны эскизы слайдов (слева), крупное окно с текущим слайдом и раздел под ним, в котором можно ввести заметки докладчика.

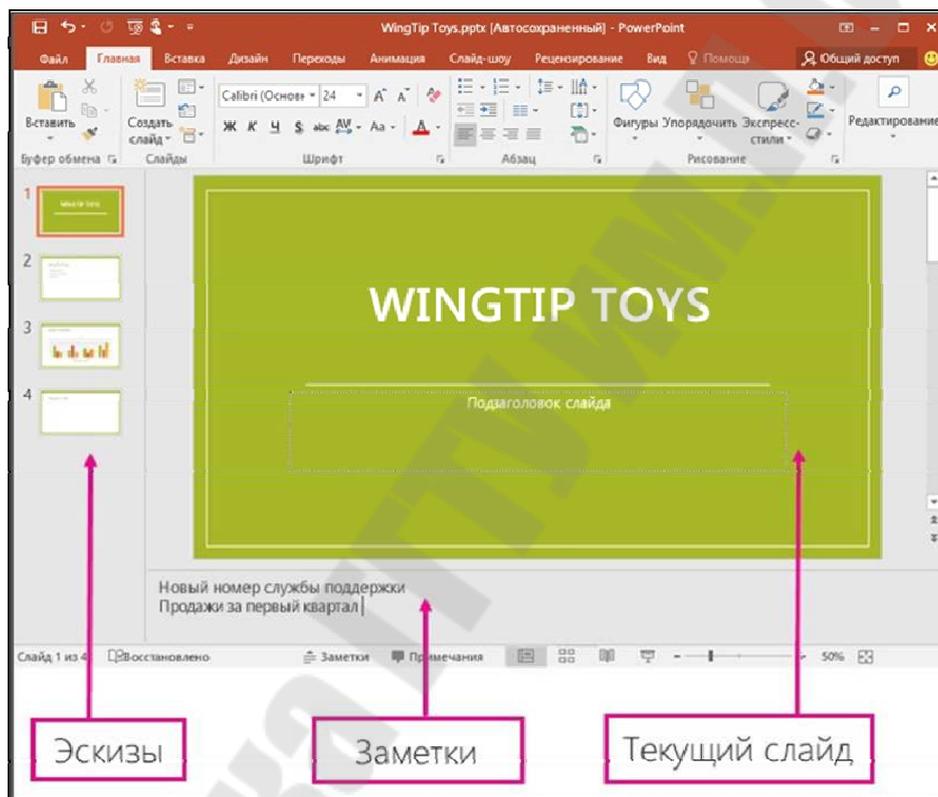


Рис. 3.8. Главное окно программы

Всю последовательность слайдов можно наблюдать в режиме сортировщика слайдов (рис. 3.8). Здесь нет возможности изменять отдельный слайд, но удобно производить следующие действия:

- сортировка слайдов в презентации;
- копирование слайдов (включая копирование слайдов из другой презентации);
- назначение эффектов перехода от слайда к слайду;
- добавление итогового слайда;
- изменение общего дизайна презентации;
- хронометраж слайд-фильма.

Вы можете перейти в режим сортировщика слайдов из панели задач  в нижней части окна слайда или с вкладки «Вид» на ленте.

В представлении «Сортировщик слайдов» (рис. 3.9) все слайды презентации отображаются как эскизы в горизонтальной последовательности. Это представление очень удобно, если нужно упорядочить слайды: можно просто «перетащить» их в нужное место, а также добавить разделы, чтобы объединить слайды в группы по определенному признаку.



Рис. 3.9. «Сортировщик слайдов»

Последним шагом в подготовке презентации является задание параметров показа презентации. Данные параметры собраны в окне «Настройка демонстрации» (рис. 3.10).

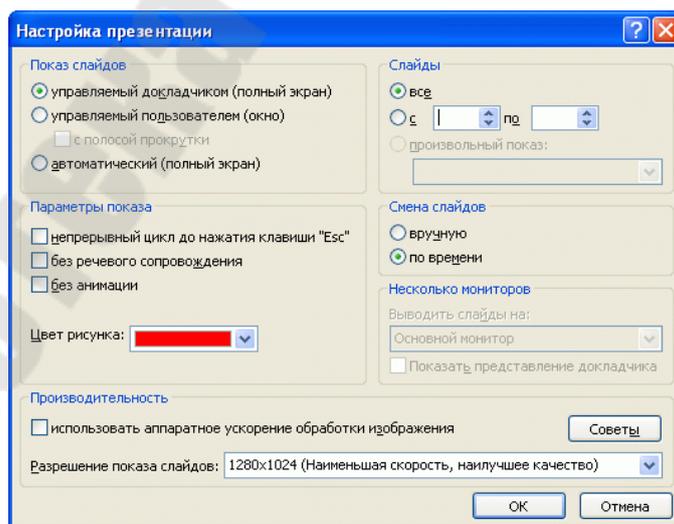


Рис. 3.10. «Настройка демонстрации»

Здесь определяется:

- будет ли демонстрация осуществляться в автоматическом режиме или под управлением человека (докладчика или пользователя);
- будет ли демонстрация делаться со звуковым сопровождением или без него;
- нужно ли использовать назначенные эффекты анимации;
- какие слайды будут включены в показ;
- будет ли делаться продвижение по слайдам в соответствии с назначенным временем или по нажатию клавиш;
- с каким качеством демонстрировать слайды.

Программой предусмотрены три основных режима демонстрации: 1) режим управления докладчиком; 2) режим управления пользователем; 3) автоматический режим.

В общем случае в распоряжении пользователя или докладчика находятся достаточно богатые возможности управления демонстрацией слайдов. Прежде всего, можно воспользоваться контекстным меню, которое вызывается правой кнопкой мыши.

При запуске программы презентации *PowerPoint* или *Libre Office Impress* открывается окно приложения в режиме «Обычный» (рис. 3.11 и 3.12). Этот режим предназначен для создания слайдов и работы с ними.

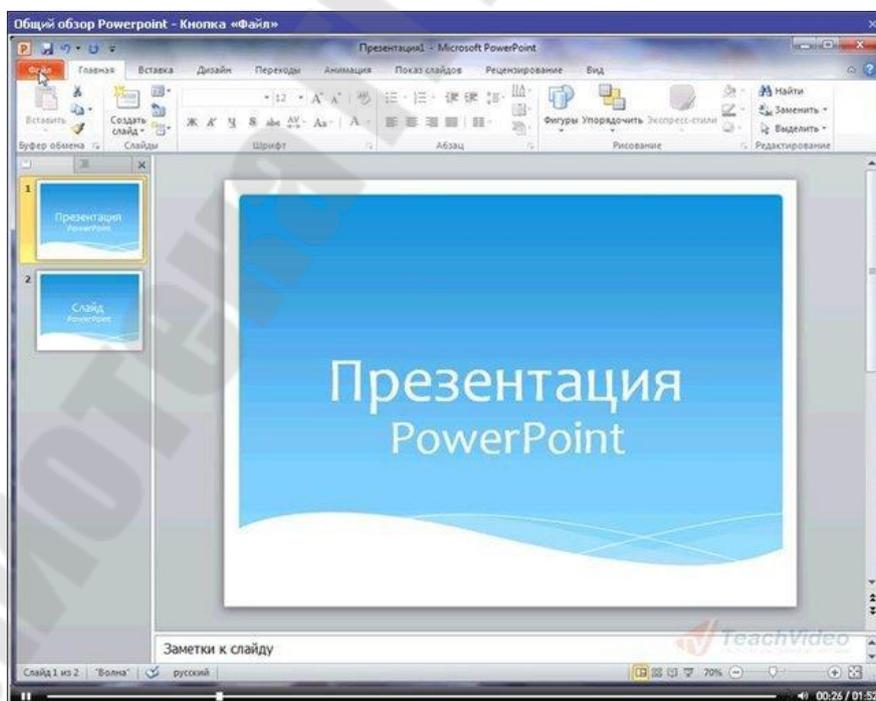


Рис. 3.11. Окно *PowerPoint* в режиме «Обычный»

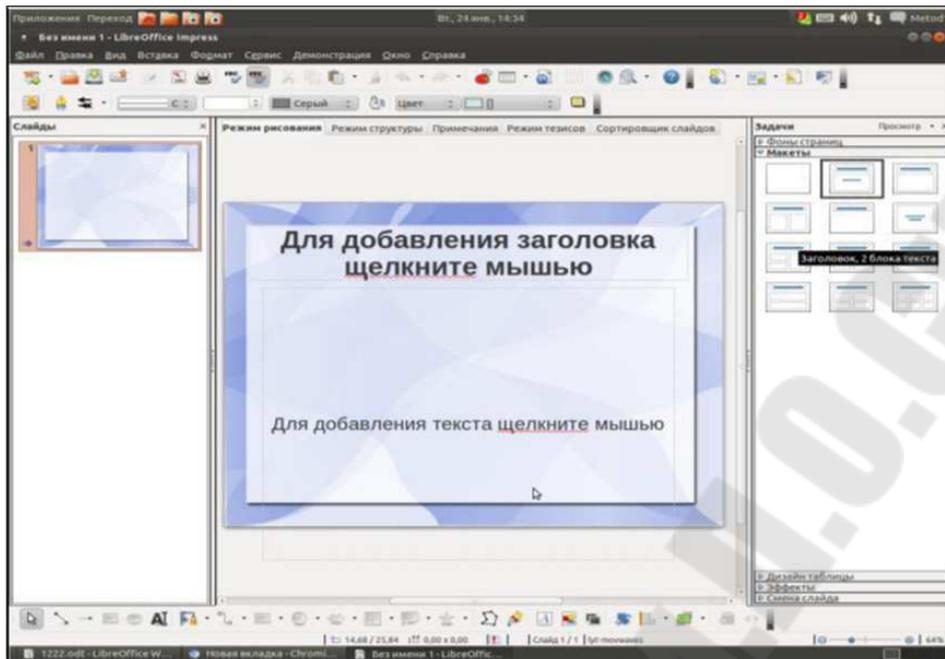


Рис. 3.12. Окно Libre Office Impress в режиме «Обычный»

Иногда приходится работать с презентациями, созданными в более ранних версиях *Microsoft PowerPoint*, например, *PowerPoint 2003* или *PowerPoint 2000*. Когда вы открываете такие презентации, они показываются в «Режиме совместимости».

Режим совместимости отключает некоторые функции, поэтому вы сможете пользоваться только теми командами, которые были доступны при создании презентации (рис. 3.13). Например, если вы открываете презентацию, созданную в *PowerPoint 2003*, то сможете использовать вкладки и команды, которые были в *PowerPoint 2003*.

На рис. 3.13 ниже презентация открыта в режиме совместимости. Вы можете видеть, что часть команд вкладки «Переходы» заблокированы, доступны только те, что были в *PowerPoint 2003*.

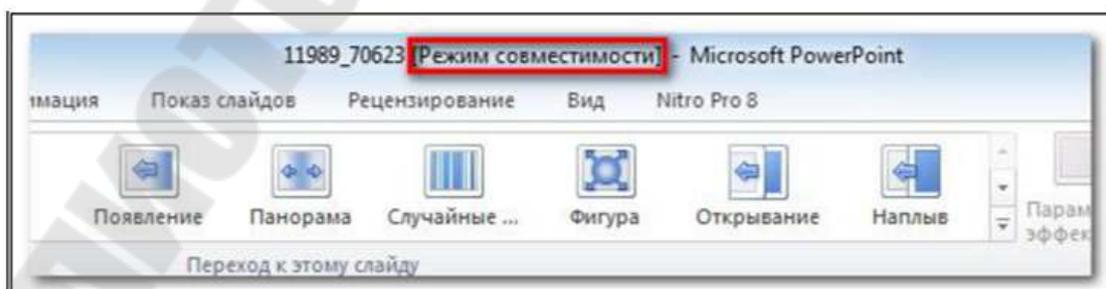


Рис. 3.13. «Режим совместимости»

Чтобы выйти из режима совместимости, вам нужно изменить формат презентации на текущую версию. Тем не менее, если вы работаете с людьми, которые работают с более ранними версиями *PowerPoint*, лучше оставить презентацию в «Режиме совместимости» и не менять формат.

Просмотр презентации

Чтобы просмотреть презентацию, можно:

- нажать функциональную клавишу F5;
- на панели задач (нижняя часть окна) имеются кнопки режима

отображения слайдов презентации  и для запуска программы на просмотр нужно щелкнуть левой кнопкой мышки по кнопке  («переносной экран»);

– использовать ленту: перейти на вкладку «Показ слайдов» (рис. 3.14) и щелкнуть по нужному режиму показа.

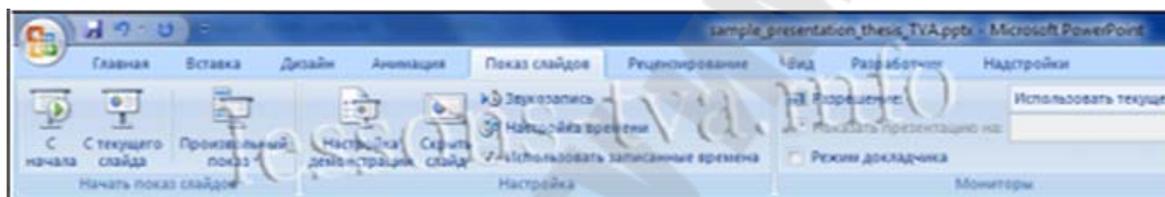
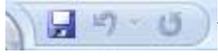


Рис. 3.14. Вкладка «Показ слайдов»

Для просмотра презентации на компьютере при отсутствии *PowerPoint* можно сохранить ее в формате «pdf» с помощью команды «Сохранить как».

Презентацию можно показать на компьютере, на котором установлено приложение презентации. Демонстрацию можно осуществлять как в окне приложения, так и на полном экране в режиме просмотра «Показ слайда».

Рассмотрим графический интерфейс программы создания презентации *PowerPoint 2010* (рис. 3.15).

Строка заголовка (1) содержит: значок программы; название программы; имя файла; панель быстрого доступа ().

Панель быстрого доступа дает быстрый доступ к некоторым нужным командам. По умолчанию отображаются команды: «Сохранить», «Отменить», «Повторить», «Начать с начала». Вы можете настроить панель быстрого доступа, добавив предпочитаемые вами команды, чтобы сделать панель более удобной.

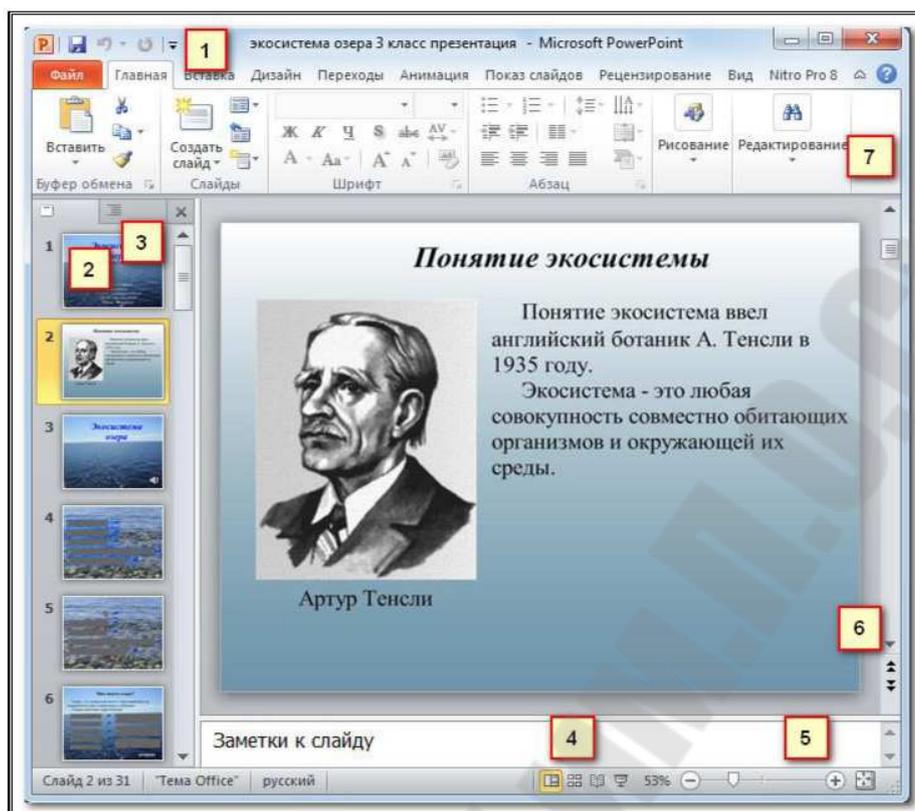


Рис. 3.15. Окно PowerPoint

Вкладка «Слайды» (2) позволяет вам просматривать и работать со слайдами презентации (рис. 3.16). Вы можете добавлять, удалять, копировать и менять порядок слайдов на этой вкладке. Вы также можете добавлять разделители на этой вкладке, чтобы систематизировать и разделять слайды.

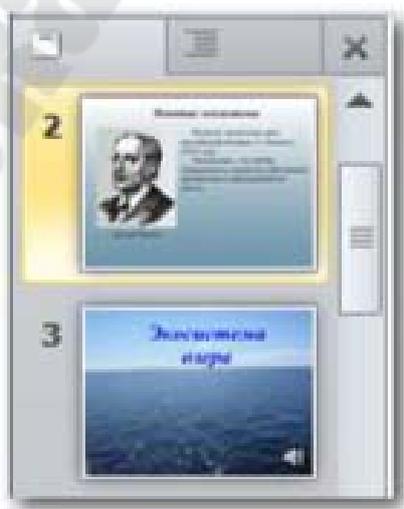


Рис. 3.16. Вкладка «Слайды»

Вкладка «Структура» (3) удобно показывает текст каждого слайда. Вы можете редактировать текст непосредственно в этой вкладке (рис. 3.17).

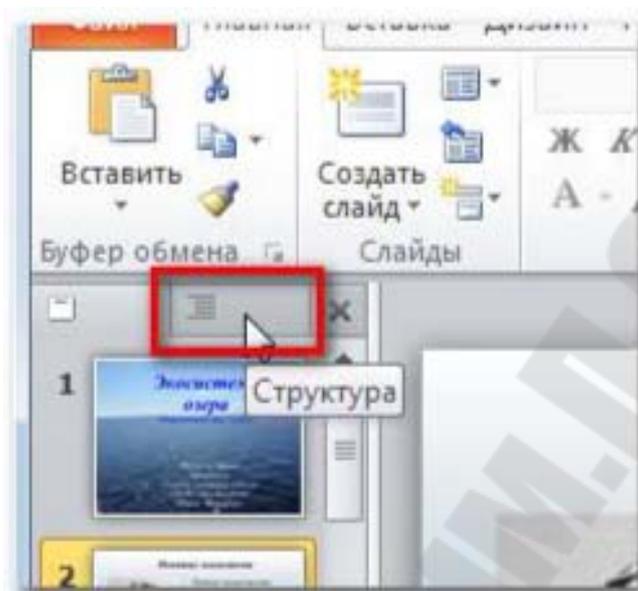


Рис. 3.17. Вкладка «Структура»

Строка состояния или «Информационная панель» (4), на ней показаны число слайдов, язык презентации, вид оформления слайда. Справа на строке расположена панель для выбора режима просмотра слайдов (рис. 3.18) и установка масштаба. Рассмотрим режимы просмотра слайдов (виды):

- «Обычный» вид выбран по умолчанию, отображает вкладки «Слайды» и «Структура» и текущий слайд;
- «Сортировщик слайдов» показывает уменьшенные версии всех слайдов;
- «Режим чтения» показывает только слайды с кнопками навигации внизу;
- «Показ слайдов» проигрывает слайды текущей презентации.



Рис. 3.18. Строка состояния

«Заметки к слайду» (5). Эта область в обычном режиме предназначена для ввода заметок к слайду. Можно распечатать и раздать заметки аудитории или использовать их для справки во время показа презентации в режиме докладчика.

«Область слайда» (6). Здесь можно работать непосредственно с отдельными слайдами презентации.

Справа от этой области имеется «Полоса прокрутки». Вы можете перемещаться по слайдам, «перетаскивая» «ползунок» полосы прокрутки или пользуясь кнопками со стрелками «Предыдущий слайд» и «Следующий слайд» (расположены в нижней части полосы прокрутки).

«Лента» (7). В ней есть все команды, которые понадобятся во время работы над презентацией. В ней содержится несколько вкладок, на каждой вкладке есть несколько групп команд (панели инструментов). Вы можете добавлять собственные вкладки с вашими наиболее часто используемыми командами. Более того, специальные вкладки с «инструментами» появятся на ленте, когда вы будете работать с такими объектами, как рисунки и таблицы.

Рассмотрим более подробно структуру «Ленты» (рис. 3.19).

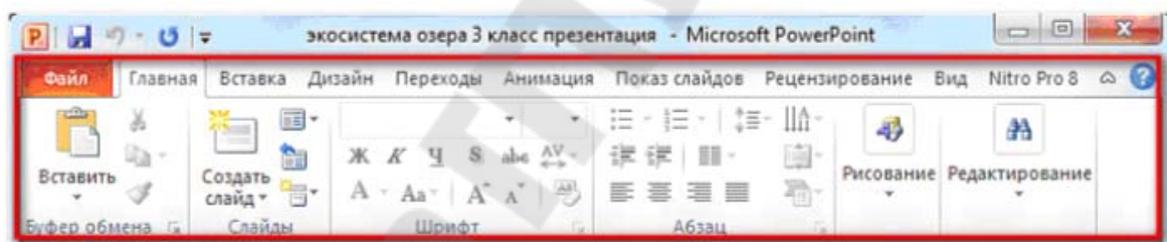


Рис. 3.19. Лента

На «Ленте» постоянно отображены следующие «Вкладки»:

– «Файл» – здесь находятся обычные (стандартные) команды работы с файлами, такие же, как и в других приложениях *MS Office*. Команды: «Сохранить», «Сохранить как», «Открыть», «Заккрыть» и теперь находятся во всплывающем меню. «Сведения» содержат информацию о текущей презентации. Можете просмотреть и изменить ее разрешения. «Последние» – для удобства здесь показываются последние открытые презентации и папки с файлами. «Создать» – отсюда вы можете создать новую чистую презентацию или выбрать макет из большого числа шаблонов. «Печать». На панели «Печать» можете изменить настройки печати и напечатать вашу презентацию. Также вы можете предварительно посмотреть, как будет выглядеть презен-

тация при печати. Опция «Сохранить и отправить» позволяет легко отправить вашу презентацию по электронной почте, разместить ее в Интернете, или изменить формат файла. Более того, вы можете создать видео, компакт диск или выдачу с вашей презентацией. «Справка» – отсюда вы получаете доступ к «Справке *Microsoft Office*» или «Проверке наличия обновлений». «Параметры» – здесь вы можете изменять различные параметры *PowerPoint*. Например, вы можете изменить настройки проверки правописания, автовосстановления или языка;

– «Главная» – содержит команды управления текстом и шрифтом, автофигуры, а также их стили, эффекты и заливки. Здесь находятся команды, которые чаще всего используются при создании и работе со слайдами, например, команды для добавления и удаления слайдов, выбора структуры слайдов, выбора шрифтов и параметров абзаца, добавления объектов *WordArt*, а также поиска текста в определенном слайде;

– «Вставка» – содержит команды вставки слайдов, таблиц, изображений, графических объектов *SmartArt*, диаграмм, фигур, гиперссылок, фильмов, звуков, файлов из других программ и других объектов. «Вкладка» позволяет вставлять различные элементы, из которых состоит слайд: таблицы, рисунки, схемы, диаграммы, текстовые поля, звуки, гиперссылки и колонтитулы. Вкладка «Вставка» позволяет вставлять в презентацию медиафайлы (клип, звук, фильм и др.), добавлять в слайды ряд элементов: таблиц, изображений, диаграмм, графиков, фигур *office*, ссылок, текстовых объектов и роликов;

– «Дизайн» – на вкладке производят выбор фонового узора, цветов, шрифтов и специальных эффектов для всей презентации. Вкладка «Дизайн» помогает пользователю оформить дизайн презентации на основе наборов стилей оформления слайдов. Вкладка содержит все необходимое для настройки внешнего вида презентации. Команды на этой вкладке предназначены для выбора ориентации страницы, темы презентации, оформления фона слайда и упорядочивания объектов слайда. Вкладка позволяет выбирать общий вид слайда, фоновый рисунок, шрифты и цветовую схему. После этого можно настроить параметры слайда более детально;

– «Переходы» – на ней можно установить переходы между слайдами, задать звук из коллекции звуков, указать на порядок смены слайдов, задать время демонстрации каждого слайда;

– «Анимация» – вкладка служит для организации переходов между слайдами. Вкладка содержит инструменты для добавления анимационных объектов и звуков, эффектов перехода и выбора временных интервалов. На вкладке производится настройка эффектов анимации и перехода между слайдами;

– «Показ слайдов» – вкладка предназначена для организации параметров демонстрации слайдов. Вкладка содержит команды для настройки, репетиции и показа слайд-шоу. Здесь также есть команды для записи голоса, настройки сдвоенных мониторов и изменения разрешения изображения. Показ слайдов: подготовка к показу, предварительный просмотр слайдов, настройка параметров показа, запись речевого сопровождения. Вкладка позволяет выбирать определенный слайд, с которого начинается показ, записать речевое сопровождение, просмотреть все слайды и выполнять другие подготовительные действия;

– «Рецензирование» – вкладка связана с созданием примечаний и защиты презентации. Вкладка имеет инструменты для проверки орфографии и тезаурус, а также средства перевода и исследования. Кроме того, здесь вы найдете команды для добавления, просмотра и обработки комментариев в документе. Здесь производится проверка правописания и добавление примечаний;

– «Вид» – вкладка содержит набор различных опций представления презентации. С их помощью можно выбирать традиционные представления *PowerPoint*, применять линейку, настраивать цвета и оттенки серого, а также работать с окнами презентации. Вкладка позволяет быстро переключиться в режим заметок, включать линии сетки или упорядочивать все открытые презентации в окне. На вкладке «Вид» имеются инструменты для переключения режимов просмотра, отображение сетки, упорядочение окон. Вкладка «Вид» содержит инструменты упорядочения и масштабирования презентации, сортировщик слайдов, линейку и макросы.

В дополнение к стандартному набору вкладок, расположенных на ленте при запуске программы, существует два вида вкладок, которые появляются в интерфейсе по мере необходимости для выполняемой в настоящее время задачи. Их называют «Контекстные инструменты» и «Вкладки приложения».

Open Office (Libre Office)

Рассмотрим окно «Мастер презентации» при первом запуске программы презентации.

При создании нового файла в *Open Office* (или *Libre Office*). *Impress* на экране появляется окно «Мастер презентации». На рис. 3.20 приведен шаг 1.

Вы можете или продолжить определение параметров, руководствуясь «Мастером презентаций», или сразу создать новую пустую презентацию, нажав кнопку «Готово».

Выберите «Пустая презентация» в разделе «Тип». Это создает презентацию с самого начала.

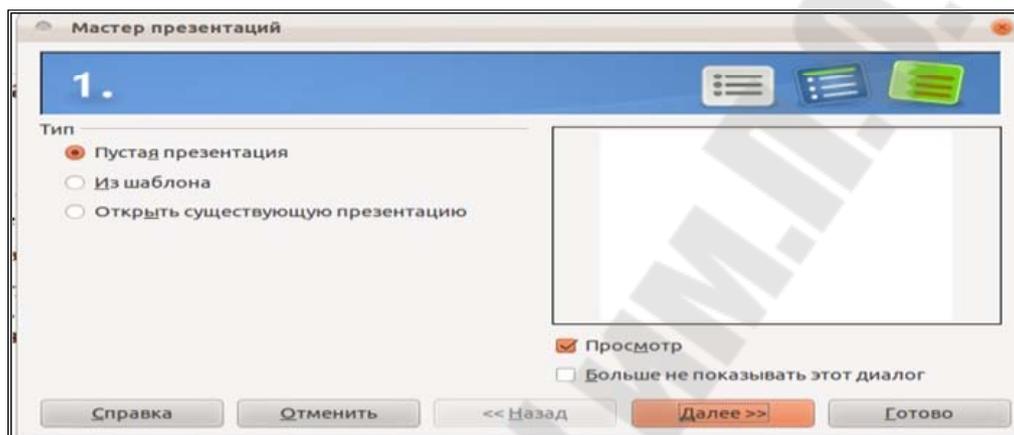


Рис. 3.20. Шаг 1 «Мастер презентации»

Чтобы иметь возможность просматривать шаблоны, дизайн и эффекты слайдов, оставьте установленным флажок «Просмотр».

Нажимаем кнопку «Далее». Появляется окно шага 2 «Мастер презентаций» (рис. 3.21).

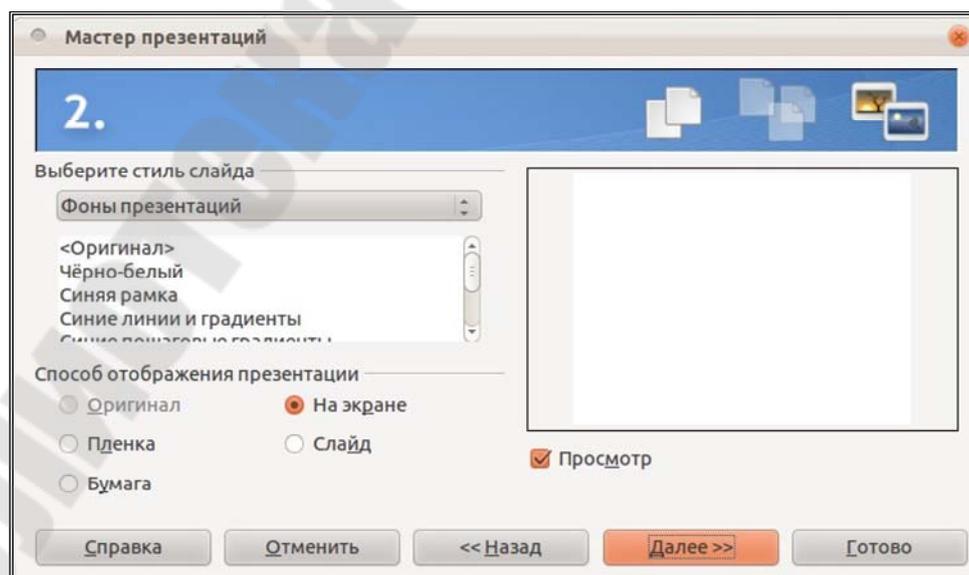


Рис. 3.21. Шаг 2 «Мастер презентации»

На шаге 2 задаем стиль слайда и способ отображения презентации. Выберите стиль в разделе «Выберите стиль слайда». Если вы хотите использовать один из них, кроме «Оригинал», нажмите по нему для его выбора.

Выбираем способ отображения презентации. Нужен пункт «На экране», так как показ демонстрации презентации будет проводиться на экране монитора. Нажимаем на кнопку «На экране».

На шаге 3 нажмите «Далее». Появляется окно шага 3 «Мастер презентаций» (рис. 3.22). На шаге 3 можно выбрать понравившийся способ перехода от одного слайда к другому. Для этого открываем контекстное меню у параметра «Эффект» и выбираем способ, например, «Закрытие по горизонтали». Тут же можно изменить скорость появления слайда, например, выберем высокую. В этом же окне можно установить собственные настройки времени для презентации.

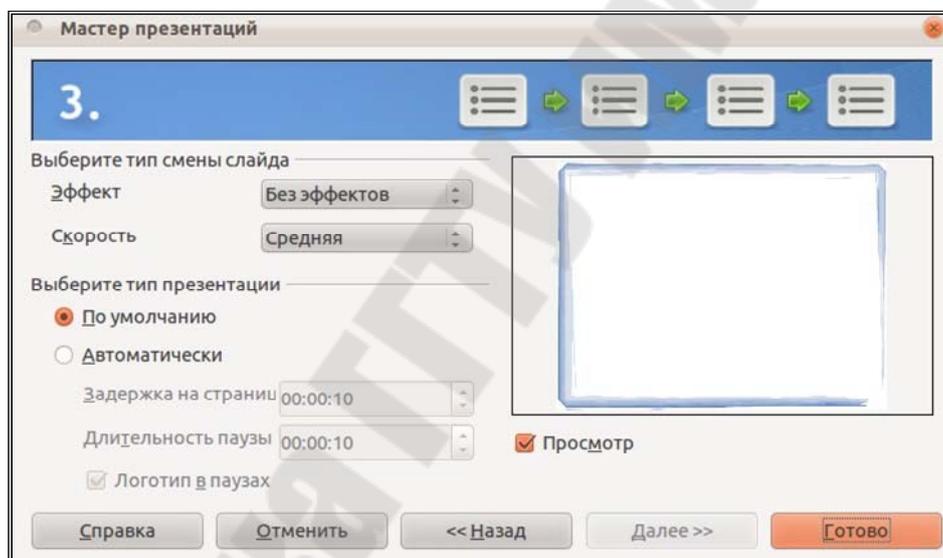


Рис. 3.22. Шаг 3 «Мастер презентации»

Вы можете принять значения по умолчанию и для «Эффект», и для «Скорость». Оба эти значения могут быть изменены позднее, при работе с помощью «Смена слайдов» и «Анимация».

Далее шаг 4. Нажимаем на кнопку «Готово». Откроется пустой слайд, после чего можно приступить к редактированию презентации.

Интерфейс основного окна презентации.

Графический интерфейс программы презентации *Open Office* и *Libre Office* очень похож на интерфейс программы *Power Point 2003*. Структуры главного окна также очень похожи (рис. 3.23 и 3.24).

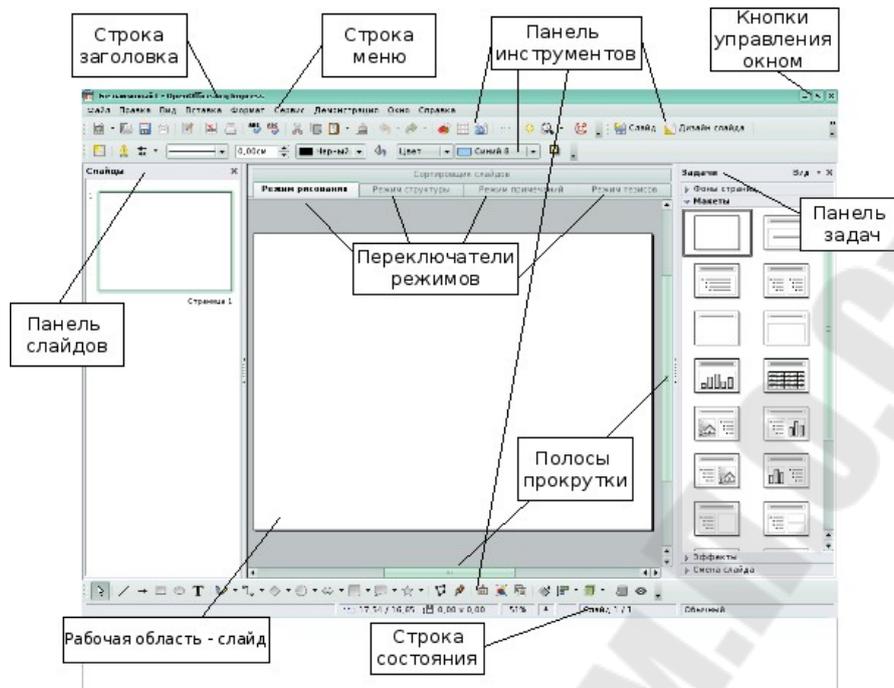


Рис. 3.23. Структура главного окна *Open Office Impress*

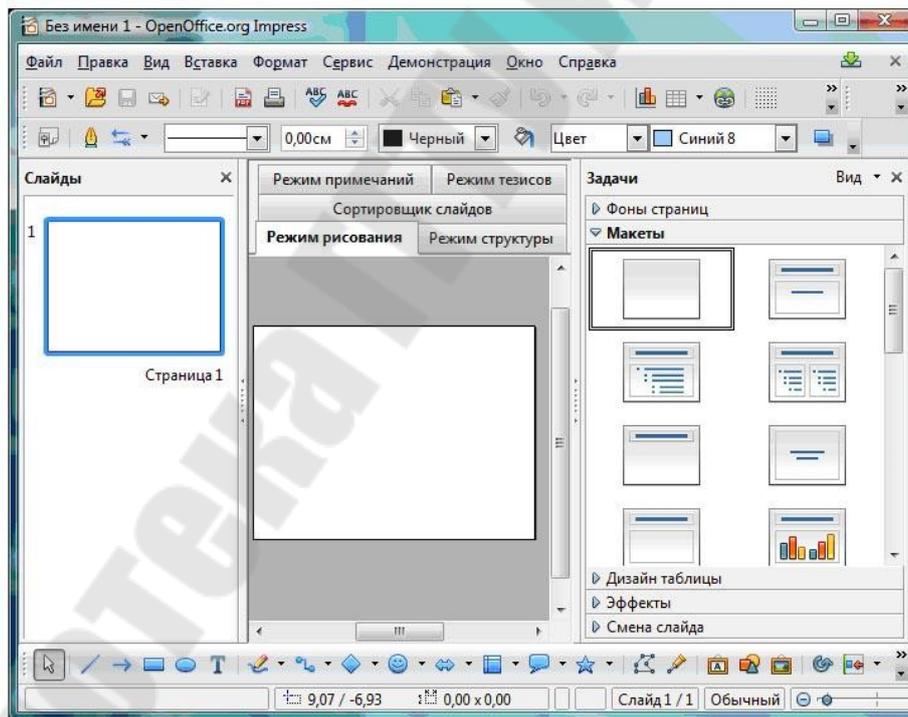


Рис. 3.24. Графический интерфейс *Open Office Impress*

Строка заголовка (1) содержит: значок программы; название программы; имя файла.

Строка меню (2) включает пункты меню, рассмотренные далее.

В интерфейсе присутствуют три панели инструментов (3): «Стандартная», «Форматирование» и «Рисование». «Стандартная» и «Форматирование» располагаются сразу же после строки «Меню», панель «Рисование» расположена внизу окна (перед строкой «Состояние») или слева от рабочего поля. Панель инструментов «Стандартная» предназначена для работы с файлами, а панель инструментов «Форматирование» – для работы с внешним видом текста. Панель «Рисование» предназначена для выполнения графических операций на слайде. Содержит основные инструменты, используемые вами при создании своих слайдов: инструменты для вставки текста, фигур, кривых и стрелок, а также инструменты для поворота, выравнивания и расположения объектов и кнопка запуска демонстрации в нижней части.

Панель инструментов «Стандартная» показана на рис. 3.25.



Рис. 3.25. Панель инструментов «Стандартная»

Панель инструментов «Форматирование» приведена на рис. 3.26.



Рис. 2.26. Панель инструментов «Форматирование»

Панель инструментов «Рисование» показана на рис. 3.27.



Рис. 2.27. Панель инструментов «Рисование»

Строка состояния (4), расположенная в нижней части окна, содержит следующую информацию: координаты объекта на слайде, номер слайда и количество слайдов, вид оформления и линейка масштаба.

«Структуры слайдов» или «Панель слайдов» (5) позволяет работать с отдельными слайдами. Если щелкнуть по слайду, то на рабочем поле появится изображение выделенного слайда, содержание которого можно редактировать.

Рассмотрим виды режимов просмотра слайдов – строка (6) «Переключатели режимов»:

- Режим рисования (Обычный) – вид выбран по умолчанию, отображает вкладки «Слайды» и «Структура» и текущий слайд. Он служит для форматирования и разметки слайда, добавления текста, гра-

фики и эффектов анимации. Большинство глав этого руководства описывают процедуры создания и редактирования слайда именно в этом режиме.

- Режим структуры (рис. 3.28) служит для отображения общей структуры презентации и работы с целыми слайдами как с объектами. Этот режим предоставляет возможность переупорядочить слайды и добавить новые.

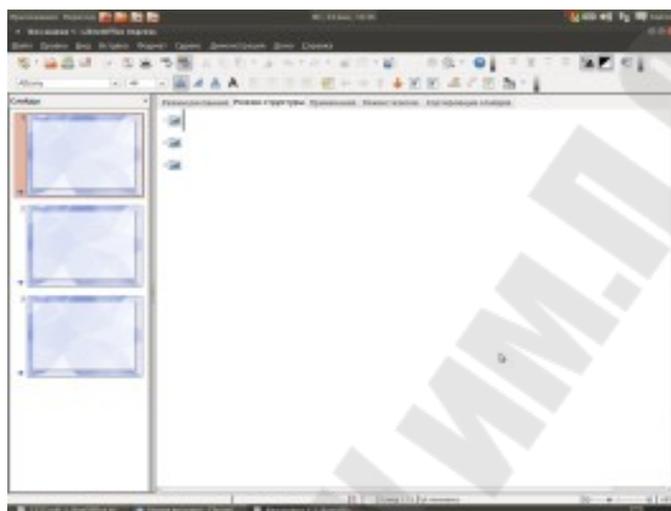


Рис. 3.28. Режим структуры

- Сортировщик слайдов (рис. 3.29) представляет слайды в уменьшенном виде, располагая их в обычном порядке. Этот режим используется для переупорядочения слайдов, демонстрации определенного фрагмента презентации или добавления переходов между слайдами.

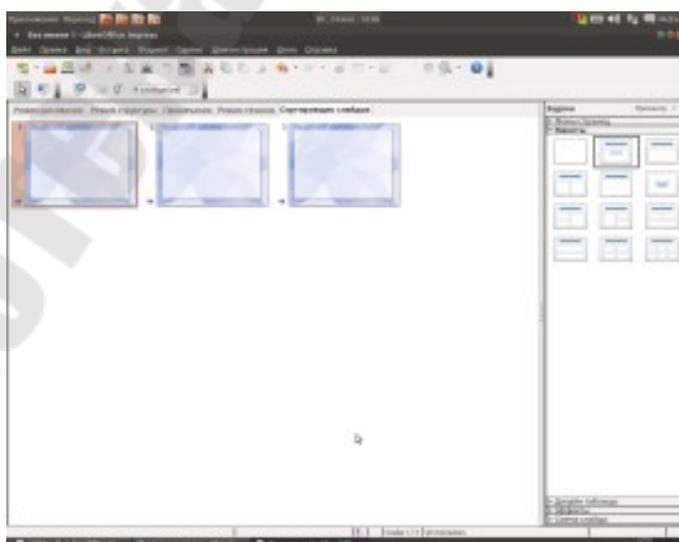


Рис. 3.29. Режим сортировщика слайдов

- Режим примечаний (рис. 3.30) показывает только слайды с кнопками навигации внизу. Позволяет добавить к каждому слайду примечание, на которое можно будет ссылаться при необходимости. Просто щелкните мышью на словах «Для добавления примечания щелкните мышью» и введите текст как примечание. Можно изменить размер и местоположение поля примечания с помощью мыши, перетаскивая зеленые квадратики или само поле соответственно.

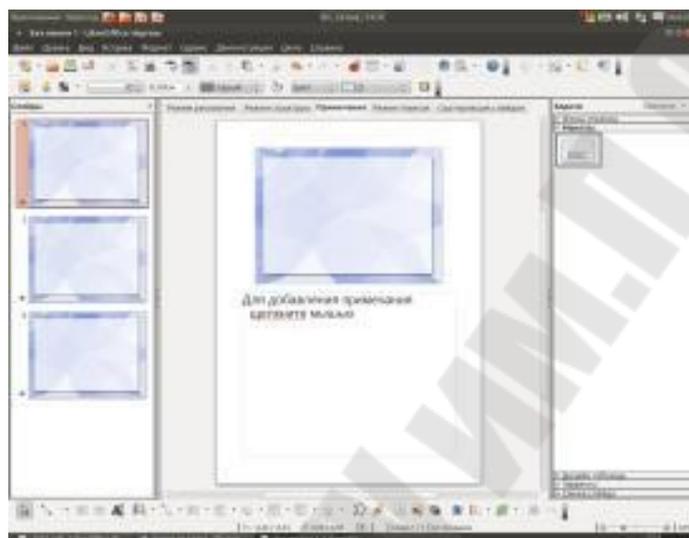


Рис. 3.30. Режим примечаний

- Режим тезисов (рис. 3.31) представляет слайды в уменьшенном виде и располагает их в оптимальном для печати виде. Вы можете переупорядочить слайды с помощью обычного перетаскивания мышью.

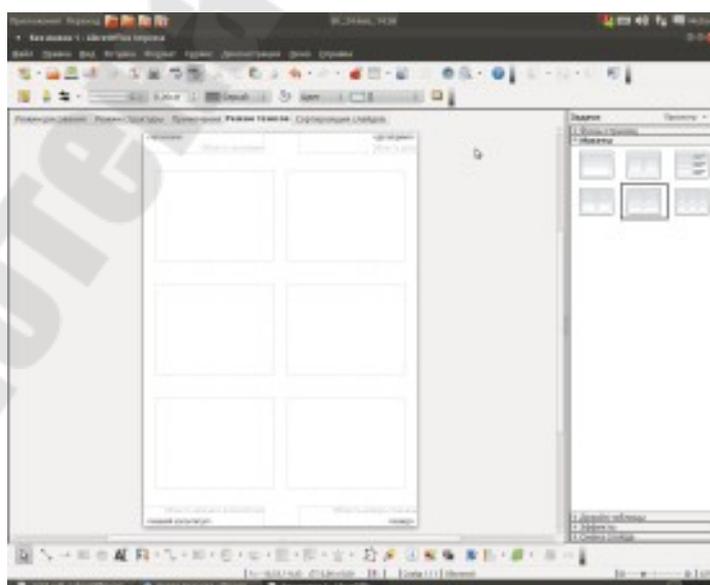


Рис. 3.31. Режим тезисов

«Рабочая область» (7) – то, где делается большинство работы по созданию отдельных слайдов.

«Панель задач» (8) показана на рис. 3.32.

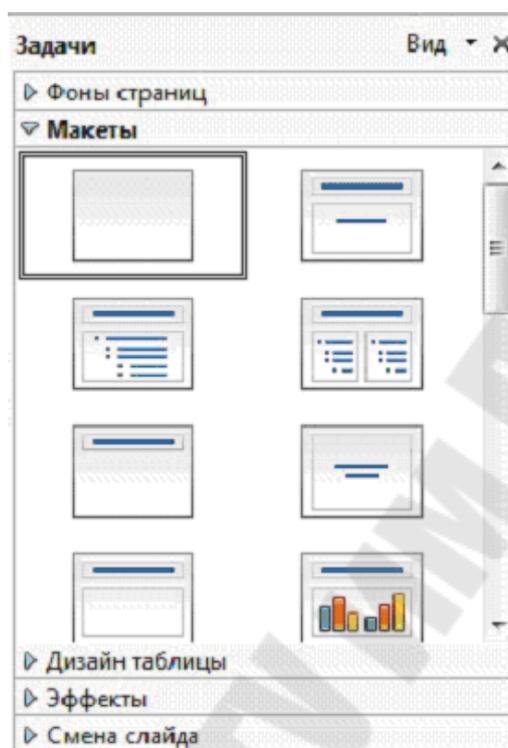


Рис. 3.32. «Панель задач»

«Панель задач» имеет следующие разделы:

- «Фоны страниц». Здесь определяете «Стиль оформления» страницы, которую будете использовать для вашей презентации. *Impress* содержит 33 подготовленных основных страниц. Одна из них – чистая, а остальные имеют фон.

- «Макеты». На вкладке «Макеты» можете выбрать один из представленных макетов разметки слайда и применить его к текущему слайду, выделенным или всем слайдам документа.

- «Эффекты». Здесь перечислены различные анимационные эффекты для выбранных элементов слайда. Анимация может быть добавлена к слайду, и она также может быть изменена или удалена позднее.

- «Смена слайда». Доступны 56 различных вариантов перехода между слайдами, включая «Без переходов». Вы можете выбрать скорость перехода (низкая, средняя, высокая). Вы можете выбрать между автоматическим или ручным переходом.

«Строка меню» (2) дана на рис. 3.33.

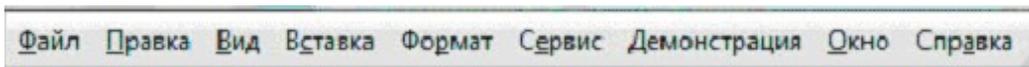


Рис. 3.33. «Строка меню»

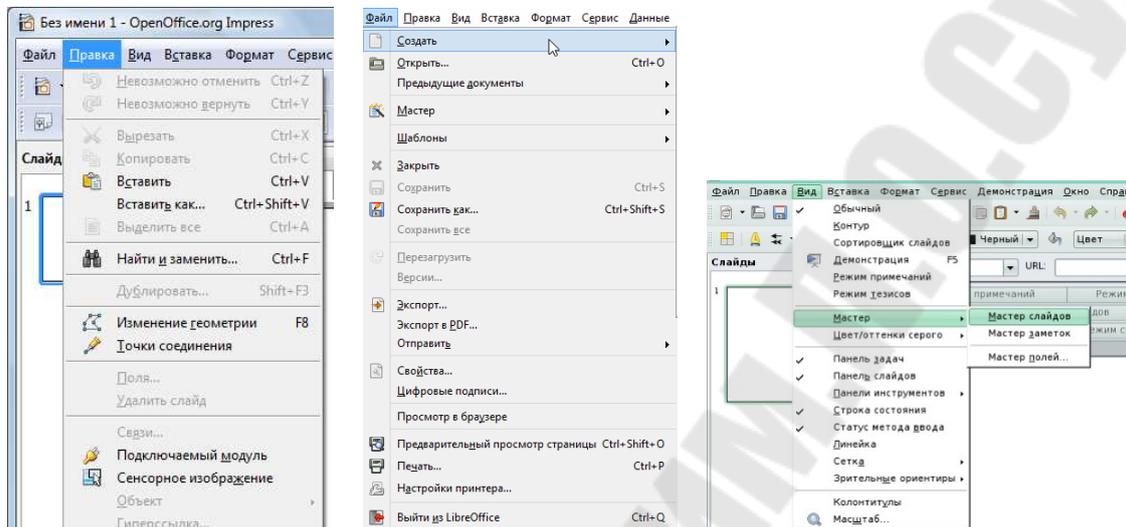


Рис. 3.34. Меню «Файл», «Правка», «Вид»

Меню включает «Файл», «Правка», «Вид», которые представлены на рис. 3.34.

Литература

1. Хамханов, К. М. Основы планирования эксперимента : метод. пособие для студентов специальностей 190800 «Метрология и метрологическое обеспечение» и 072000 «Стандартизация и сертификация (по отраслям пищевой промышленности)» / К. М. Хамханов. – Улан-Удэ : Вост.-Сиб. гос. технол. ун-т, 2001. – 94 с. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/438/18438/files/Mtduk8.pdf>. – Дата доступа: 01.06.2021.
2. Тихомиров, В. Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) / В. Б. Тихомиров. – М. : Легкая индустрия, 1974. – 262 с.
3. Практические рекомендации по подготовке и проведению презентаций : учеб. пособие / М. А. Ковалева [и др.]. – М. : Мир науки, 2019. – 127 с. – Режим доступа: <https://izd-mn.com/PDF/51MNNPU19.pdf>. – Дата доступа: 01.06.2021.
4. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad : учеб. пособие / И. Е. Плещинская [и др.] ; М-во образования и науки России, Каз. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : КНИТУ, 2014. – 195 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781>. – Дата доступа: 07.10.2021.
5. Кирьянов, Д. В. Самоучитель Mathcad 13 / Д. В. Кирьянов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 528 с.
6. Дьяконов, В. П. МАТЛАВ. Полный самоучитель / В. П. Дьяконов. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 768 с.
7. Microsoft Visio : учеб. пособие. – Режим доступа: <https://coderlessons.com/tutorials/microsoft-technologies/izuchite-microsoft-visio/uchebnoe-po-sobie-po-microsoft-visio>. – Дата доступа: 08.09.2021.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица П.1.1

Значения критерия Стьюдента (t -критерия) при различной доверительной вероятности α для разного числа измерений n

n	α								
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
2	2,00	1,38	2,0	3,1	6,31	12,71	31,8	63,7	637
3	0,82	1,06	1,3	1,9	2,92	4,30	6,96	9,92	31,6
4	0,77	0,98	1,25	1,6	2,35	3,18	4,54	5,84	12,9
5	0,74	0,94	1,2	1,5	2,13	2,78	3,75	4,60	8,6
6	0,73	0,92	1,2	1,5	2,02	2,57	3,36	4,03	6,9
7	0,72	0,90	1,1	1,4	1,94	2,45	3,14	3,71	6,0
8	0,71	0,90	1,1	1,4	1,90	2,37	3,00	3,50	5,4
9	0,71	0,89	1,1	1,4	1,86	2,31	2,90	3,36	5,0
10	0,70	0,88	1,1	1,4	1,83	2,26	2,82	3,25	4,8
11	0,70	0,88	1,1	1,4	1,81	2,23	2,76	3,17	4,6
12	0,70	0,87	1,1	1,4	1,80	2,20	2,72	3,10	4,5
13	0,70	0,87	1,1	1,4	1,78	2,18	2,68	3,05	4,3
14	0,69	0,87	1,1	1,4	1,77	2,16	2,65	3,30	4,2
15	0,69	0,87	1,1	1,3	1,76	2,15	2,62	2,98	4,1
16	0,69	0,87	1,1	1,3	1,75	2,13	2,60	2,95	4,0
17	0,69	0,86	1,1	1,3	1,75	2,12	2,58	2,92	4,0
18	0,69	0,86	1,1	1,3	1,74	2,11	2,56	2,90	4,0
19	0,69	0,86	1,1	1,3	1,73	2,10	2,55	2,88	3,9
20	0,69	0,86	1,1	1,3	1,73	2,09	2,54	2,85	3,9
30	0,68	0,85	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	2,8	3,7
40	0,68	0,85	1,1	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	3,6
60	0,68	0,85	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	3,5
120	0,68	0,85	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,6	3,4
∞	0,67	0,84	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	3,3

Фрагмент таблицы случайных чисел

56 66 25 32 38 64 70 26 27 67 77 40 04 34 63 98 99 89 31 16 12 90 50 28 96
88 40 52 02 29 82 69 34 50 21 74 00 91 27 52 98 72 03 45 65 30 89 71 45 91
87 63 88 23 62 51 07 69 59 02 89 49 14 98 53 41 92 36 07 76 85 37 84 37 47
32 25 21 15 08 82 34 57 57 35 22 03 33 48 84 37 37 29 38 37 89 76 25 09 69
44 61 88 23 13 01 59 47 64 04 99 59 96 20 30 87 31 33 69 45 58 48 00 83 48
94 44 08 67 79 41 61 41 15 60 11 88 83 24 82 24 07 78 61 89 42 58 88 22 16
13 24 40 09 00 65 46 38 61 12 90 62 41 11 59 85 18 42 61 29 88 76 04 21 80
78 27 84 05 99 85 75 67 80 05 57 05 71 70 31 31 99 99 06 96 53 99 25 13 63
42 39 30 02 34 99 46 68 45 15 19 74 15 50 17 44 80 13 86 38 40 45 82 13 44
04 52 43 96 38 13 83 80 72 34 20 84 56 19 49 59 14 85 42 99 71 16 34 33 79
82 85 77 30 16 69 32 46 46 30 84 20 68 72 98 94 62 63 59 44 00 89 06 15 87
38 48 84 88 24 55 46 48 60 06 90 08 83 83 98 40 90 88 25 26 85 74 55 80 85
91 19 05 68 22 58 04 63 21 16 23 38 25 43 32 98 94 65 35 35 16 91 07 12 43
54 81 87 21 31 40 46 17 62 63 99 71 14 12 64 51 68 50 60 78 22 69 51 98 37
65 43 75 12 91 20 36 25 57 92 33 65 95 48 75 00 06 65 25 90 16 29 34 14 43
49 98 71 31 80 59 57 32 43 07 85 06 64 75 27 29 17 06 11 30 68 70 97 87 21
03 98 68 89 39 71 87 32 14 99 42 10 25 37 30 08 27 75 43 97 54 20 69 93 50
56 04 21 34 92 89 81 52 15 12 84 11 12 66 87 48 21 06 86 08 35 39 52 28 09
48 09 36 95 36 20 82 53 32 89 92 68 50 88 17 37 92 02 23 43 63 24 69 80 91
23 97 10 96 57 74 07 95 26 44 93 08 43 30 41 86 45 74 33 78 84 33 38 76 73
43 97 55 45 98 35 69 45 96 80 46 36 39 96 33 60 20 73 30 79 17 19 03 47 28
40 05 08 50 79 89 58 19 86 48 27 98 99 24 08 94 19 15 81 29 82 14 35 88 03
66 97 10 69 02 25 36 43 71 76 00 67 56 12 69 07 89 55 63 31 50 72 20 33 36
15 62 38 72 92 03 76 09 30 75 77 80 04 24 54 67 60 10 79 26 21 60 03 48 14
77 81 15 14 67 55 24 22 20 55 36 93 67 69 37 72 22 43 46 32 56 15 75 25 12
18 87 05 09 96 45 14 72 41 46 12 67 46 72 02 59 06 17 49 12 73 28 23 52 48
08 58 53 63 66 13 07 04 48 71 39 07 46 96 40 20 86 79 11 81 74 11 15 23 17
16 07 79 57 61 42 19 68 15 12 60 21 59 12 07 04 99 88 22 39 75 16 69 13 84

**Значения критерия Фишера (f -критерия)
при доверительной вероятности 0,95**

Число степеней свободы для меньшей дисперсии	Число степеней свободы дисперсии											
	1	2	3	4	5	6	8	12	16	24	50	∞
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	238,9	243,9	246,5	249,0	251,8	254,3
2	19,51	19,0	19,6	19,24	19,30	19,33	19,37	19,41	19,43	19,45	19,47	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,69	8,64	8,58	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,84	5,77	5,70	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,60	4,53	4,44	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,92	3,84	3,75	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,49	3,41	3,32	3,28
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,20	3,12	3,03	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,98	2,90	2,80	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,82	2,74	2,64	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,70	2,61	2,50	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,60	2,50	2,40	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,51	2,42	2,32	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,44	2,35	2,24	2,18
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,39	2,29	2,18	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,33	2,24	2,13	2,01
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,18	2,08	1,96	1,84
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,99	1,89	1,76	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,90	1,79	1,66	1,51
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,85	1,74	1,60	1,44
100	3,94	3,09	2,60	2,46	2,30	2,19	2,03	1,85	1,75	1,63	1,48	1,28
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,64	1,52	1,35	1,00

Приложение 4

Таблица П.4.1

Значения критерия Кохрека

Число дисперсий N	Число степеней свободы f						
	4	5	6	8	10	36	∞
4	0,640	0,600	–	–	0,495	–	0,250
5	0,544	0,507	0,478	0,439	0,412	0,307	0,200
8	0,396	0,360	0,336	0,304	0,283	0,202	0,125
15	0,242	0,220	0,203	0,182	0,167	0,114	0,067
20	0,192	0,174	0,160	0,142	0,130	0,088	0,050
120	0,042	0,037	0,034	0,029	0,027	0,017	0,008

Приложение 5

Таблица П.5.1

Значения χ^2 -критерия для уровня значимости 0,04

Число степеней свободы	1	2	3	4	5	6	7	8
χ^2	3,841	5,991	7,815	9,488	11,070	12,592	14,067	15,507
Число степеней свободы	9	10	11	12	13	14	15	16
χ^2	16,919	18,307	19,675	21,026	22,362	23,685	24,996	26,296
Число степеней свободы	17	18	19	20	21	22	23	24
χ^2	27,587	28,869	30,144	31,410	32,672	33,924	35,172	36,415
Число степеней свободы	25	26	27	28	29	30		
χ^2	37,652	38,885	40,113	41,437	42,557	43,773		

**Критические значения коэффициента
парной корреляции при $\alpha = 0,05$**

Число степеней свободы f	Критическое значение r	Число степеней свободы f	Критическое значение r	Число степеней свободы f	Критическое значение r
1	0,997	9	0,602	17	0,456
2	0,950	10	0,576	18	0,444
3	0,878	11	0,553	19	0,433
4	0,811	12	0,532	20	0,423
5	0,754	13	0,514	30	0,349
6	0,707	14	0,497	50	0,273
7	0,666	15	0,482	80	0,217
8	0,632	16	0,468	100	0,195

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ПРОВЕДЕНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

**Учебно-методическое пособие
для студентов специальностей 1-40 05 01
«Информационные системы и технологии
(по направлениям)» и 1-40 80 04 «Информатика
и технологии программирования»
дневной и заочной форм обучения**

**Составители: Захаренко Владимир Сергеевич
Токочаков Владимир Иванович**

Электронный аналог печатного издания

Редакторы
Компьютерная верстка

*Т. Н. Мисюрова
Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 30.12.22.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 13,72. Уч.-изд. л. 15,36.

Изд. № 42.

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение
Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого.

Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя
печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.

пр. Октября, 48, 246746, г. Гомель