

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.07.01 Пакеты прикладных программ

Спеальность 38.05.01 Экономическая безопасность

Специализация Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности

Форма обучения заочная

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1. 1 Лекция №1 (1 час).

Тема: «Введение в предмет. Понятие Пакеты прикладных программ»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Цели и задачи предмета. Основные понятия.
2. Структура и основные компоненты Пакетов прикладных программ.
3. Эволюция Пакетов прикладных программ. Примеры современных Пакетов прикладных программ.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Цели и задачи предмета. Основные понятия.

Целями освоения дисциплины «Пакетов прикладных программ» являются:

- сформировать представление о принципах моделирования и методах решения задач управления с помощью автоматизированных информационных технологий;
- ознакомить студентов с методами решения задач, связанных с прогнозированием и планированием производства (в том числе сельскохозяйственного), размещения денежных вкладов и пр. с целью анализа и обоснования принятия верных управленческих решений.

Задачи дисциплины являются

- изучение основных принципов, используемых в разработке интегрированных программных продуктов;
- изучение структуры, состава и назначения компонентов интегрированного ПО, а также средств организации взаимодействия между компонентами и инструментальных средств расширения функциональности;
- формирование навыков работы со средствами автоматизации решения прикладных задач;
- формирование навыков использования встроенных средств разработки.

Основные понятия и определения

Информационная система (ИС) — организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов) и информационных технологий, в том числе с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы.

Информационные системы предназначены для хранения, обработки, поиска, распространения, передачи и представления информации.

Автоматизированная (информационная) система (АС) — совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для хранения и/или управления данными и информацией и производства вычислений и управляемая человеком-оператором (в этом главное отличие автоматизированной системы от автоматической).

Многоуровневое представление ИС — модель представления информационной системы в виде совокупности взаимосвязанных уровней, разделенных по функциональному назначению (рис. 1).

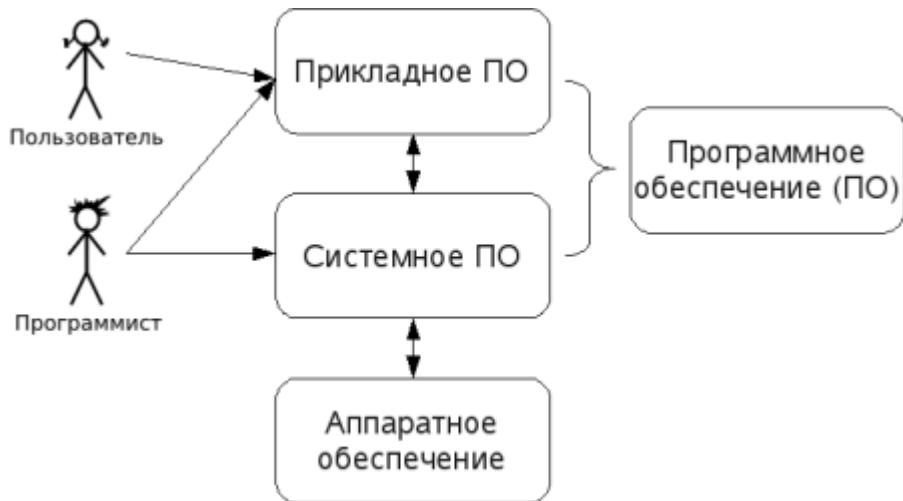


Рис. 1. Многоуровневое представление информационных систем.

Аппаратное обеспечение ИС — комплекс электронных, электрических и механических устройств, входящих в состав информационной системы или сети.

Программное обеспечение (ПО) — совокупность программ и данных, предназначенных для решения определенного круга задач и хранящиеся на машинных носителях.

Программа — последовательность формализованных инструкций, представляющих алгоритм решения некоторой задачи и предназначенная для исполнения устройством управления вычислительной машины. Инструкции программы записываются при помощи машинного кода или специальных языков программирования. В зависимости от контекста термин «программа» может относится к исходным текстам, при помощи которых записывается алгоритм, или к исполняемому машинному коду.

Программист — специалист, занимающийся разработкой и проверкой программ. Различают системных и прикладных программистов.

Пользователь — человек, принимающий участие в управлении объектами и системами некоторой предметной области и являющийся составным элементом автоматизированной системы.

Прикладное программное обеспечение — программное обеспечение, ориентированное на конечного пользователя и предназначенное для решения пользовательских задач. Прикладное ПО состоит из:

- отдельных прикладных программ и пакетов прикладных программ, предназначенных для решения различных задач пользователей;
- автоматизированных систем, созданных на основе этих пакетов.

Пакет прикладных программ — комплект программ, предназначенных для решения задач из определенной проблемной области. Обычно применение пакета прикладных программ предполагает наличие специальной документации: лицензионного свидетельства, паспорта, инструкции пользователя и т.п.

Понятие пакета прикладных программ

Пакет прикладных программ (ППП) — это комплекс взаимосвязанных программ для решения определенного класса задач из конкретной предметной области. На текущем этапе развития информационных технологий именно ППП являются наиболее востребованным видом прикладного ПО. Это связано с упомянутыми ранее особенностями ППП. Рассмотрим их подробней:

Ориентация на решение класса задач. Одной из главных особенностей является ориентация ППП не на отдельную задачу, а на некоторый класс задач, в том числе и специфичных, из определенной предметной области. Так например, офисные пакеты ориентированы на офисную деятельность, одна из задач которой — подготовка документов (в общем случае включающих не только текстовую информацию, но и таблицы, диаграммы, изображения). Следовательно, офисный пакет должен реализовывать функции обработки

текста, представлять средства обработки табличной информации, средства построения диаграмм разного вида и первичные средства редактирования растровой и векторной графики.

Наличие языковых средств. Другой особенностью ППП является наличие в его составе специализированных языковых средств, позволяющих расширить число задач, решаемых пакетом или адаптировать пакет под конкретные нужды. Пакет может представлять поддержку нескольких входных языков, поддерживающих различные парадигмы. Поддерживаемые языки могут быть использованы для формализации исходной задачи, описания алгоритма решения и начальных данных, организации доступа к внешним источникам данных, разработки программных модулей, описания модели предметной области, управления процессом решения в диалоговом режиме и других целей. Примерами входных языков ППП являются VBA в пакете MS Office, AutoLISP/VisualLISP в Autodesk AutoCAD, StarBasic в OpenOffice.org

Единообразие работы с компонентами пакета. Еще одна особенность ППП состоит в наличии специальных системных средств, обеспечивавших унифицированную работу с компонентами. К их числу относятся специализированные банки данных, средства информационного обеспечения, средства взаимодействия пакета с операционной системой, типовой пользовательский интерфейс и т.п.

2. Структура и основные компоненты Пакетов прикладных программ.

Современные прикладные пакеты — это сложные программные решения, реализующие множество функций. В ходе проектирования и разработки ППП эти функции группируются по назначению и объединяются в структурные компоненты. Можно выделить по меньшей мере три таких компонента ППП: входной язык, предметное обеспечение и системное обеспечение.

Со времени появления первых компьютеров появилось множество прикладных разработок, но, несмотря на разнообразие, их обобщенную внутреннюю структуру можно представить в виде трех взаимосвязанных элементов (рис. 1):

- входной язык (макроязык, язык управления) — представляет средство общения пользователя с пакетом;
- предметное обеспечение (функциональное наполнение) — реализует особенности конкретной предметной области;
- системное обеспечение (системное наполнение) — представляет низкоуровневые средства, например, доступ к функциям операционной системы.



Рис. 1. Структура ППП

Входной язык — основной инструмент при работе пользователя с пакетом прикладных программ. В качестве входного языка могут использоваться как универсальные

(Pascal, Basic и т.п.), так и специализированные, проблемно-ориентированные языки программирования (Cobol — для бизнес-приложений, Lisp — списочные структуры данных, Fortran и MathLAB — математические задачи и т.п.).

Развитый пакет может обладать несколькими входными языками, предназначенными для выполнения различных функций в рамках решаемого класса задач. Так, например в пакете OpenOffice.org поддерживаются языки StarBasic, Python, JavaScript и Java. StarBasic является основным входным языком, предназначенным для автоматизации работы с пакетом, для этого языка имеется интегрированная среда разработки и встроенный отладчик. Скрипты на языках Python и JavaScript загружаются и исполняются из внешних файлов. На Java (через SDK и функции API OpenOffice) можно создавать модули расширения и полнофункциональные приложения-компоненты.

Входные языки отражают объем и качество предоставляемых пакетом возможностей, а также удобство их использования. Таким образом, именно входной язык является основным показателем возможностей ППП. Однако стоит отметить, что в современных пакетах обращение пользователя к языковым средствам обычно происходит косвенно, через графический интерфейс.

Предметное обеспечение отражает особенности решаемого класса задач из конкретной предметной области и включает:

- программные модули, реализующие алгоритмы (или их отдельные фрагменты) прикладных задач;

- средства сборки программ из отдельных модулей.

Наиболее распространено в настоящее время оформление программных модулей в виде библиотек, подключаемых статически или динамически. В зависимости от использованного разработчиками подхода к проектированию и реализации ППП такие библиотеки содержат встроенные классы и описания их интерфейсов (при использовании объектно-ориентированного программирования). При использовании парадигмы структурного программирования в библиотечных модулях содержатся процедуры и функции, предназначенные для решения некоторых самостоятельных задач. В обоих случаях библиотеки связаны с другими модулями пакета лишь входной и выходной информацией.

Системное обеспечение представляет собой совокупность низкоуровневых средств (программы, файлы, таблицы и т.д.), обеспечивающих определенную дисциплину работы пользователя при решении прикладных задач и формирующих окружение пакета. К системному обеспечению ППП относят следующие компоненты:

- монитор* — программа, управляющая взаимодействием всех компонентов ППП;

- транслятор(ы) с входных языков* — для ППП характерно использование интерпретируемых языков;

- средства доступа к данным* — драйверы баз данных и/или компоненты, представляющие доступ через унифицированные интерфейсы (ODBC, JDBC, ADO, BDE и т.п.);

- информационно-справочный модуль* — предоставляет функции поддержки, среди которых информационные сообщения, встроенная справочная система и т.п.

- различные служебные программы*, выполняющие низкоуровневые операции (автосохранение, синхронизация совместно используемых файлов и т.д.)

Приведенная трехкомпонентная логическая структура ППП достаточна условна, она зависит от использованных подходов к проектированию ПО, используемых технологиям программирования, предметной области и других факторов, вплоть до индивидуальных предпочтений разработчика. Так, в конкретном ППП может отсутствовать четкое разделение программ на предметное и системное обеспечение. Например, программа планирования вычислений, относящаяся к прикладному обеспечению, может одновременно выполнять и ряд служебных функций (информационное обеспечение, связь с операционной системой и

т.п.). С другой стороны, распределенные приложения добавляют свою специфику в структуру ППП.

Кроме того, одни и те же программы в одном пакете могут относиться к предметному обеспечению, а в другом — к системному. Так, программы построения диаграмм в рамках специализированного пакета машинной графики естественно отнести к предметному обеспечению. Однако те же программы следует считать вспомогательными и относящимися к системному обеспечению, например, в пакете решения вычислительных задач.

3. Эволюция Пакетов прикладных программ. Примеры современных Пакетов прикладных программ.

Этапы развития ППП

Первые пакеты прикладных программ представляли собой простые тематические подборки программ для решения отдельных задач в той или иной предметной области, обращение к ним выполнялось с помощью средств оболочки ОС или из других программ. Современный пакет является сложной программной системой, включающей специализированные системные и языковые средства. В относительно короткой истории развития вычислительных ППП можно выделить *4 основных поколения* (класса) пакетов. Каждый из этих классов характеризуется определенными особенностями входящих состав ППП компонентов — входных языков, предметного и системного обеспечения.

Первое поколение

В качестве входных языков ППП первого поколения использовались универсальные языки программирования (Фортран, Алгол-60 и т.п.) или языки управления заданиями соответствующих операционных систем. Проблемная ориентация входных языков достигалась за счет соответствующей мнемоники в идентификаторах. Составление заданий на таком языке практически не отличалось от написания программ на алгоритмическом языке. Предметное обеспечение первых ППП, как правило, было организовано в форме библиотек программ, т.е. в виде наборов (пакетов) независимых программ на некотором базовом языке программирования (отсюда впервые возник и сам термин «пакет»). Такие ППП иногда называют *пакетами библиотечного типа*, или *пакетами простой структуры*.

В качестве системного обеспечения пакетов первого поколения обычно использовались штатные компоненты программного обеспечения ЭВМ: компиляторы с алгоритмических языков, редакторы текстов, средства организации библиотек программ, архивные системы и т.д. Эти пакеты не требовали сколь-нибудь развитой системной поддержки, и для их функционирования вполне хватало указанных системных средств общего назначения. В большинстве случаев разработчиками таких пакетов были прикладные программисты, которые пытались приспособить универсальные языки программирования к своим нуждам.

Второе поколение

Разработка ППП второго поколения осуществлялась уже с участием системных программистов. Это привело к появлению специализированных входных языков на базе универсальных языков программирования. Проблемная ориентация таких языков достигалась не только за счет использования определенной мнемоники, но также применением соответствующих языковых конструкций, которые упрощали формулировку задачи и делали ее более наглядной. Транслятор с такого языка представлял собой препроцессор (чаще всего макропроцессор) к транслятору соответствующего алгоритмического языка. В качестве модулей в пакетах этого класса стали использоваться не только программные единицы (т.е. законченные программы на том или ином языке программирования), но и такие объекты, как последовательность операторов языка программирования, совокупность данных, схема счета и др.

Существенные изменения претерпели также принципы организации системного обеспечения ППП. В достаточно развитых пакетах второго поколения уже можно выделить элементы системного обеспечения, характерные для современных пакетов: монитор,

трансляторы с входных языков, специализированные банки данных, средства описания модели предметной области и планирования вычислений и др.

Третье поколение

Третий этап развития ППП характеризуется появлением самостоятельных входных языков, ориентированных на пользователей-непрограммистов. Особое внимание в таких ППП уделяется системным компонентам обеспечивающим простоту и удобство. Это достигается главным образом за счет специализации входных языков и включения в состав пакета средств автоматизированного планирования вычислений.

Интероперабельность ППП

Расширение сферы применения вычислительной техники привело к появлению разнообразных цифровых устройств (от настольных систем и нетбуков, до смартфонов и бытовой техники) на различных аппаратно-программных платформах. Эта ситуация, с одной стороны, обострила вопрос, возникший еще у разработчиков вычислительных систем первого-второго поколений: как обеспечить работу программ при смене платформы? А с другой — создала проблему для конечных пользователей: как использовать необходимые им ППП, созданные для другой системы и при этом не менять платформу? То есть как, например, заставить работать приложения для андроид под управлением iOS или как запустить MS Office под Linux'ом.

Решением проблемы обеспечения *интероперабельности* (переносимости) ПО является концепция *открытых систем*. Такая система разрабатывается с использованием *открытых стандартов и спецификаций*. Эта концепция все чаще используется разработчиками прикладного программного обеспечения и существенно облегчает жизнь пользователям. Примерами такого ПО являются офисный пакет LibreOffice, веб-браузер Firefox и всевозможные веб-сервисы.

Четвертое поколение

Четвертый этап характеризуется созданием ППП, эксплуатируемых в интерактивном режиме работы. Основным преимуществом диалогового взаимодействия с ЭВМ является возможность активной обратной связи с пользователем в процессе постановки задачи, ее решения и анализа полученных результатов. Появление и интенсивное развитие различных форм диалогового общения обусловлено прежде всего прогрессом в области технических средств (графическая подсистема ЭВМ и средства мультимедиа, сетевые средства).

Развитие аппаратного обеспечения повлекло за собой создание разнообразных программных средств поддержки диалогового режима работы (диалоговые операционные системы, диалоговые пакеты программ различного назначения и т. д.). Прикладная система состоит из *диалогового монитора* — набора универсальных программ, обеспечивающих ведение диалога и обмен данными, и базы знаний о предметной области. Информация о структуре, целях и форме диалога задает *сценарий*, в соответствии с которым монитор управляет ходом диалога. Носителями процедурных знаний о предметной области являются прикладные модули, реализующие функции собственно системы.

Таким образом, создание прикладной системы сводится к настройке диалогового монитора на конкретный диалог, путем заполнения базы знаний. При этом программируя в традиционном смысле этого слова приходится лишь прикладные модули, знания о диалоге вводятся в систему с помощью набора соответствующих средств — редактора сценариев. Логично требовать, чтобы редактор сценариев также представлял собой диалоговую программу, отвечавшую рассмотренным выше требованиям. Благодаря готовому универсальному монитору программист может сосредоточиться на решении чисто прикладных задач, выделение же знаний о диалоге в сценарий обеспечивает в значительной степени необходимую гибкость программного продукта.

Большое внимание в настоящее время уделяется проблеме создания «*интеллектуальных ППП*». Такой пакет позволяет конечному пользователю лишь сформулировать свою задачу в содержательных терминах, не указывая алгоритма ее решения. Синтез решения и сборка целевой программы производятся автоматически. При

этом детали вычислений скрыты от пользователя, и компьютер становится интеллектуальным партнером человека, способным понимать его задачи. Предметное обеспечение подобного ППП представляет собой некоторую базу знаний, содержащую как процедурные, так и описательные знания. Такой способ решения иногда называют концептуальным программированием, характерными особенностями которого является программирование в терминах предметной области использование ЭВМ уже на этапе постановки задач, автоматический синтез программ решения задачи, накопление знаний о решаемых задачах в базе знаний.

Примеры современных прикладных пакетов

Рассматриваются несколько прикладных пакетов от разных разработчиков. Приводятся краткие описания возможностей структурных компонентов этих ППП.

Для иллюстрации ранее изученных материалов приведем несколько примеров современных пакетов прикладных программ из различных предметных областей. Учитывая, что постоянно появляются новые версии программных продуктов, здесь будут рассматриваться не возможности конкретных версий, а лишь основные структурные компоненты, входящие в состав того или иного пакета.

Autodesk AutoCAD

Основное назначение системы автоматизированного проектирования Autodesk AutoCAD — создание чертежей и проектной документации. Современные версии этого пакета представляют существенно большие возможности, среди которых построение трехмерных твердотельных моделей, инженерно-технические расчеты и многое-многое другое.

Первые версии системы AutoCAD, разрабатываемой американской фирмой Autodesk, появились еще в начале 80-х годов двадцатого века, и сразу же привлекли к себе внимание своим оригинальным оформлением и удобством для пользователя. Постоянное развитие системы, учет замечаний, интеграция с новыми продуктами других ведущих фирм сделали AutoCAD мировым лидером на рынке программного обеспечения для автоматизированного проектирования.

В основе языковых средств ППП AutoCAD — технология Visual LISP, базирующаяся на языке AutoLISP (подмножество языка LISP) и используемая для создания приложений и управления в AutoCAD. Visual LISP представляет полное окружение, включающее:

-Интегрированную среду разработки, облегчающую написание, отладку и сопровождение приложений на AutoLISP

-Доступ к объектам ActiveX и обработчикам событий

-Зашиту исходного кода

-Доступ к файловым функциям операционной системы

-Расширенные функции языка LISP для обработки списочных структур данных.

Для разработчиков совместимых приложений в AutoCAD включена поддержка ObjectARX. Это программное окружение представляет объектно-ориентированный интерфейс для приложений на языках C++, C# и VB.NET и обеспечивает прямой доступ к структурам БД, графической подсистеме и встроенным командам пакета.

Кроме того, в AutoCAD имеется поддержка языка Visual Basic for Applications (VBA), что позволяет использовать этот пакет совместно с другими приложениями, в частности, из семейства Microsoft Office.

К предметному обеспечению пакета в первую очередь относятся функции построения примитивов — различных элементов чертежа. Простые примитивы это такие объекты как точка, отрезок, круг (окружность) и т.д. К сложным примитивам относятся: полилиния, мультилиния, мультитекст (многострочный текст), размер, выноска, допуск, штриховка, вхождение блока или внешней ссылки, атрибут, растровое изображение. Кроме того, есть пространственные примитивы, видовые экраны и пр.. Операции построения *большей части* примитивов могут быть выполнены через пользовательский интерфейс, *все* — через команды языка.

Высокоуровневые средства представлены расширениями и приложениями AutoCAD для конкретных предметных областей. Например в машиностроении используется Autodesk Mechanical Desktop — предназначенный для сложного трехмерного моделирования, в том числе валов и пружин. Для проектирования деталей из листовых материалов предназначена система Copra Sheet Metal Bender Desktop (разработчик — Data-M Software GmbH). Моделирование динамики работы механизмов может выполняться в системе Dynamic Designer (Mechanical Dynamics). В числе известных архитектурных и строительных приложений можно отметить системы АРКО (АПИО-Центр), СПДС GraphiCS (Consistent Software), ArchiCAD. Для проектирования промышленных объектов может использоваться система PLANT-4D (CEA Technology). Это лишь некоторые из областей использования AutoCAD.

Среди системного обеспечения следует отметить основной формат файлов AutoCAD .dwg, который стал стандартом «де facto» для прочих САПР.

К системному же обеспечению обеспечению относятся типовые и специализированные библиотеки деталей и шаблонов, использование которых позволяет существенно ускорить процесс проектирования. Здесь же упомянем требования отраслевых и государственных стандартов, которым должны соответствовать чертежи и спецификации.

Конфигурация и настройки различных режимов AutoCAD устанавливаются через т.н. системные переменные. Изменяя их значения можно задавать пути к файлам, точность вычислений, формат вывода и многое другое.

Adobe Flash

Adobe (ранее Macromedia) Flash — это технология и инструментарий разработки интерактивного содержания с большими функциональными возможностями для цифровых, веб- и мобильных платформ. Она позволяет создавать компактные, масштабируемые анимированные приложения (ролики), которые можно использовать как отдельно, так и встраивая в различное окружение (в частности, в веб-страницы). Эти возможности обеспечиваются следующими компонентами технологии: языком Action Script, векторным форматом .swf и видеоформатом .flv, всевозможными flash-плеерами для просмотра и редакторами для создания.

Рассмотрим интегрированную среду Adobe Flash как основное средство создания flash-приложений. При этом отметим, что языковые и системные средства относятся не только к этому пакету, а к технологии в целом. Если, например, [купить фотошоп cs3](#) в соответствующей конфигурации, то эти средства будут доступны для всех приложений из состава пакета.

ActionScript — объектно-ориентированный язык программирования, который добавляет интерактивность, обработку данных и многое другое в содержимое Flash-приложений. Синтаксис ActionScript основан на спецификации ECMAScript (сюда же относятся языки JavaScript и JScript). Библиотека классов ActionScript, написанная на C++, представляет доступ к графическим примитивам, фильтрам, принтерам, геометрическим функциям и пр..

ActionScript как язык появился с выходом 5 версии Adobe (тогда еще Macromedia) Flash, которая стала первой программируемой на ActionScript средой. Первый релиз языка назывался ActionScript 1.0. Flash 6 (MX). В 2004 году Macromedia представила новую версию ActionScript 2.0 вместе с выходом Flash 7 (MX 2004), в которой было введено строгое определение типов, основанное на классах программирование: наследование, интерфейсы и т. д. Также Macromedia была выпущена модификация языка Flash Lite для программирования под мобильные телефоны. ActionScript 2.0 является не более чем надстройкой над ActionScript 1.0, то есть на этапе компиляции ActionScript 2.0 осуществляет некую проверку и превращает классы, методы ActionScript 2.0 в прежние прототипы и функции ActionScript 1.0.

В 2005 году вышел ActionScript 3.0 в среде программирования Adobe Flex, а позже в Adobe Flash 9.

ActionScript 3.0 (текущая версия на момент подготовки этого материала) представляет, по сравнению с ActionScript 2.0 качественное изменение, он использует новую виртуальную машину AVM 2.0 и дает взамен прежнего формального синтаксиса классов настоящее классовое (class-based) Объектно-ориентированное программирование. ActionScript 3.0 существенно производительней предыдущих версий и по скорости приблизился к таким языкам программирования, как Java и C++.

С помощью ActionScript можно создавать интерактивные мультимедиа-приложения, игры, веб-сайты и многое другое.

ActionScript исполняется виртуальной машиной (ActionScript Virtual Machine), которая является составной частью Flash Player. ActionScript компилируется в байткод, который включается в SWF-файл.

SWF-файлы исполняются Flash Player-ом. Flash Player существует в виде плагина к веб-браузеру, а также как самостоятельное исполняемое приложение. Во втором случае возможно создание исполняемых exe-файлов, когда swf-файл включается во Flash Player.

Для создания и просмотра видеофайлов в формате .flv используются программные кодеки, поддерживающие этот формат.

К прикладному обеспечению в рамках технологии Flash относятся средства создания роликов в форматах .swf, .flv и .exe. Основным инструментом является среда среда Adobe Flash (см. [Adobe Flash Builder](#)), включающая различные средства для создания и редактирования мультимедийного содержания, в т.ч. видео- и аудиофайлов, интегрированную среду разработки на ActionScript и множество дополнительных функций упрощения процесса создания роликов.

Пакет MatLab

MatLab (сокращение от англ. «Matrix Laboratory») — пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений, и язык программирования, используемый в этом пакете. По данным фирмы-разработчика, более 1000000 инженерных и научных работников используют этот пакет, который работает на большинстве современных операционных систем, включая GNU/Linux, Mac OS, Solaris и Microsoft Windows.

Язык MatLab

MATLAB как язык программирования был разработан Кливом Моулером (англ. Cleve Moler) в конце 1970-х годов. Целью разработки служила задача использования программных математических библиотек Linpack и EISPACK без необходимости изучения языка Фортран. Акцент был сделан на матричные алгоритмы.

Программы, написанные на MATLAB, бывают двух типов — функции и скрипты. Функции имеют входные и выходные аргументы, а также собственное рабочее пространство для хранения промежуточных результатов вычислений и переменных. Скрипты же используют общее рабочее пространство. Как скрипты, так и функции не компилируются в машинный код, а сохраняются в виде текстовых файлов. Существует также возможность сохранять так называемые pre-parsed программы — функции и скрипты, приведенные в вид, удобный для машинного исполнения и, как следствие, более быстрые по сравнению с обычными.

Язык MATLAB является высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, включающим основанные на матрицах структуры данных, широкий спектр функций, интегрированную среду разработки, объектно-ориентированные возможности и интерфейсы к программам, написанным на других языках программирования. Имеются интерфейсы для получения доступа к внешним данным, клиентам и серверам, общающимся через технологии Component Object Model (COM) или Dynamic Data Exchange (DDE), а также периферийным устройствам, которые взаимодействуют напрямую с MATLAB. Многие из этих возможностей известны под названием MATLAB API.

MATLAB предоставляет удобные средства для разработки алгоритмов, включая высокоуровневые с использованием концепций объектно-ориентированного

программирования. В нем имеются все необходимые средства интегрированной среды разработки, включая отладчик и профайлер.

MATLAB предоставляет пользователю большое количество (несколько сотен) функций для анализа данных, покрывающие практически все области математики, в частности:

Матрицы и линейная алгебра — алгебра матриц, линейные уравнения, собственные значения и вектора, сингулярности, факторизация матриц и другие.

Многочлены и интерполяция — корни многочленов, операции над многочленами и их дифференцирование, интерполяция и экстраполяция кривых и другие.

Математическая статистика и анализ данных — статистические функции, статистическая регрессия, цифровая фильтрация, быстрое преобразование Фурье и другие.

Обработка данных — набор специальных функций, включая построение графиков, оптимизацию, поиск нулей, численное интегрирование (в квадратурах) и другие.

Дифференциальные уравнения — решение дифференциальных и дифференциально-алгебраических уравнений, дифференциальных уравнений с запаздыванием, уравнений с ограничениями, уравнений в частных производных и другие.

Разреженные матрицы — специальный класс данных пакета MATLAB, использующийся в специализированных приложениях.

В составе пакета имеется большое количество функций для построения графиков, в том числе трехмерных, визуального анализа данных и создания анимированных роликов, функции для создания алгоритмов для микроконтроллеров и других приложений.

1. 2 Лекция №2 (1 час).

Тема: «Использование MS Excel при решении экономических задач»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия электронной таблицы.
2. Процессоры электронных таблиц.
3. Особенности обработки числовых данных в электронных таблицах.
4. Объединение электронных таблиц.
5. Построение диаграмм.
6. Технология решения экономических задач средствами электронной таблицы.
7. Электронные таблицы для 4 класса информационных технологий (поддержки принятия решений).

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные понятия электронной таблицы.

Для представления данных в удобном виде используют таблицы. Компьютер позволяет представлять их в электронной форме, а это дает возможность не только отображать, но и обрабатывать данные. Класс программ, используемых для этой цели, называется **электронными таблицами**.

Рабочая книга - представляет собой основной документ Excel. Она хранится в файле с произвольным именем с расширением «.xls». По умолчанию рабочая книга состоит из 16 листов, имеющих имена: Лист 1, ...Лист 16. Пользователь может изменить имя листа.

Лист - предназначен для создания и хранения таблиц, диаграмм и макросов. Состоит из 256 столбцов, которые имеют имя A, B, C,...Z,...AA,AB... и строки 1,2,3... 16384

Для хранения имени столбца используется 1 байт памяти, для хранения строки 256.

Ячейка – представляет наименьшую структурную единицу для размещения данных внутри рабочего листа. В качестве данных могут быть: текст, числовые значения, формулы функции и параметры форматирования. Ячейка, выбранная с помощью указателя называется активной. Тип данных вводимых в ячейку определяется системой непосредственно при вводе. При

этом признаком текста является пробел, буква, апострофов, цифровых- цифра с первой позиции, признаком формул- знак равно.

Блок ячеек - прямоугольная область, объединяющая отдельные ячейки, адрес блока формируется по диагональным ячейкам.

Адресация ячеек. Существует 2 вида ячеек: 1) относительная (пример с B3)- при проведении копирования и перемещении, относительный адрес ячейки всегда меняется: при копировании вниз № строки увеличивается на 1, при копировании вправо имя столбца изменяется на 1 букву в сторону увеличения; 2) абсолютная- не изменяется при проведении любых манипуляций с ячейками, обозначенных \$B\$3, не изменится № строки, ни название столбца. Если B\$2-не изменится № строки, \$B2-не изменится название столбца.

Формула - математическая запись вычислений, производимых над данными в таблицах. Она начинается со знака равенства или математического оператора и записанного в ячейку таблицы. Результатом выполнения формулы является вычисление значения. Пример: =A\$12+B2. Если ячейка содержащая формулу, активна, то формула проявляется в строке ввода, то есть становится видна. В противном случае в ячейки проявляется по формуле значение.

Функция - математическая запись, указывающая на выполнение определенных вычислительных операций. Она состоит из имени и 1 или несколько аргументов, заключенных в круглые скобки. Пример: =SUM(A1:A10);LOG10(B2);lg(B2)

Форматирование - задание определенных параметров для внешнего представления данных, записанных в 1 или нескольких ячейках. К параметрам форматирования относится: вид и размер шрифта, рамка, цвет, выравнивание содержимого ячейки. Они задаются с помощью команд меню или кнопок панели инструментов. Его можно произвести до ввода данных в таблицы. Нельзя форматировать 1 ячейку.

Стиль - представляет набор параметров форматирования, применяемых к выделенным ячейкам при указании имени стиля. Существует набор стилей, хранящихся в библиотеке стилей. Следует использовать после завершения работы с таблицей.

Список - специальным образом оформленная таблица с которой можно работать как с базой данной. Плюсом является то, что возможно манипулировать данными.

Примечание - это текст, используемый в качестве комментария к содержимому 1 или нескольких ячеек. Примечание также может быть знаковым.

2. Процессоры электронных таблиц.

Пакеты прикладных программ в виде процессоров электронных таблиц, предназначенных для создания электронных таблиц и манипулирования их данными. Данный класс программ широко используется в рекламной практике.

Предоставляет следующие возможности:

- Создание табличной структуры, традиционной для хранения данных.
- Вычисление по заданным формулам (математическим, инженерным, статистическим) результирующих значений, зависящих от других ячеек таблиц (их содержимого).
 - Организация связи между несколькими таблицами, то есть значение одной таблицы могут формироваться на основе данных из другой таблицы. Причем изменение данных в исходной таблице автоматически несет за собой изменение данных в итоговой таблице.
 - Создание сводных, то есть интерактивных таблиц, облегчающих анализ большого объема данных. Пример: сводная таблица финансов большого рекламного агентства, которая формируется в центральном офисе.
 - Использование баз данных (списков), позволяющих проводить операции сортировки, вычисление промежуточных итогов и фильтрацию данных.
 - Осуществление консолидации данных, при которой данные из нескольких таблиц могут быть объединены в 1 таблицу. Пример: ассортимент товаров, продаваемых филиалами коммерческого предприятия.
 - Использование сценариев - поименованные массивы исходных данных , по которым формируются конечные, итоговые значения в 1 и той же таблице.

- Автоматизированный поиск ошибок вычислений по формулам.
- Защита данных от изменения посторонними лицами. Здесь могут быть использованы возможные комбинации уровней защиты.
- Структурирование данных, позволяющих скрывать или отображать определенную часть таблицы.
- Примечание - механизм авто заполнения, при котором в нескольких ячейках таблицы может быть введено заранее подготовленное значение.
- Использование таблицы подстановок, которая может содержать 1 или несколько переменных с различными значениями.

Таким образом, табличный процессор кроме специфических функций, перечисленных выше, поддерживает общие функциональные возможности текстовых процессоров. Пример: использование **макросов** (набор команд предназначенных для автоматизации вычислений на языке Visual Basic for Application), построение диаграмм, авто замена и проверка орфографии, использование стилей, шаблонов, авто форматирование данных, обмен данных с другими приложениями, наличие развитой справочной системы, печать с настройкой параметра и другие сервисные возможности.

3. Особенности обработки числовых данных в электронных таблицах.

К числовому типу относятся:

- константы (16E +0,3).
- даты (02.03.04).
- время (14:34).
- дата и время (28 октября, 1999, 15:16).

Любые данные, которые не распознаются программой в качестве числовых, интерпретируются как текстовые. Длина текста, помещающаяся в ячейку не может превышать 255 символов. Данные любого типа могут быть представлены в определенном формате. Пример: приведем пример представления 1 в различных форматах.

представление	формат
1	Общий
1,00	Числовой
1,00 р.	Денежный
1,0 р.	Финансовый
1 января, 1999	Дата
0:00:01	Время
100,0 %	Процент
1,01 Е +01	Экспоненциальный
1	Текстовый
0001	Дополнительный

Рисунок 1 – Числовой тип данных

4. Объединение электронных таблиц

При работе с электронными таблицами часто возникает необходимость их объединения.

Существуют инструменты объединения:

- Организация межтаблиценных связей. Связи между таблицами осуществляются путем использования внешних ссылок, адресов ячеек, содержащих кроме имени столбца и номера строки имя файла данные из которых используются [Exam.xls] C2. [Exam.xls]- имя файла, C2-ячейка. Таблица на которой нет внешней ссылки рассматривается как дополнительная, а таблица на которой есть внешние ссылки считается основной. Обе таблицы должны находиться в 1 папке или 1 каталоге. Между 2 таблицами могут существовать двух сторонние связи (перекрестные ссылки).

- Консолидация электронной таблицы и их частей. Оп мимо создания межтабличных связей путем указания имен файлов (пункт №1), многие электронные таблицы предлагают пользователю специальный режим консолидации. Этот режим содержит необходимые команды, для объединения таблиц и их частей, расположенных как на 1 листе, так и на разных листах и в разных рабочих книгах.

- Объединение файлов. Команда объединение файлов имеет 3 формы, используемые для копирования, суммирования, вычитания данных из исходной таблицы в объединенную. Технология создания электронных таблиц, объединяющих данные нескольких исходных таблиц такова: в оперативной памяти сервера или главного компьютера создается электронная таблица, в которую засыпаются данные из исходных электронных таблиц, находящихся на жестком диске.

5. Построение диаграмм

Диаграммы и графики позволяют заметно повысить наглядность представления числовых табличных данных в документах Excel. Основное назначение диаграмм - использование в отчетной документации, это позволяет соотносить планируемые параметры, используемые в рекламной практике и коммерческой деятельности с реально полученными параметрами. В Excel используется около 20 различных диаграмм. Наиболее используемые столбцовые и круговые. Для того чтобы построить диаграмму можно воспользоваться мастером построения диаграмм, либо же вставить готовую диаграмму из меню Вставка --> Рисунок --> Диаграмма.

6. Технология решения задач коммерческой и рекламной практики средствами электронной таблицы

Существует обобщенная технология работы с электронными таблицами. Она включает 4 этапа:

- Формирование структуры таблицы. Она включает определение заголовка таблицы, название строк и столбцов, а так же ввод в ячейки таблицы исходных данных, формул и функций.
- Работа с данными.
- Исследование сформировавшейся таблицы. Такое исследование может быть связано с использованием определенных математических формул, моделей, методов одновременной работы с несколькими таблицами и методом работы с базой данных.
- Математические модели помогают на основе имеющихся таблицы, получить новую информацию, решением типовых задач компьютерного моделирования. Они звучат так: « что будет если...?», обратная задача: «как сделать чтобы...?».

Решение таких задач дает возможность пользователю узнать как изменятся входные параметры при изменении 1 или нескольких величин.

Расширением таких задач являются задачи анализа чувствительности, позволяющие определить как изменяется решение модели при изменении входных величин, заданным шагом в определенном диапазоне значений. Задача компьютерной модели «как сделать чтобы...?» возникает в случае если цель достижения определенного значения модели, пользователь ищет значение входных параметров, обеспечивающих достижение этой цели. Различные виды анализа данных, содержащихся в исходной таблице можно проводить с использованием функций и процедур. Пример: входящие в состав электронной таблицы статистические функции могут быть использованы в статистическом анализе или для прогноза, содержащихся в таблице данных. Использование финансовых функций позволяет произвести анализ эффективности, планируемых капиталовложений, рассчитать стоимость ценных бумаг. Для решения оптимизационных задач используются специальные модели математического программирования. Пример: если рекламная фирма имеет центральный офис и несколько филиалов, то появляется задача объединения документов и отчетов, приходящих из этих филиалов. Решение подобной задачи требует использования специальных многотабличных связей и программных методов для манипулирования с данными и генерации отчетных форм. Одновременная работа с несколькими таблицами - это одна из возможностей работы с данными в электронной таблицы. Если при работе с большими электронными таблицами требуется найти ту или иную строку (столбец) или

отсортировать строки (столбцы) в нужном порядке, то следует использовать инструментарий СУБД, в этом случае электронная таблица интерпретируется как база данных.

Представление результатов 1 или 2 этапов в графическом виде, позволяющих наиболее ярко их интерпретировать.

Обеспечивает вывод результирующих данных на печать. При этом данные могут быть выведены как в табличной форме, так и форме графической диаграммы.

Схематично обобщенная технология.

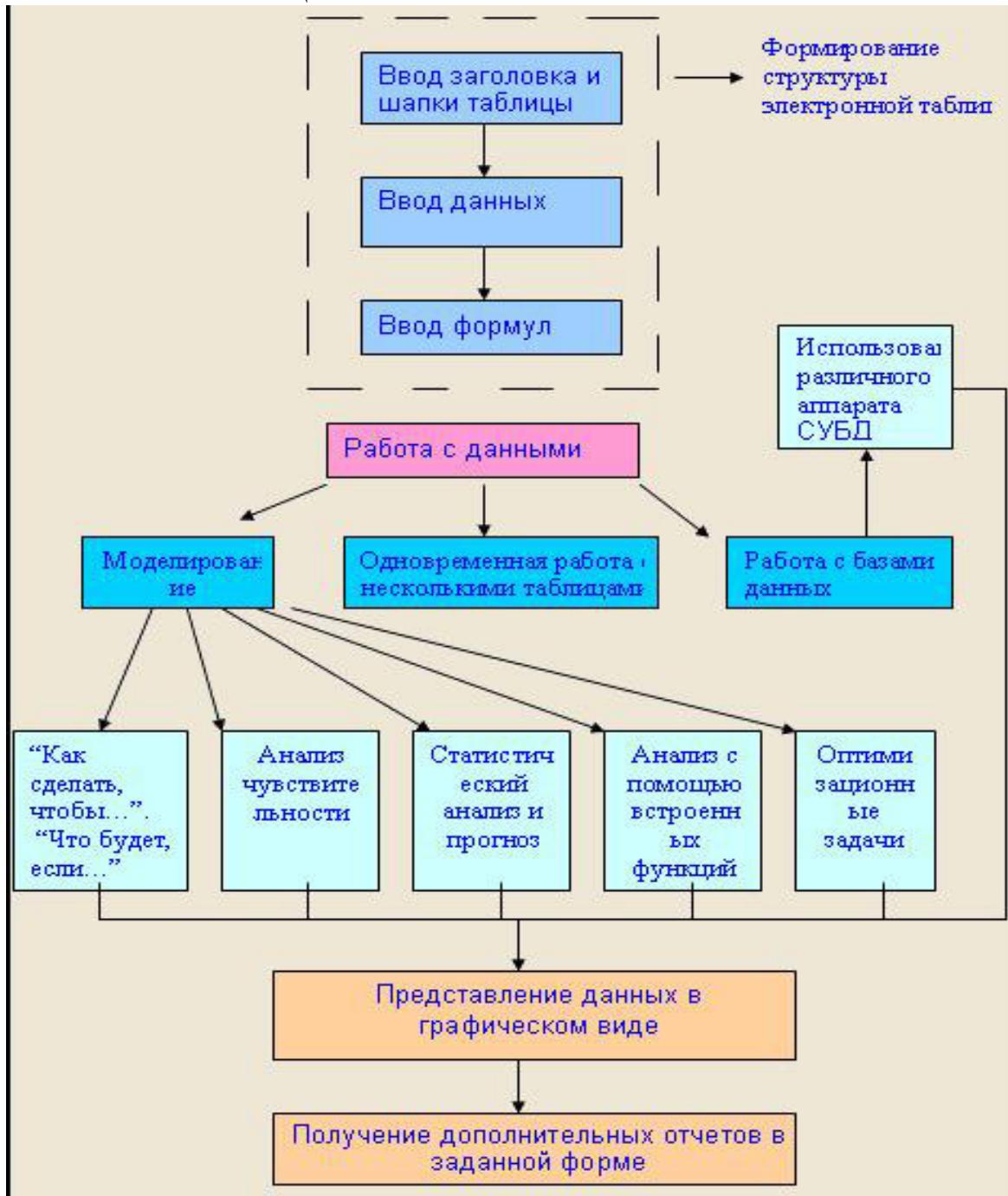


Рисунок 2 - Технология решения задач коммерческой и рекламной практики средствами электронной таблицы

7. Электронные таблицы для 4 класса информационных технологий (поддержки принятия решений)

Задачи этого класса характеризуются необходимостью проведения расчетов по различным исходным данным, например анализ получения кредита.

Постановка задачи: покупка в кредит автомобиля, сможет ли покупатель выплачивать платеж за приобретенный авто, величина которого зависит от процента, цены, первоначального

взноса и условий предоставления кредита, ссуды необходимо принять решение, выбрать 1 из альтернатив.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Microsoft Excel - Книга1". The menu bar includes: Файл, Правка, Вид, Вставка, Формат, Сервис, Данные, Окно, Справка. The toolbar includes: New, Open, Save, Print, Cut, Copy, Paste, Find, Replace, Sort, Filter, etc. The formula bar shows the formula: =B3-(B4+B5). The table below has columns A through E and rows 1 through 10. Row 1 is a header with "Анализ кредита". Rows 2 through 5 list alternatives: "альтернатива 1", "альтернатива 2", "альтернатива 3", and "альтернатива 4". Row 6 lists "полные затраты" with a value of \$ 14 999,00. Row 7 lists "процентная ставка(%)" with a value of 13. Row 8 lists "срок возврата ссуды (Г)" with a value of 3. Row 9 lists "ежемесячный платеж" with values of \$ 505,38, \$ 437,99, \$ 336,91, and \$ 263,37 respectively. Row 10 is empty.

	A	B	C	D	E
1			Анализ кредита		
2 показатели		альтернатива 1	альтернатива 2	альтернатива 3	альтернатива 4
3 цена авто	\$ 14 999,00	\$ 13 999,00	\$ 13 999,00	\$ 13 999,00	\$ 13 999,00
4 скидка производителя	\$ -	\$ 1 000,00	\$ 1 000,00	\$ 1 000,00	\$ 1 000,00
5 первоначальный взнос	\$ -	\$ -	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00	\$ 3 000,00
6 полные затраты	\$ 14 999,00				
7 процентная ставка(%)	13	13	13	13	12
8 срок возврата ссуды (Г)	3	3	3	3	4
9 ежемесячный платеж	\$ 505,38	\$ 437,99	\$ 336,91	\$ 263,37	
10					

Рисунок 3 - Постановка задачи: покупка в кредит автомобиля

Вычисление ежемесячного платежа производится специальной функцией. Структура, которая имеет вид @PMT (PV,Rate,Nper) вычисляет сумму периодического платежа при условии, что PV- размер ссуды, Rate- процентная ставка, Nper-число платежных периодов, при этом значение, которое определено для Rate, должны корректироваться с единицами, используемыми для Nper, если платеж делается ежегодно, то N измеряется в годах, если ежемесячно, то в месяцах. Для 1 альтернативы функция будет иметь следующие параметры @PMT(14999,13/12,36) или @PMT(B6,B7/12,B9*12). Функция носит характер примера, в любой версии электронной таблицы можно найти подобную функцию в разделе финансовые функции. В версии Excel название финансовых функций используется на русском языке.

Разработанная таблица дает возможность выбрать покупателю 1 из 4 альтернатив и ответить на следующие вопросы: альтернатива 1- может ли покупатель выплачивать определенный месячный платеж за машину; альтернатива 2- что будет если вы согласитесь на дорогой авто и получите ссуду от его производителя; альтернатива 3- что будет если вы следующим летом заработаете некоторую сумму для первого платежа; альтернатива 4 - что будет, если вы увеличите срок возврата ссуды и получите более низкую процентную ставку.

Рассмотренные примеры иллюстрируют возможности электронной таблицы в решении задач вида « что будет, если...?» и обратного « как сделать, чтобы...?». Последняя задача возникает в том случае, если цель исследования- определение значений, параметра задач компьютерного моделирования. Различные виды анализа данных можно проводить с использованием встроенных функций и процедур: 1) статистических, 2) финансовых.

Пример относительной и абсолютной адресации ячеек

- Относительная адресация: разработка электронной таблицы «Стоимость рекламных услуг в газете минутка», содержащую данные: № записи, название, размер, цена за единицу, количество, стоимость.

A	B	C	D	E	F
1		стоимость рекламных услуг в газете "Минутка"			
2	№	название	размер (см)	цена (руб)	количество
3	1	политическая	5*4	1000	2
4	2	экономическая	7*5	1400	7
5	3	социальная	7*7	2000	4
6	4	религиозная	3*4	600	1

Рисунок 4 - Пример относительной адресации ячеек

Особенностью использования относительной адресации является тот факт, что формулу вычисления стоимости пользователь вводит в соответственную ячейку лишь 1 раз, а затем после успешного выполнения копирует по столбцу вниз.

- Абсолютная адресация ячеек.

A	B	C	D	E
1		рекламное агентство "Гата"		
2	№	вид	срок изготовления (дни)	стоимость (\$)
3	1	щит	30-35	\$ 350,00 =D3\$C\$7
4	2	вывеска	21	\$ 30,00
5	3	стенд	4-6	\$ 45,00
6	4	растяжка	20	\$ 30,00
7	курс \$			29,40р.

Рисунок 5 - Пример абсолютной адресации ячеек

Особенности изменения: изменение содержимого одной ячейки, хранящей курс доллара, приводит к автоматическому пересчету всей таблицы.

Пример объединения таблиц

Фирма располагает 3 филиалами и хочет определить какой из филиалов приносит прибыль, а какой убытки, с помощью электронной таблицы.

С целью решения данной задачи построим электронную таблицу, объединяющую отчеты, поступающие из каждого филиала. Для более точного решения будем рассматривать учеты по кварталам.

A	B	C	D	E	F	G
1		Рекламное агентство "Прокси"		(продажа макетов)		
2	экономические параметры	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал	
3	объем продаж	27	34	25	34	
4	зарплата	4 000,00р.	4 470,00р.	3 900,00р.	4 470,00р.	
5	себестоимость	400,00р.	420,00р.	425,00р.	430,00р.	
6	суммарные затраты	14 800,00р.	18 750,00р.	14 525,00р.	19 090,00р.	
7	прибыль	5 200,00р.	9 600,00р.	6 200,00р.	11 400,00р.	
8	суммарная	32 400,00р.				
9	прибыль за год					

Рисунок 6 - Пример объединения таблиц

Заполняется в каждом филиале и рассчитывается. На сервере центрального офиса строится следующая электронная таблица.

Рекламное агентство "Прокси"				
филиалы	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
филиал 1	[Name.xls]B7			
филиал 2	[Name.xls]B7			
филиал 3	[Name.xls]B7			

Рисунок 7 - Пример объединения таблиц

Таким образом возможно проведение одного экономического анализа.

Пример прайс – листа

Прайс - лист			
Наименование	характеристика	цена (без налога)	цена (с налогом)
Конфета "Ростов" с ликером		1,50р.	1,77р.
Конфета "Ростов" с мармеладом		1,30р.	1,30р.
Конфета "Ростов" с орехами		1,40р.	1,40р.
налог		18,00%	

Рисунок 8 - Пример прайс – листа

Параметры: наименование, характеристика цена без налога – вводятся пользователем самостоятельно, а конечная цена рассчитывается с помощью электронной таблицы.

Пример прогноза деятельности рекламной фирмы

Основными параметрами расчета являются: доход в любом году (определяется как произведение объема продаж в натуральную цену, прогнозные допущения (рост цен (от 10-15%), рост продаж). В основе таблицы должны лежать финансовые показатели прошлого года.

прогноз финансового состояния фирмы.					
параметры		2003	2004	2005	2006
объем продаж	шт.	5000	6500		
цена	\$	20	22		
доход	\$	100000			
расход	\$	50000			
прибыль	\$	50000			
прогнозируемые					
допущения					
рост объема продаж		30,00%			
рост цен		10,00%			

Рисунок 9 - Пример прогноза деятельности рекламной фирмы

Расходы и продажные цены определяются с учетом заданного роста цен, а объем продаж с учетом объема продаж. При изменении прогнозируемых допущений электронная таблица должна немедленно пересчитывать значения всех прогнозируемых финансовых характеристик. Разработанную электронную таблицу следует защитить от внесения несанкционированных изменений, кроме ячеек, содержащих значение, прогнозируемых допущений.

1. 3 Лекция №3 (1 час).

Тема: «Приложение для работы с бизнес-диаграммами – MS Visio»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Microsoft Office Visio — приложение для работы с бизнес-диаграммами.
2. Бизнес-диаграммы
3. Создание бизнес-диаграмм

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Microsoft Office Visio — приложение для работы с бизнес-диаграммами.

Microsoft Visio — векторный графический редактор, редактор диаграмм и блок-схем для Windows.

Выпускается в трёх редакциях: Standard, Professional и Premium (начиная с версии 2010).

Первоначально Visio разрабатывался и выпускался компанией Visio Corporation. Microsoft приобрела компанию в 2000 году, тогда продукт назывался Visio 2000, был выполнен ребрендинг, и продукт был включен в состав Microsoft Office.

Microsoft Office Visio - представляет собой 2D-объект приложения для рисования и является частью Microsoft Office люкс. В текущей версии, Visio 2010, был выпущен 15 июня 2010 года. Последняя предварительная версия, Visio 2013 Preview, была выпущена 16 июля 2012 г., наряду с бета-версией Microsoft Office 2013 .

В текущей версии, Microsoft Visio 2010 для Windows, доступны в трех редакциях: Standard, Professional и Premium. Стандартный и Профессиональный изданий как один и тот же интерфейс, но последний имеет дополнительные шаблоны для более сложных диаграмм и схем, а также уникальной функциональностью, что намерен сделать его легким для пользователей, чтобы подключить их к диаграммам количества источников данных и отображения информации графически. Premium Edition имеет три дополнительные типы диаграмм с интеллектуальной поддержкой правил, проверки и подпроцесс (диаграммы пробоя) поддержку.

История Visio началась как отдельный продукт, произведенный Shapeware Corporation; Версия 1.0 поставляется в 1992 году. Пре-релиз, версия 0.92, был распространен бесплатно на диске вместе с Microsoft Windows инженерных систем оценки готовности. В 1995 году Shapeware корпорация изменила свое название на Visio корпорации , чтобы воспользоваться признанием рынка капитала и связанных с ним продуктов. Microsoft Visio приобрела в 2000 году, ребрендинг как Microsoft Office приложений, таких как Microsoft Project, однако, она никогда были включены ни в одном из офисных пакетов. Microsoft включены Visio для корпоративных архитекторов издание с некоторыми изданиями Visual Studio. NET 2003 и Visual Studio 2005.

Наряду с Microsoft Visio 2002 Professional, Microsoft представила Visio Enterprise Network Tools и Visio Network Center. Visio Enterprise Network Tools был дополнительный продукт, который позволил автоматизированной сети и службы каталогов диаграмм. Visio Network Center была на основе подписки, веб-сайт, где пользователи могут найти последнюю сеть контекстной рекламы документация и точные реплики форм сетевого оборудования от 500 ведущих мировых производителей. Бывший была прекращена, а форма-нахождение последнего особенности теперь интегрированы в сама программа. Visio 2007 был выпущен 30 ноября 2006 года.

В отличие от основных Office 2007 приложений, Microsoft Visio 2007 не оснащены пользовательским интерфейсом Ribbon, но Microsoft Visio 2010 делает.

Одна из наиболее актуальных задач, стоящих перед современной российской компанией - это совершенствование бизнес-процессов и системы управления в целом.

Используя Microsoft Visio 2003, бизнес-аналитик может упростить и ускорить основные работы по описанию системы управления компанией.

Описание системы управления

Оптимально спроектированные бизнес-процессы способны реализовать стратегические цели организации, а также предоставить возможность системного анализа для принятия обоснованных бизнес-решений.

Формализацией и документированием систем управления сегодня занимаются консультанты по управлению, специалисты по стратегическому и организационному развитию, ИТ-специалисты и менеджеры по качеству. При этом наиболее часто они сталкиваются с решением следующих задач:

- описание и оптимизация бизнес-процессов;
- проектирование системы управления для нового бизнес-направления;
- внедрение автоматизированных систем управления;
- построение системы менеджмента качества.

Описание системы управления, как правило, включает в себя модель бизнес-процессов компании, организационную структуру и документы, фиксирующие должностные обязанности и ответственность сотрудников компании за тот или иной процесс.

Модель бизнес-процессов компании

Модель описывает деятельность компании в виде системы бизнес-процессов и показывает, что делается в компании, и какие результаты получаются в итоге. Под бизнес-процессом понимается целенаправленная последовательность действий, приводящих к заданному результату,енному для компании. Наиболее простым способом построения модели бизнес-процесса является применение одной из распространенных графических нотаций, при этом бизнес-процесс изображается с помощью диаграммы с использованием специальных графических символов.

Организационная структура

Организационная структура показывает иерархию должностей и подразделений в организации и включает в себя распределение основных функций предприятия, зон ответственности и полномочий по иерархической лестнице управления.

Графически организационная структура изображается в виде диаграммы, на которой блоками показываются подразделения и должностные лица компании, а линиями - отношения подчиненности между ними.

На сегодняшний день большинство технологий бизнес-моделирования основаны на использовании графических диаграмм. Учитывая это, компания Microsoft включила в свою систему создания бизнес-диаграмм и схем Microsoft Visio 2003 специальные средства для описания бизнес-процессов и организационной структуры компаний.

Для моделирования бизнес-процессов Visio 2003 предлагает бизнес-аналитику шаблоны для создания 7 видов диаграмм:

1. Basic Flowchart;
2. Cross-Functional Flowchart (с вертикальным или горизонтальным расположением дорожек);
3. EPC (Event-driven Process Chain);
4. IDEF0;
5. DFD (Data Flow Diagrams) в двух нотациях: Гейна-Сарсона и Йордана-Де Марко;
6. WFD (Work Flow Diagram)

Из перечисленных нотаций наиболее популярными являются IDEF0 и EPC.

Нотация моделирования IDEF0 базируется на методологии структурного анализа и проектирования SADT (Structured Analysis and Design Technique).

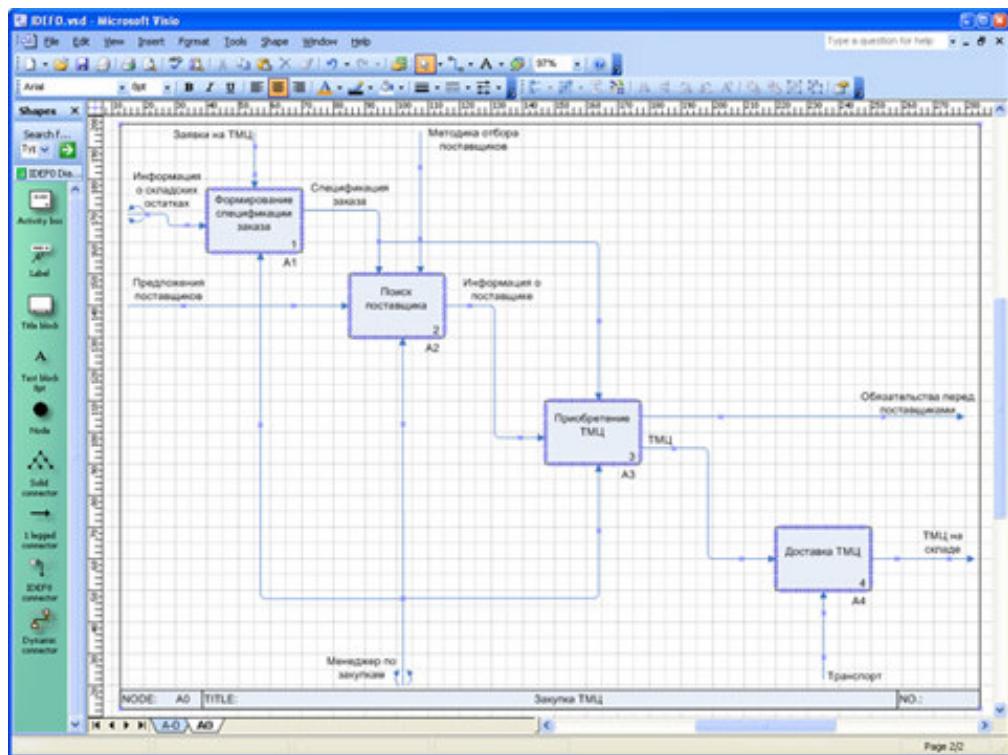


Рисунок 1 - Диаграмма процесса «Закупка ТМЦ», изображенная с помощью нотации IDEF0

Элементами графического языка нотации IDEF0 являются Процессы (изображается прямоугольным блоком) и Стрелки, обозначающие входы и выходы процесса. Всего предусмотрено 4 типа стрелок, которые различаются в зависимости от того, к какой грани прямоугольника они присоединены.

Типы стрелок нотации IDEF0

Тип стрелки	Входит в процесс	Назначение
Вход Input	Слева	Ресурсы (материалы, информация), которые потребляет или преобразовывает работа
Выход Output	Справа	Результат работы
Управление Control	Сверху	Управляющее воздействие
Механизм Mechanism	Снизу	Механизмы, исполнители, выполняющие работу

Такое обозначение отражает определенные системные принципы: входы преобразуются в выходы, управление ограничивает или предписывает условия выполнения преобразований, механизмы показывают, кто выполняет или с помощью чего выполняется функция.

Другой важный принцип методологии -иерархическая декомпозиция процессов (работ): процесс можно представить в виде последовательности составляющих его подпроцессов. Декомпозицию можно выполнять до необходимой степени подробности описания процесса.

Нотация IDEF0, как правило, используется для описание бизнес-процессов верхнего уровня компании. Она позволяет просто и наглядно изобразить состав основных процессов, выходы бизнес-процессов, изображающих заданный результат их выполнения и входы, показывающие, какие ресурсы нужны для получения результата.

Для обеспечения навигации по иерархическим моделям бизнес-процессов Visio 2003 позволяет создавать гиперссылки из одной диаграммы на другую. Например, можно задать, чтобы при щелчке мышью по процессу, открывалась страница с диаграммой его декомпозиции.

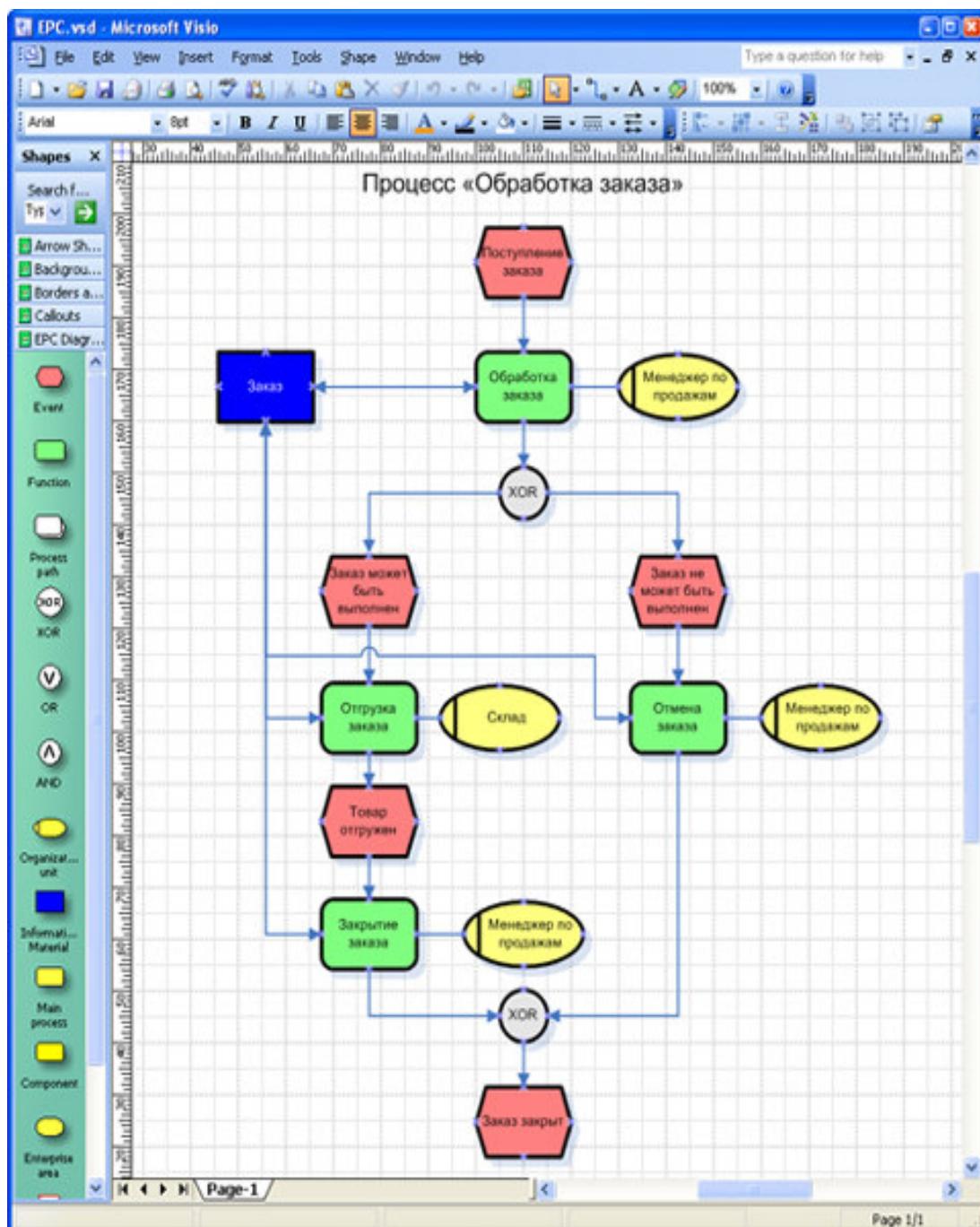


Рисунок 2 - Диаграмма процесса "Обработка заказа", изображенная с помощью нотации EPC

Для описания бизнес-процессов нижнего (операционного) уровня можно использовать нотацию EPC, разработанную Институтом информационных систем Университета Саарланда (Германия) в сотрудничестве с компанией SAP AG. Ключевая особенность EPC диаграмм - описание бизнес-процесса как последовательности чередующихся событий и функций.

Основные графические элементы диаграммы EPC:

- функции,
- события,
- организационные единицы, ответственные за выполнение функций,
- информационные или материальные объекты, которые используются при выполнении функций,
- коннекторы (AND, OR, XOR).

В отличие от нотации IDEF0 нотация EPC позволяет удобно описать нелинейное выполнение бизнес-процесса. С помощью коннекторов можно обозначить некоторые функции

процесса, выполняемые параллельно, а некоторые только при наступлении определенных условий.

Вторым шагом описания системы управления компании является построение модели организационной структуры. Для решения этой задачи Visio 2003 содержит шаблон Organization Chart, который позволяет быстро создать иерархическую диаграмму должностей и подразделений компании и определить их параметры.

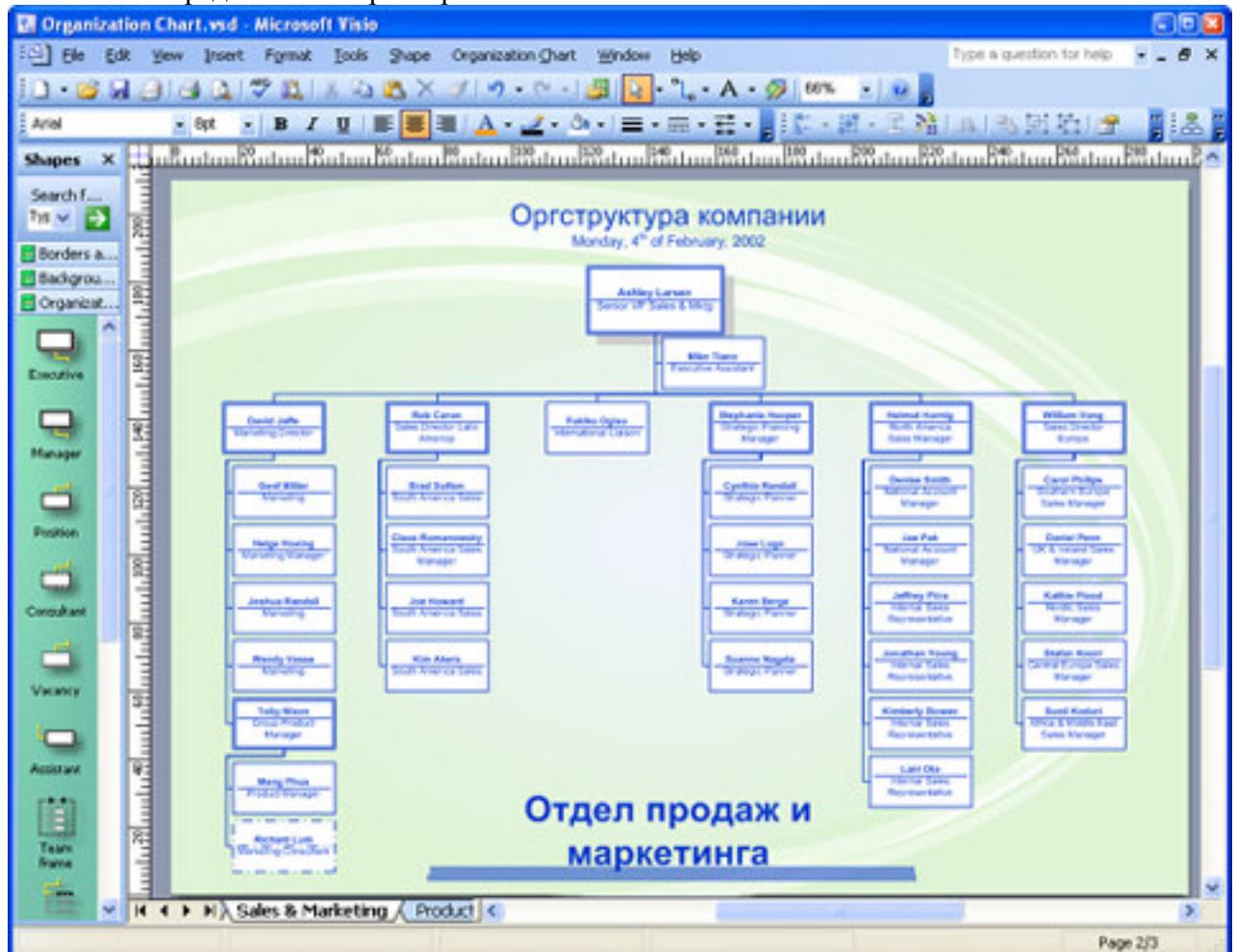


Рисунок 3 - Диаграмма организационной структуры компании

Организационная структура

В шаблоне Organization Chart содержится набор графических элементов, обозначающих виды должностей:

- executive - руководитель высшего звена,
- manager - руководитель,
- position - должность,
- consultant - консультант,
- vacancy - свободная вакансия,
- assistant - помощник.

Если организационная диаграмма получается большой и ее сложно разместить на одном листе, то Visio 2003 позволяет разбить организационную диаграмму на несколько страниц. Когда создана верхняя часть организационной диаграммы, ее можно продолжить описывать на новой странице, начиная с выбранного подразделения. Элементы, обозначающие одно и тоже подразделение на разных страницах, будут синхронизироваться между собой при изменении названия и параметров подразделения.

Microsoft Office Visio 2007 помогает создавать имеющие профессиональный вид схемы, который служит пониманию, документированию и анализу сведений данных, систем и процессов.

Большинство программ, связанных с графикой, подразумевает наличие у пользователя определенных художественных навыков, однако, с помощью Visio отобразить важные вещи наглядно значительно проще.

Стоит только открыть шаблон, перетащить документ с подходящей фигурой и как последний штрих применить темы.

Новые, усовершенствованные возможности Office Visio 2007 делают создание схем еще более простым и быстрым, а результаты впечатляющими. Давайте, примерно, перечислим эти возможности.

Имеется возможность приступить к работе без всяких проволочек. У Office Visio 2007 при помощи нового окна, которое называется "Приступая к работе", можно точно подобрать подходящий шаблон.

Категории шаблонов стали проще – более понятные категории шаблонов, такие как "Бизнес", "Блок-схемы", "Сеть", "Расписания" и другие упростили выбор шаблона.

Кроме того, предварительный просмотр шаблонов в виде увеличенных эскизов, а также описание каждого шаблона помогают быстро найти наиболее подходящие для схем шаблоны.

Кроме того, возможно без усилий создавать схемы, которые имеют профессиональный вид. С новой возможностью Office Visio 2007 по использованию тем, не нужно гадать, какой выбрать цвет или эффект. Теперь схемам можно придать профессиональный вид одним щелчком мыши.

А цветовые темы можно выбирать из набора. Они профессионально разработаны и встроены, можно также создавать собственные соответствующей эмблеме компании, ее торговой марке цветовые схемы.

Стало возможно соединять фигуры в схемах при помощи функции "Автосоединение".

Это новая возможность Office Visio 2007. Она берет на себя все хлопоты по соединению фигур. Это новая функция автоматически соединяет схемы, распределяет их равномерно и точно выравнивает и все это делается парой щелчков мыши.

Появилась следующая возможность включить в схемы данные. Office Visio 2007 делает связь с данными еще теснее за счет легкого и быстрого подключения источника данных к любой схеме.

Это может быть блок схема, это может быть организационная схема, схема сети, план расстановки и т.д. Все это доступно в любой версии Visio.

Схемы можно автоматически соединять широким спектром внешних источников данных.

Продолжаем. Имеется возможность проиллюстрировать данные графиками, интегрирование данных и схем – это только первый этап превращения схемы в мощный инструмент работы с данными.

С помощью Office Visio 2007 стало проще представлять данные визуально и передавать им такой вид, чтобы они помогли донести вашу мысль.

Имеется также следующая возможность – создать наглядное представление сложных сведений при помощи сводных схем.

Office Visio 2007 представляет новый тип схемы, которая называется "Сводная схема". Сводные схемы представленные в виде набора фигур в общем в иерархии, и это позволяет анализировать, обрабатывать данные в наглядном, в простом для восприятия формате.

При помощи сводных схем, можно изучать деловую информацию, а еще лучше понимать имеющиеся данные.

Имеется также библиотека фигур, которая разработана специально для работы с данными. Легче обнаружить ключевые моменты, следить за тенденциями и отмечать аномалии.

Эту самую сводную схему можно также вставлять в любую другую схему Visio, что составит дополнительное представление об анализируемых данных.

2. Бизнес-диаграммы

Способы описания бизнес-процессов

Давайте рассмотрим основные подходы к горизонтальному описанию бизнес-процессов. В настоящее время существуют три основных способа описания:

1. **Текстовый**: «Отдел продаж составляет договор и согласует его с юридическим отделом».

2. **Табличный**.

№	Операция	Ответственный	Что (Вход)	От кого (Поставщик)	Что (Выход)	Кому (Клиент)
1.	Составляет договор	Отдел продаж	—	—	Договор	Юридический отдел
2.	Согласует договор	Юридический отдел	Договор	Отдел продаж		

3. **Графический**.

Первый способ есть не что иное, как текстовое последовательное описание бизнес-процесса. Пример текстового описания фрагмента бизнес-процесса приведен выше.

Многие российские компании разработали и используют в своей деятельности регламентирующие документы, часть которых является процессными регламентами и представляет не что иное, как текстовое описание бизнес-процессов.

Но для целей анализа и оптимизации деятельности компании данный вариант не оптимален. Дело в том, что описание бизнес-процесса в текстовом виде системно рассмотреть и проанализировать невозможно. Текстовая информация воспринимается человеческим мозгом последовательно. Например, когда человек читает регламент и доходит до его конца, он практически всегда забывает про то, что было в начале документа. Второй недостаток текстового представления бизнес-процесса заключается в том, что человеческое сознание устроено так, что оно может работать эффективно только с образами. При восприятии и анализе текстовой информации человеческий мозг раскладывает ее на ряд образов, на что уходят дополнительное время и умственные усилия. Поэтому при использовании текстового описания бизнес-процессов производительность и качество решений по оптимизации деятельности оставляют желать лучшего, что особенно сильно проявляется, когда решение принимается группой людей.

В свое время специалисты по информационным технологиям разработали более структурированный подход к описанию бизнес-процессов. Ими было предложено разбить бизнес-процесс по ячейкам структурированной таблицы, в которой каждый столбец и строчка имеют определенное значение. Данную таблицу читать проще, из нее легче понять, кто за что отвечает, в какой последовательности в бизнес-процессе выполняются работы, и, соответственно, бизнес-процесс проще проанализировать. Табличная форма описания бизнес-процессов более эффективна по сравнению с текстовой и в настоящее время активно применяется специалистами по информационным технологиям для описания бизнес-процессов в приложении к задачам их автоматизации.

В последнее время стали интенсивно развиваться и применяться при описании бизнес-процессов графические подходы. Признано, что графические методы обладают наибольшей эффективностью при решении задач по описанию, анализу и оптимизации деятельности компаний.

Оказалось, что графика хороша тем, что графическая информация, расположенная в поле зрения человека, воспринимается его мозгом одновременно. Второе преимущество в том, что менеджер, как и любой человек, имеет правополушарное мышление и мыслит в виде образов. Любую текстовую информацию он переводит в образы. В случае когда ему представляется информация в виде графических образов, значительно возрастают его возможности анализа и принятия решений. В статье будут рассматриваться именно графические подходы к описанию процессов, так как они себя хорошо зарекомендовали и их можно эффективно использовать для оптимизации деятельности организации.

Описание окружения бизнес-процесса

Первый шаг описания бизнес-процесса — описание его окружения, которое представляет совокупность входов и выходов бизнес-процесса с указанием поставщиков и клиентов.

Поставщики и клиенты процесса могут быть как внутренними, так и внешними. Внутренними поставщиками и клиентами являются подразделения и сотрудники компании, которые взаимодействуют с данным процессом.

Пример 1

В бизнес-процессе «Поиск, подбор и прием сотрудника в штат компании» входом является заявка на подбор сотрудника, поступающего из профильного подразделения, которое в данном случае является внутренним поставщиком процесса. Выходом процесса является принятый на работу сотрудник, который направляется в данное профильное подразделение, и в этом случае профильное подразделение одновременно является и внутренним клиентом бизнес-процесса.

За счет четкого обозначения входов, выходов, поставщиков и клиентов горизонтальное описание бизнес-процесса позволяет более точно представить бизнес-процесс и его границы. В этом и заключается одно из его преимуществ перед вертикальным подходом.

Пример 2

В одной компании было осуществлено вертикальное описание деятельности, в рамках которого был сформулирован перечень процессов и работ, реализуемых в компании. Среди данных бизнес-процессов был процесс, который назывался «Комиссионирование». Новые сотрудники, приходящие в компанию, долго не могли понять, что это за бизнес-процесс. Интересно, что и сотрудники, проработавшие несколько лет в данной организации, путано и по-разному объясняли его структуру.

Для вертикального описания деятельности это считается вполне естественной ситуацией, так как только одним названием невозможно четко определить бизнес-процесс. Когда данная организация применила горизонтальное описание, в рамках которого было описано окружение этого процесса, то оказалось следующее. Входом бизнес-процесса «Комиссионирование» была заявка на набор заказа, которая поступала от внутреннего поставщика процесса — отдела сбыта. Выходом этого процесса является собранный заказ, внутренним клиентом которого был отдел доставки, далее доставлявший заказ внешнему клиенту. Сейчас можно догадаться, что бизнес-процесс «Комиссионирование» представляет собой набор заказа для клиента и что этот процесс происходил на складе. Только описание входов и выходов позволяет точно и конкретно описать границы бизнес-процесса, и зачастую без горизонтального описания бизнес-процессов в сложных ситуациях обойтись практически невозможно.

Бизнес, в сущности, — процесс перемещения ресурсов и энергии между разными точками и состояниями. Мы следуем из одной точки в другую, оставляя в первой начальные ресурсы, идеи (в виде схем и диаграмм будущих бизнес-процессов) и ожидая увидеть во второй дивиденды (в виде прибылей и побед над конкурентами). Однако, чтобы это произошло, требуется материализовать бизнес-идею, то есть претворить в жизнь диаграммы бизнес-процессов. А последние обычно существуют в виде бумажных схем, электронных эскизов и текстов, которые никак не коррелируют с поддерживающими бизнес ИТ-системами. Если на пути ко второй точке вам попалась хорошая система BPM (Business Process Management), то, считают авторы данного выпуска журнала, при наличии грамотного персонала и благоприятной экономической обстановки бизнес- успех вам обеспечен.

Мы решили разобраться с тем, как обстоят дела в области управления бизнес-процессами, взглянув на BPM с трех точек зрения: методологии, технологий и персонала.

Методология. Наши авторы отмечают, что отдельные системы порождают океан данных, но зачастую компания не имеет средств их адекватной интерпретации. Отсутствие целостного видения и неспособность понять, как из разрозненных технологий может быть собрана целостная система управления, — сегодня достаточно типичные явления. С помощью деления процессов на отдельные приложения, такие как CRM (Customer Relationship Management), SCM (Supply Chain Management), ERP (Enterprise Resource Planning) и т.п., не удается сформировать единый взгляд на события, происходящие на предприятии. Перегруженность современных информационных систем фактами и данными вступает в противоречие с неспособностью к их интерпретации.

Одним из возможных подходов, потенциально способных избавить бизнес от информационной «слепоты», может оказаться его мониторинг, который позволяет объединить в

деспособную систему не связанные между собой и не способные к взаимодействию приложения. Способы повышения эффективности процессов на предприятиях, основанные на преодолении организационной и технологической разрозненности, образуют основу методологии BPM. Но реализовать эту методологию удается не всегда: инфраструктурная неготовность компаний становится причиной ограниченного успеха при внедрении BPM. Концепция SOA позволяет, как сегодня кажется, реализовать потенциал BPM.

Технология. Концепция мониторинга бизнеса предполагает выявление и отслеживание бизнес-событий, происходящих в режиме реального времени. BPM является, с одной стороны, философией менеджмента, позволяющей сфокусировать внимание на бизнес-процессах и производительности их выполнения, а с другой — набором методов и средств их эффективной организации. Преодоление технологической разрозненности таких методов и средств — типичная и посильная для ИТ задача, а сервис-ориентированная архитектура может стать мощным катализатором развития BPM. Непрерывное совершенствование процессов (вне зависимости от систем, которые поддерживают их выполнение) подразумевает наличие гибкой инфраструктуры, способной поддерживать интеграцию приложений и широкие возможности адаптации. Как показано в одной из статей данного выпуска, SOA - это именно сумма технологий, которые могут обеспечить удобство интеграции приложений, их виртуализацию.

Как и в сфере средств моделирования, где представлены хорошо известные, но, по сути, нишевые поставщики, на рынке программных платформ для BPM прежде успешно действовали небольшие компании. Однако сегодня это направление всерьез заинтересовало крупных ИТ-игроков, расширивших линейки своих продуктов за счет приобретений или собственных разработок в данной области. Одна из статей сегодняшнего выпуска журнала специально посвящена имеющимся конкретным решениям в области BPM.

Персонал. Два года назад появилось мнение, основанное на анализе прошлых тенденций в ИТ-индустрии, в соответствии с которым ИТ превратились в товар и перестали быть источником конкурентного преимущества. Мол, теперь для управления информационной инфраструктурой компаниям достаточно использовать стратегию минимальной стоимости и тщательно просчитывать риски. Как известно, сокровище таится в вопросе, а не в ответе: это мнение вызвало ожесточенные споры, побудило топ-менеджеров и ИТ-директоров пересмотреть их представления о роли ИТ в бизнесе. Данные, полученные из прошлого опыта, не должны становиться основанием для истины нынешней, они всегда — лишь основание для новых вопросов. В публикуемой нами статье роль ИТ-директора анализируется по трем основным направлениям: круг обязанностей, место в организационной структуре и риски для предприятия в случае несостоятельности ИТ-директора. Один из выводов автора таков: при постоянном следовании чьим-то правилам роста не достигнешь, а будешь просто послушным. Однако в деле претворения диаграмм в жизнь трудно переоценить роль квалифицированного активного ИТ-директора, вооруженного средствами BPM.

Необходимость создания описаний бизнес-процессов может возникнуть в любой области человеческой деятельности, в том числе и там, где об автоматизированных системах только слышали. Но поскольку **современный** бизнес немыслим без его автоматизации, то в этой статье мы будем считать, что любое описание бизнес-процессов рано или поздно, непосредственно или в результате цепочки действий, будет отражено (воплощено, реализовано) в автоматизированной системе, а участники бизнес-процесса (люди, организации, другие системы...) станут *пользователями* этой Системы.

За прошедшие годы индустрия информационных технологий не только разработала и выпустила в виде спецификаций новые методы описания бизнес-процессов (и соответствующие диаграммы), но и реализовала возможность автоматизированных систем *исполнять бизнес-процессы*. Сегодня существуют не только коммерческие "движки исполнения бизнес-процессов", но и аналогичные продукты, распространяемые сообществом Open Source, что делает исполнение бизнес-процессов Системой доступным для всех. Эти перемены позволяют приблизить людей бизнеса к автоматизированным системам, сократить время и затраты на автоматизацию и т.п. ... Для нас же в рамках темы данной статьи важно то, что "формирование модели (описания) бизнес-

"процессов" - это не конечная цель (проекта, Клиента...), а лишь один из шагов к Системе, исполняющей (полностью или частично) данные бизнес-процессы.

Цели

1. Во-первых, мы хотим получить рисунки ("блок-схемы" ...), которые мы сможем использовать во время презентаций и обсуждений, а также которыми мы снабдим (дополним) текстовые документы, описывающие процессы: те текстовые документы, которые станут основой для проектирования Системы.

К этим рисункам (диаграммам) мы предъявляем следующие требования:

- Они должны достаточно подробно и точно описывать логику процесса. Настолько подробно и точно, насколько это нам нужно в каждом конкретном случае. При этом для различных сочетаний требований к "подробности и точности" мы хотим использовать одни и те же диаграммы.
- Они должны быть понятны, причём одинаково, различными людьми, заинтересованными в работе с этими рисунками. Это, в первую очередь, люди бизнеса (Клиенты, сотрудники организации), чью работу мы описываем, а также "мы" сами: бизнес-аналитики, консультанты и т.п. . В идеале, любой человек, знакомый с использованным нами способом описания процесса (в частности, с его "графической нотацией"), но не обязательно знакомый с нами и нашими предпочтениями, должен правильно понимать то, что мы изобразили.

2. Во-вторых, мы хотим получить от результата нашего труда нечто **большее**, чем просто рисунки: мы хотим построить "модель" процессов, из которой можно получить не только рисунки, но и, например, текстовые отчёты о составе модели и т.п. Поэтому для описания процесса мы уже используем не карандаш и бумагу или их компьютерный аналог: программу - "рисовалку" типа Adobe Photoshop, - а специальное "инструментальное средство моделирования". Традиционно под этим термином известны продукты ARIS и BPWin, однако не следует ассоциировать способ описания процессов с конкретным продуктом. Более того, зависимость от конкретного продукта сегодня уже является минусом как самого способа описания бизнес-процессов, так и созданной нами модели!

А теперь поподробнее: так что же конкретно "большее" мы хотим получить от модели бизнес-процессов:

- Модель должна позволять автоматически создавать отчёты о её составе (например, для оценки затрат на разработку Системы).
- Она должна допускать автоматическую проверку по формальным признакам: в частности, проверку корректности использования элементов модели, логики их связей, полноты модели.
- Она должна обеспечивать возможность электронного обмена моделями и диаграммами (а не только "картинками") между различными инструментальными средствами моделирования (а, следовательно, и между людьми), а также передачу их в Систему.
- Она должна быть достаточно полной и строгой для автоматизированного *исполнения* соответствующего бизнес-процесса (проигрывания его сценариев) как для целей тестирования (с использованием тестовых исходных данных, внешних событий и т.п.), так и для реального использования, т.е. для "промышленной эксплуатации" описаний бизнес-процессов в Системе.
- Иметь обратную связь от Системы: при внесении в Систему изменений (в т.ч. уточнений), они должны автоматически отражаться в модели. В результате, кардинально меняется назначение модели и жизненный цикл её использования: она продолжает «жить» и после завершения (активного этапа) разработки Системы.

Без обратной связи от Системы модель постепенно отстает от того, что работает в Системе на самом деле, и поэтому модель "умирает": становится неактуальной, а потому - ненужной. На синхронное внесение в модель тех изменений, которые вносятся в работающую Систему по требованию Клиента (и, возможно, самим Клиентом), обычно нет ресурсов. И даже в том случае,

если такие изменения вносятся, они могут содержать ошибки, быть неполными и т.п. как следствие любых ручных операций.

И наоборот: наличие обратной связи от Системы к её модели замыкает контур управления Системой, делает реальностью циклическую разработку (round - trip engineering), которая сейчас является необходимым элементом любой серьёзной среды разработки автоматизированных систем.

Достоинство модели бизнес-процессов по сравнению с "моделями компонентов Системы" (к которым нас приучил язык UML) в том, что модель бизнес-процессов создаётся на другом, более высоком, уровне абстракции и позволяет бизнес-аналитикам и клиентам непосредственно участвовать в развитии Системы во время её промышленной эксплуатации, работая в команде на своём уровне понимания: на бизнес-уровне Системы. Т.е. в данном случае для внесения в Систему достаточно большой группы изменений: тех изменений, которые относятся к уровню бизнеса и его логики, - Клиенту уже не нужно самому быть программистом или использовать программиста в качестве переводчика его мыслей на язык машины (и наоборот: с языка машины на язык бизнеса).

Начинаем выбирать диаграммы

Наше желание использовать для описания бизнес-процессов диаграммы, одинаково понимаемые различными людьми, заставляет нас выбирать из небольшого числа общеизвестных диаграмм, в частности: IDEF, EPC (eEPC), диаграмм деятельности UML и диаграмм BPD, определённых спецификацией BPMN.

При всём моём уважении к интеллектуальному наследию, диаграммы **IDEF и EPC** - это продукты той эпохи, когда ещё не шла речь о непосредственном **исполнении** описаний бизнес-процессов Системой (аналогично тому, как компьютер исполняет текст программы). Я не хочу начинать полемику по поводу достоинств и недостатков этих и других достаточно традиционных нотаций: в данном случае решение отказаться от этих диаграмм мы принимаем, в первую очередь, потому, что эти диаграммы не предназначены для того, чтобы быть достаточно выразительными и точными для **исполнения** в Системе. Не потому, что Система - "тупая", а просто потому, что на диаграмме не всё необходимое указано, или указано неоднозначно.

Да, видя сегодняшний прогресс в области автоматизации исполнения бизнес-процессов, можно "доработать" любой тип диаграмм, добавив или уточнив всё необходимое. Можно написать некие "макросы" для экспорта описания бизнес-процесса в формат, понимаемый машиной... Но всё это будут наши собственные "заплатки", имеющие узкое применение и низкое качество.

Прошло то время, когда спецификации описания бизнес-процессов создавались для собственных нужд: сегодня такой роскоши (или такого убожества) не могут позволить себе даже IBM и Microsoft. Спецификации разрабатываются и открыто обсуждаются годами, причём этим уже не занимаются сами корпорации: для того, чтобы международное сообщество не похоронило эти "закрытые спецификации" только из-за их закрытости. Разработка глобальных спецификаций (открытых стандартов) - удел международных некоммерческих организаций (консорциумов), в которые входят представители всех заинтересованных сторон. В результате рождаются документы (толстые книжки), которые читают в основном методологи и разработчики инструментальных средств моделирования. Но как раз благодаря этим "толстым книжкам" мы имеем определённость и однозначность понимания диаграмм.

Например, как отмечают специалисты, работа по созданию модели eEPC, должна регламентироваться "Соглашением о моделировании", составляемым командой проекта до начала собственно моделирования. Без "Соглашения о моделировании" ценность созданной модели будет минимальна. Если у Вас возникнет вопрос: "как правильно изобразить на диаграмме eEPC то-то или то-то", то по-настоящему авторитетного ответа Вам не найти (если вообще Вы найдёте какой-либо ответ). В результате, Вы делаете модель так, как сами считаете правильным, и без Ваших комментариев модель становится, мягко говоря, малоценной.

Одно время я сам удивлялся: почему после того, как команда профессионалов описала процессы и создала диаграммы, по ним невозможно реализоватьирующую Систему, а

необходимо повторно обходить всех "носителей знаний" о бизнес-процессах и создавать "другое описание бизнес-процессов" для того, чтобы реализовать Систему. Причина проста: это свойство самой нотации, в данном случае, eEPC. Диаграмма eEPC - это не описание того, как работает бизнес-процесс, а декларация того, что будет происходить, кто участвует в процессе и т.п. Я не говорю, что это не нужно. Более того: при описании нетривиальных бизнес-процессов необходимо создавать дополнительные документы. Например, не обойтись без тезауруса (словаря) предметной области; может быть необходимо описание (в том числе, в виде диаграмм) структуры организаций, участвующих в бизнес-процессах и т.п. - В данном случае я просто констатирую факт "недостаточности" диаграмм eEPC.

Диаграммы деятельности (activity diagrams) UML тоже используются для описания бизнес-процессов. Хотя в самой спецификации UML диаграммы деятельности не оперируют понятиями бизнеса, для описания бизнес-процессов энтузиасты придумали специальные расширения к этой спецификации, называемые "профилями". Профили, по сути, являются теми же "соглашениями о моделировании", о которых мы говорили выше, со всеми их недостатками. Дополнительно о том, почему мы не выбираем диаграммы деятельности UML, см. ниже в разделе "OMG о графической нотации моделирования бизнес-процессов".

BPMN (Business Process Modeling Notation) - спецификация, содержащая графическую нотацию описания бизнес-процессов на диаграммах, называемых BPD (Business Process Diagram, что дословно переводится просто как "диаграмма бизнес-процессов"). Эта спецификация разработана организацией Business Process Management Initiative (BPMI) в 2001-2004 годах с учётом множества ранее существовавших диаграмм (в т.ч. всех, упомянутых выше). Основной целью данной разработки было получение нотации, легко понимаемой всеми пользователями: от бизнес-аналитика, создающего первые наброски описаний процессов, к техническим специалистам, отвечающим за реализацию этих процессов в Системе, и, наконец, до людей бизнеса, которые управляют этими процессами и контролируют их работу.

3. Создание бизнес-диаграмм

BPMN (англ. *Business Process Model and Notation, нотация и модель бизнес-процессов*) — система условных обозначений (нотация) для моделирования бизнес-процессов. Разработана Business Process Management Initiative (BPMI) и поддерживается Object Management Group, после слияния организаций в 2005 году. Предыдущая версия BPMN — 1.2; последняя версия — 2.0.

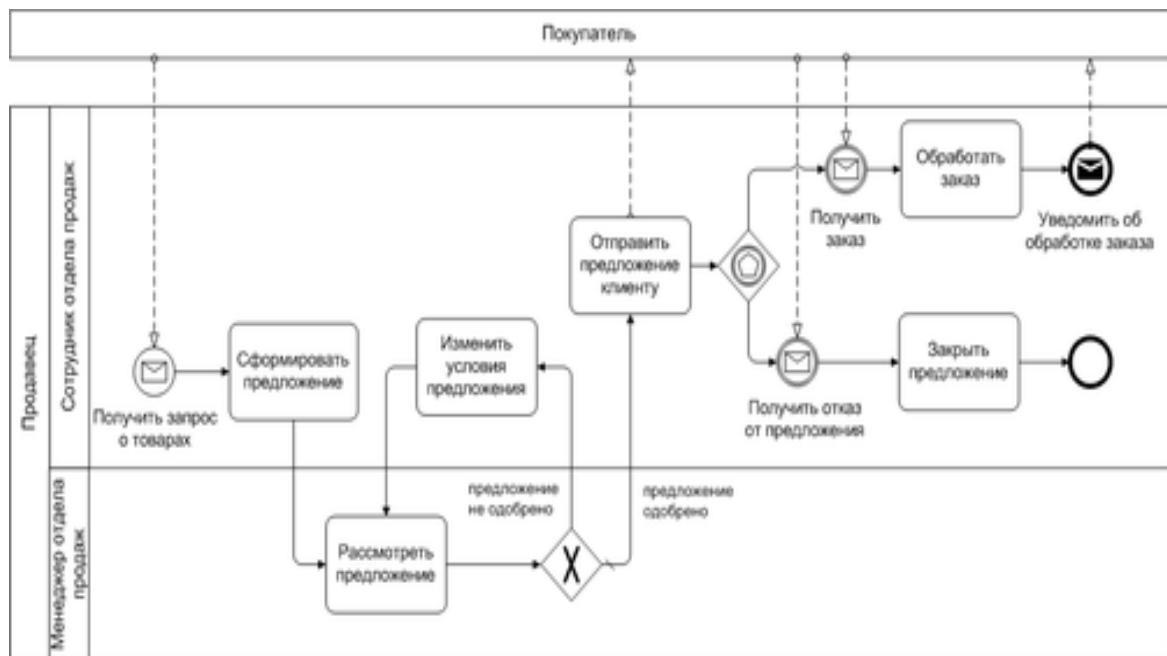


Рисунок 4 - Пример моделирования бизнес процесса в нотации BPMN 1.1: Обработка запроса о товарах

Описание

Спецификация BPMN описывает условные обозначения для отображения бизнес-процессов в виде диаграмм бизнес-процессов. BPMN ориентирована как на технических специалистов, так и на бизнес-пользователей. Для этого язык использует базовый набор интуитивно понятных элементов, которые позволяют определять сложные семантические конструкции. Кроме того, спецификация BPMN определяет, как диаграммы, описывающие бизнес-процесс, могут быть трансформированы в исполняемые модели на языке BPEL. Спецификация BPMN 2.0 также является исполняемой и переносимой (то есть процесс, нарисованный в одном редакторе от одного производителя может быть выполнен на движке бизнес-процессов совершенно другого производителя, при условии если они поддерживают BPMN 2.0).

Основная цель BPMN — создание стандартного набора условных обозначений, понятных всем бизнес-пользователям. Бизнес-пользователи включают в себя бизнес-аналитиков, создающих и улучшающих процессы, технических разработчиков, ответственных за реализацию процессов и менеджеров, следящих за процессами и управляющих ими. Следовательно, BPMN призвана служить связующим звеном между фазой дизайна бизнес-процесса и фазой его реализации.

В настоящий момент существует несколько конкурирующих стандартов для моделирования бизнес-процессов. Распространение BPMN поможет унифицировать способы представления базовых концепций бизнес-процессов (например, открытые и частные бизнес-процессы, хореографии), а также более сложные концепции (например, обработка исключительных ситуаций, компенсация транзакций).

Область применения

BPMN поддерживает лишь набор концепций, необходимых для моделирования бизнес-процессов. Моделирование иных аспектов, помимо бизнес-процессов, находится вне зоны внимания BPMN. Например, моделирование следующих аспектов не описывается в BPMN:

- Модель данных
- Организационная структура

Несмотря на то что BPMN позволяет моделировать потоки данных и потоки сообщений, а также ассоциировать данные с действиями, она не является схемой информационных потоков.

Главная цель разработки BPMN — создание простой и доступной нотации для бизнес-аналитиков. Также необходимо отметить, что существуют потенциально противоречавшие требования о том, что BPMN предоставляет возможность изображать сложные бизнес-процессы и находить соответствующие им элементы языка исполнения моделирования бизнес-процессов (BPM). Для того, чтобы разобраться в том, каким образом BPMN удовлетворяет вышеизложенным требованиям, необходимо обратить внимание на классификацию графических элементов BPMN.

Первая группа содержит набор основных графических элементов BPMN, удовлетворяющих требованиям простой графической нотации (simple notation). Входящие в данную группу графические элементы определяют наглядность и восприятие BPMN.

Большинство бизнес-процессов моделируются с использованием элементов только этой группы. Вторая группа содержит полный перечень элементов BPMN, включающий также основные элементы, что позволяет удовлетворять требованиям комплексной графической нотации (powerful notation) и управлять более сложными ситуациями моделирования.

Графические элементы нотации поддерживаются атрибутами для хранения метаинформации объектов, необходимой для установления соответствия с языком исполнения или для других целей моделирования бизнес-процессов.

Перечень основных графических элементов диаграмм бизнес-процессов (BPD)

Важно отметить, что одной из причин создания BPMN явилась необходимость построения простого механизма для проектирования как простых, так и сложных моделей бизнес-процессов. Для удовлетворения двух этих противоречавших требований был применен подход систематизации графических элементов нотации по категориям. Результатом явился небольшой перечень категорий нотаций, позволивший людям, работающим с диаграммами

БPMN, без труда распознавать основные типы элементов и осуществлять корректное чтение схем. Основные категории элементов допускают внутренние вариации, а также добавление информации для удовлетворения требований сложности без внесения значительных изменений в общую структуру диаграммы для легкости её понимания.

Существуют четыре основные категории элементов:

- Элементы потока (Flow Objects);
- Соединяющие элементы (Connecting Objects);
- Зоны ответственности (Swimlanes);
- Артефакты (Artifacts).

Элементы потока являются важнейшими графическими элементами, определяющими ход бизнес-процесса. Элементы потока, в свою очередь, делятся на:

- События (Events);
- Действия (Activities);
- Шлюзы (Gateways).

Выделяют три вида соединяющих Элемента потока, связывающих друг с другом и с другими элементами:

- Поток операций (Sequence Flow);
- Поток сообщений (Message Flow);
- Ассоциация (Association).

Существуют два способа группировки основных элементов моделирования с помощью Зон ответственности:

- Группировка с помощью Пула (Pool);
- Группировка с помощью Дорожки (Lane).

Артефакты используются для добавления дополнительной информации о Процессе. Выделяют три типовых Артефакта, что, однако, не запрещает разработчикам моделей бизнес-процессов либо программам моделирования добавлять необходимое количество Артефактов. Для широкого круга пользователей, а также для вертикальных рынков существует возможность стандартизации более полного перечня Артефактов. Таким образом, текущий перечень Артефактов включает в себя следующие элементы:

- Объект данных (Data object);
- Группа (Gruop);
- Аннотация (Annotation).

Элементы

Моделирование в BPMN осуществляется посредством диаграмм с небольшим числом графических элементов. Это помогает пользователям быстро понимать логику процесса. Выделяют четыре основные категории элементов:

- Объекты потока управления: события, действия и логические операторы
- Соединяющие объекты: поток управления, поток сообщений и ассоциации
- Роли: пулы и дорожки
- Артефакты: данные, группы и текстовые аннотации.

Элементы этих четырёх категорий позволяют строить простейшие диаграммы бизнес-процессов. Для повышения выразительности модели спецификация разрешает создавать новые типы объектов потока управления и артефактов.

Объекты потока управления

Объекты потока управления разделяются на три основных типа: события (events), действия (activities) и логические операторы (gateways).

	Начальные	Промежуточные	Завершающие
	Обработка		Генерация
Простое			
Сообщение			
Таймер			
Ошибка			
Отмена			
Компенсация			
Условие			
Сигнал			
Составное			
Ссылка			
Останов			

Рисунок 5 - Типы событий в BPMN 1.1

События

изображаются окружностью и означают какое-либо происшествие в мире. События инициируют действия или являются их результатами. Согласно расположению в процессе события могут быть классифицированы на начальные (start), промежуточные (intermediate) и завершающие (end). Начиная с BPMN 1.1 различают события обработки и генерации. Ниже представлена категоризация событий по типам.

- Простые события (plain events) это нетипизированные события, использующиеся, чаще всего, для того, чтобы показать начало или окончание процесса.
- События-сообщения (message events) показывают получение и отправку сообщений в ходе выполнения процесса.
- События-таймеры (timer events) моделируют события, регулярно происходящие во времени. Также позволяют моделировать моменты времени, периоды и таймауты.
- События-ошибки (error events) позволяют смоделировать генерацию и обработку ошибок в процессе. Ошибки могут иметь различные типы.
- События-отмены (cancel events) инициируют или реагируют на отмену транзакции.
- События-компенсации (compensation events) инициируют компенсацию или выполняют действия по компенсации.
- События-условия (conditional events) позволяют интегрировать бизнес правила в процесс.
- События-сигналы (signal events) рассылают и принимают сигналы между несколькими процессами. Один сигнал может обрабатываться несколькими получателями. Таким

образом, события-сигналы позволяют реализовать широковещательную рассылку сообщений.

- Составные события (multiple events) моделирует генерацию и моделирование одного события из множества.
- События-ссылки (link events) используются как межстраничные соединения. Пара соответствующих ссылок эквивалентна потоку управления.
- События-остановы (terminate events) приводят к немедленному завершению всего бизнес процессса (во всей диаграмме).

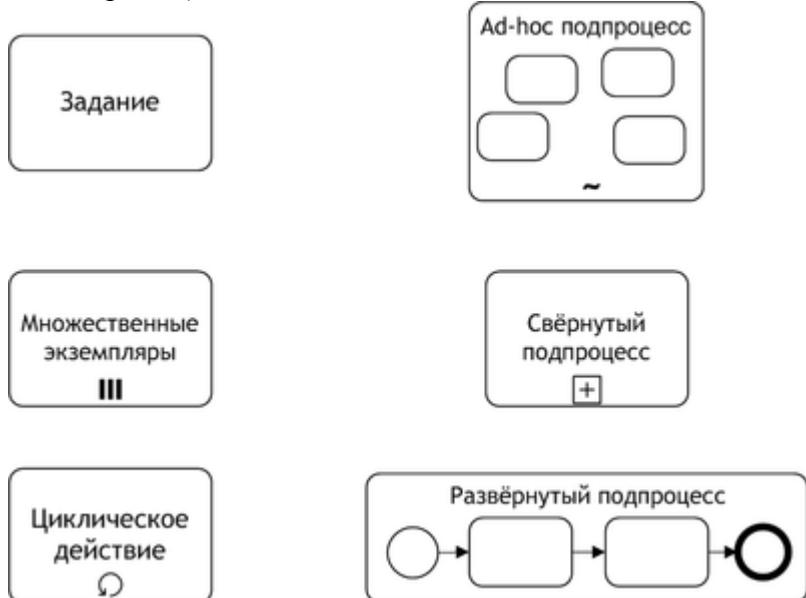


Рисунок 6 - Типы действий в BPMN 1.1

Действия

изображаются прямоугольниками со скругленными углами. Среди действий различают задания и подпроцессы. Графическое изображение свёрнутого подпроцесса снабжено знаком плюс у нижней границы прямоугольника.

- Задание (англ. *task*) — это единица работы, элементарное действие в процессе.
- Множественные экземпляры (англ. *multiple instances*) действия показывают, что одно действие выполняется многократно, по одному разу для каждого объекта. Например, для каждого объекта в заказе клиента выполняется один экземпляр действия. Экземпляры действия могут выполняться параллельно или последовательно.
- Циклическое действие (англ. *loop activity*) выполняется, пока условие цикла верно. Условие цикла может проверяться до или после выполнения действия.
- Свёрнутый подпроцесс (англ. *collapsed subprocess*) является сложным действием и содержит внутри себя правильную диаграмму бизнес-процессов.
- Развёрнутый подпроцесс (англ. *expanded subprocess*) также является составным действием, но скрывает детали реализации процессса.
- Ad-hoc-подпроцесс (англ. *ad-hoc subprocess*) содержит задания. Задания выполняются до тех пор, пока не выполнено условие завершения подпроцессса.

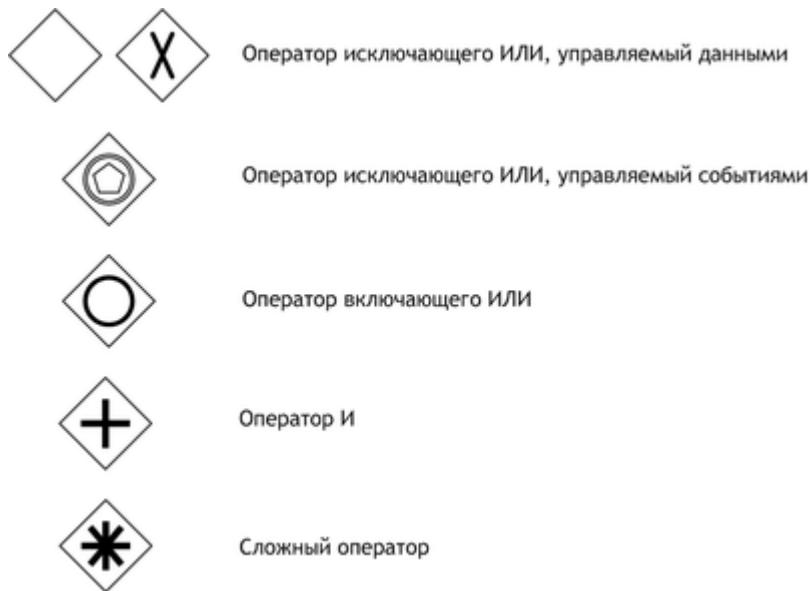


Рисунок 7 - Типы логических операторов в BPMN 1.1

Логические операторы

изображаются ромбами и представляют точки принятия решений в процессе. С помощью логических операторов организуется ветвление и синхронизация потоков управления в модели процесса.

- Оператор исключающего «или», управляемый данными (англ. *data-based exclusive gateway*). Если оператор используется для ветвления, то поток управления направляется лишь по одной исходящей ветви. Если оператор используется для синхронизации, то он ожидает завершения выполнения одной входящей ветви и активирует выходной поток.
- Оператор исключающего «или», управляемый событиями (англ. *event-based exclusive gateway*) направляет поток управления лишь по той исходящей ветви, на которой первой произошло событие. После оператора данного типа могут следовать только события или действия-обработчики сообщений.
- Оператор включающего «или» (англ. *inclusive gateway*) активирует одну или более исходящих ветвей, в случае, когда осуществляется ветвление. Если оператор используется для синхронизации, то он ожидает завершения выполнения одной входящей ветви и активирует выходной поток.
- Оператор «и» (англ. *parallel gateway*), использующийся для ветвления, разделяет один поток управления на несколько параллельных. При этом все исходящие ветви активируются одновременно. Если оператор используется для синхронизации, то он ожидает завершения выполнения всех входящих ветвей и лишь затем активирует выходной поток.
- Сложный оператор (англ. *complex gateway*) имеет несколько условий, в зависимости от выполнения которых активируются исходящие ветви. Оператор затрудняет понимание диаграммы, так как условия, определяющие семантику оператора, графически не выражены на диаграмме. Вследствие этого использование оператора нежелательно.

Соединяющие объекты

Объекты потока управления связаны друг с другом соединяющими объектами. Существует три вида соединяющих объектов: потоки управления, потоки сообщений и ассоциации.

→ Поток управления



Рисунок 8 - Типы потоков управления в BPMN 1.1

Поток управления

изображается сплошной линией, оканчивающейся закрашенной стрелкой. Поток управления задаёт порядок выполнения действий. Если линия потока управления перечеркнута диагональной чертой со стороны узла из которого она исходит, то она обозначает поток, выполняемый по умолчанию.

○—→ Поток сообщений

Рисунок 9 - Поток сообщений в BPMN 1.1

Поток сообщений

изображается штриховой линией, оканчивающейся открытой стрелкой. Поток сообщений показывает какими сообщениями обмениваются участники.

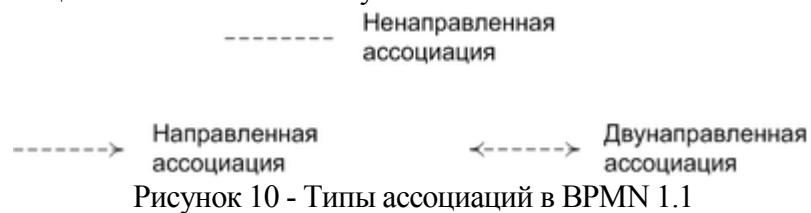


Рисунок 10 - Типы ассоциаций в BPMN 1.1

Ассоциации

изображаются пунктирной линией, заканчивающейся стрелкой. Ассоциации используются для ассоциирования артефактов, данных или текстовых аннотаций с объектами потока управления.

Роли

Роли — визуальный механизм организации различных действий в категории со сходной функциональностью. Существует два типа ролей:



Рисунок 11 - Типы ролей в BPMN 1.1

Пулы

изображаются прямоугольником, который содержит несколько объектов потока управления, соединяющих объекты и артефакты.

Дорожки

представляют собой часть пула. Дорожки позволяют организовать объекты потока управления, связывающие объекты и артефакты.

Артефакты

Артефакты позволяют разработчикам отображать дополнительную информацию в диаграмме. Это делает диаграмму более удобочитаемой и насыщенной информацией. Существуют три предопределённых вида артефактов:

Данные

показывают читателю какие данные необходимы действиям для выполнения и какие данные действия производят.

Группа

изображается прямоугольником с закругленными углами, граница которого — штриховая линия. Группа позволяет объединять различные действия, но не влияет на поток управления в диаграмме.

Текстовые аннотации

используются для уточнения значения элементов диаграммы и повышения её информативности.



Данные



Группа



Текстовая аннотация

1. 4 Лекция №4 (1 час).

Тема: «Основы проектирования баз данных. Использование программы MS Access»

1.4.1 Вопросы лекции:

- 1.Основные понятия баз данных
- 2.Основы проектирования баз данных
- 3.Реляционный подход к организации данных в базах данных
- 4.Microsoft Office Access

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные понятия баз данных.

Электронные картотеки на материальных носителях, в которых данные структурированы таким образом, чтобы их могли использовать различные пользователи и программы, носят название Баз данных (БД). Комплекс программных и языковых средств для создания баз данных, поддержания их в актуальном состоянии и организации поиска в них необходимой информации называется Системой управления базами данных (СУБД).

По технологии обработки данных БД подразделяются на централизованные и распределенные.

Централизованная БД хранится в памяти одной вычислительной системы. Если эта вычислительная система является компонентом сети ЭВМ, возможен распределенный доступ (сетевой) к такой базе. Такой способ использования БД часто применяют в локальных сетях ПК.

Распределенная БД состоит из нескольких, иногда пересекающихся или дублирующих друг друга частей, которые хранятся в памяти различных ЭВМ вычислительной сети. Работа с такой базой осуществляется с помощью Системы управления распределенной БД (СУРБД).

По способу доступа к данным БД разделяются на БД с локальным доступом и БД с сетевым (удаленным) доступом. Системы централизованных БД с сетевым доступом предполагают две основные архитектуры: Файл-сервер, Клиент-сервер.

Архитектура Файл-сервер предполагает выделение одной из машин сети в качестве центральной (сервер файлов), на которой хранится совместно используемая централизованная БД. Остальные машины сети выполняют роль рабочих станций. Файлы БД по запросам пользователей передаются по сети на рабочие станции, где производится в основном обработка данных. Пользователи могут создавать на рабочих станциях локальные БД и пользоваться ими самостоятельно.

Архитектура Клиент-сервер предусматривает, что помимо хранения централизованной БД сервер базы данных должен обеспечивать выполнение основного объема обработки данных. По запросу клиента с рабочей станции система выполняет поиск и извлечение данных на сервере. Извлеченные данные (но не файлы) передаются по сети от сервера к клиенту.

При выборе СУБД для обработки БД к ним предъявляются следующие требования:

1. Непротиворечивость данных. Не должно возникнуть такой ситуации, когда заказывается отсутствующий на складе товар или в результате ошибки ввода информация о покупателе в заказе не соответствует данным картотеки покупателей. Такое требование называется требованием целостности. Целостность базы данных подразумевает систему правил, используемых в СУБД, для поддержания полной, непротиворечивой, и адекватно отражающей предметную область информации, обеспечивает защиту от случайного удаления или изменения данных в связанных таблицах. Целостность данных должна обеспечиваться независимо от того, каким образом данные заносятся в память (в интерактивном режиме, посредством импорта или с помощью специальной программы). С требованием целостности данных связано понятие транзакции. Транзакция – последовательность операций над БД, рассматриваемых как единое целое (то есть или все или ничего). Например, при оформлении заказа на определенный товар нужно выполнить такие операции: регистрацию заказа на определенное количество товара и уменьшение количества данного товара на складе. Если на любом этапе изменения данных произойдет сбой, то целостность БД будет нарушена. Для исключения подобных нарушений вводится транзакция – операция «Оформление заказа», которая либо производит над БД все необходимые действия (товар продан, уменьшен его запас на складе), либо возвращает БД к исходному состоянию (товар не продан, его количество на складе не изменилось).

2. Актуальность данных. В любой момент времени информация БД должна быть современной и востребованной.

3. Многоаспектное использование данных. Возможность поступления информации в единую БД из различных источников и возможность ее использования любым отделом предприятия в соответствии с правами доступа и функциями.

4. Возможность модификации системы – возможность ее расширения и изменения данных, а также дополнение новыми функциями без ущерба для системы в целом.

5. Надежность и безопасность – целостность БД не должна нарушаться при технических сбоях. Средства обеспечения безопасности данных должны обеспечивать выполнение следующих операций: шифрование прикладных программ, шифрование данных, защиту паролем, ограничение уровня доступа.

6. Скорость доступа – обеспечение быстрого доступа к требуемой информации.

7. Импорт – экспорт данных – возможность обмена данными с другими программными средствами.

СУБД осуществляют взаимодействие между БД и пользователями системы, а также между БД и прикладными программами, выполняющими определенные функции обработки данных. К основным функциям СУБД относятся:

- Надежное хранение больших объемов данных сложной структуры во внешней памяти вычислительной системы.
- Непосредственное управление данными во внешней и оперативной памяти и обеспечение эффективного доступа к ним в процессе решения задач.
- Поддержание целостности данных и управление транзакциями.
- Обеспечение восстановления БД после технического и программного сбоя.
- Поддержка языка описания данных и языка запросов.
- Обеспечение безопасности данных.
- Обеспечение параллельного доступа к данным нескольких пользователей.

2. Основы проектирования баз данных.

В разработке ИС самым важным процессом является разработка проекта ее базы данных, так как допущенные на этом этапе ошибки в дальнейшем практически невозможно или очень сложно устранить. Проектирование базы данных заключается в ее многоступенчатом описании. Трем основным уровням моделирования системы – концептуальному, логическому и физическому соответствуют три последовательных этапа описания объектов БД и их взаимосвязей. В процессе проектирования БД производится описание информации предметной области, разработка, уточнение и оптимизация структуры БД с различной степенью детализации и формализации на разных этапах.

Проектирование начинается с описания предметной области и задач ИС, идет к более абстрактному уровню логического описания данных и далее – к схеме физической (внутренней) модели БД.

На первом концептуальном этапе проектирования разрабатывается Концептуальная модель БД (от слова концепция – основное содержание), в которой на естественном языке с помощью диаграмм и других средств описываются моделируемые объекты предметной области, их свойства и взаимосвязи. Таким образом, на этом этапе выделяется и описывается информация, которая должна быть представлена в БД. Затем выбирается СУБД для реализации БД. Определяющими факторами при выборе СУБД являются вид программного продукта, категория пользователей (профессиональные программисты или конечные пользователи), простота использования, уровень коммуникационных средств (для использования в сетях), стоимость. Концептуальная модель не зависит от конкретной выбранной СУБД и является основой для построения логической модели БД. Каждая СУБД работает с определенной моделью данных, под которой понимается способ взаимосвязи данных между собой: в виде иерархического дерева (иерархическая модель), сложной сетевой структуры (сетевая модель) или связанных таблиц. Большинство современных СУБД используют табличную модель данных, называемую реляционной.

На этапе логического проектирования выполняется преобразование данных концептуальной модели в логическую модель в рамках той модели данных, которую поддерживает выбранная СУБД (разрабатывается логическая структура БД). Логическая модель отражает информационное содержание и является основой для всех пользователей ИС (информационно-логическая модель БД). Она описывает всю БД как единое целое, не зависит от конкретной СУБД и может быть реализована на любой СУБД реляционного типа. Так как пользователи различаются по классу решаемых ими задач, то их делят на группы по правам доступа к определенным частям БД. Отдельное логическое представление данных для каждого пользователя называется внешней моделью данных или пользовательским представлением.

На этапе физического проектирования разрабатывается физическая модель БД, производится выбор рациональной структуры хранения данных и методов доступа к ним, разработка программ и приложений, которые обеспечивает выбранная СУБД. На этом этапе решаются вопросы эффективного выполнения запросов к БД. Физическая модель зависит от

конкретной выбранной СУБД и содержит информацию обо всех объектах БД (таблицах, процедурах, модулях, запросах и др.) и используемых типах данных. Одна и та же логическая модель может быть реализована в разных физических моделях. Физическое проектирование является начальным этапом реализации БД.

Эксплуатация БД начинается с заполнения БД реальными данными. На этом этапе требуется сопровождение БД – проведение контроля целостности данных, непротиворечивости, резервное копирование, архивирование. В процессе использования БД выявляются недоработки, происходит уточнение, изменение требований к БД, возможно, принимается решение о ее модификации.

Одной из наиболее простых и популярных ИС является система управления кадрами (персоналом). Процесс проектирования БД рассмотрим на примере разработки фрагмента такой ИС.

3. Реляционный подход к организации данных в БД.

Обычно произвольная структура (модель) данных для удобства работы с ней преобразовывается в совокупность простых двумерных таблиц. Такое представление является наиболее удобным и для пользователя и для вычислительных систем – большинство современных ИС основаны на работе с такими таблицами. БД, которые состоят из двумерных таблиц называются **реляционными** (от англ. Relation – отношение). В теории проектирования БД таблица с данными называется **отношением**. Теория реляционных БД – это сложная математическая дисциплина, основы которой разработал в 70х годах XX века исследователь Э. Кодд (США). Основная терминология БД зависит от уровня описания (теория или практика), конкретного класса СУБД, от категории пользователя. Основную терминологию БД можно свести в следующую таблицу.

Таблица 1.

Теория БД	Реляционные БД (практика)
Отношение (ИО)	Таблица
Кортеж	Строка (Запись)
Домен (Атрибут)	Столбец (Поле)

Примечание. В теории БД совместно с термином Атрибут часто употребляют термин Домен атрибута. Домен – это множество значений данного атрибута (например, Дата рождения – это атрибут, а множество значений даты рождения для всех студентов группы – домен атрибута).

Основные свойства реляционных БД:

- Любые совокупности данных представляются в виде двумерных массивов – таблиц:
- | Таб. номер | Фамилия | Имя | Отчество | Дата приема | Подразделение | Должность | Общий стаж | Зарплата |
|------------|---------|--------|--------------|-------------|------------------|-------------------------|------------|----------|
| 101 | Иванцев | Михаил | Петрович | 12/30/99 | отдел статистики | главный специалист | 25 | 25000.00 |
| 102 | Макаров | Сергей | Геннадьевич | 5/23/99 | отдел маркетинга | экономист | 9 | 7500.00 |
| 103 | Петрова | Анна | Владимировна | 5/23/05 | отдел статистики | специалист 1й категории | 15 | 10000.00 |
| 104 | Соколов | Андрей | Михайлович | 1/16/05 | отдел маркетинга | главный специалист | 21 | 25000.00 |
| 105 | Конаков | Олег | Викторович | 7/15/04 | отдел статистики | экономист | 10 | 7500.00 |
- Каждая таблица состоит из фиксированного числа столбцов и некоторого (переменного) числа строк.
 - Каждый столбец представляет конкретный атрибут (например, Табельный номер, Фамилия, Должность и др.). Столбцы таблицы называются полями. Для каждого поля определяются его характеристики:
 - уникальное имя поля;
 - тип поля (тип данных, хранящихся в этом поле);
 - размер, формат поля.
 - Описание полей, составляемое разработчиком, называется структурой или макетом таблицы.
 - Каждая строка таблицы называется записью. Система нумерует записи по порядку: 1,2,3,...n, где n – общее число записей в таблице на данный момент. Количество

записей в процессе эксплуатации БД может меняться (от 0 до миллионов). Количество полей и их характеристики можно изменить с помощью специальной операции изменения макета (структуры) таблицы.

- Одно и то же поле может входить в состав нескольких таблиц одновременно.

В реляционных БД связи между таблицами осуществляются посредством ключевых полей (**первичных ключей**). **Первичный ключ** – это поле, значение которого однозначно определяет строку таблицы (запись). Первичные ключи используются для идентификации строк в таблице, ускорения поиска записей в таблице, связывания таблиц. Первичный ключ может быть **простым** – содержащим значения одного какого-либо поля таблицы (например, Табельный номер) или **составным** – содержащим значения нескольких полей (например, Фамилия и Дата рождения). Каждое значение ключевого поля в пределах таблицы должно быть **的独特ным**, т.е. неповторяющимся. Указание первичного ключа – это единственный способ отличить один экземпляр объекта от другого (одну запись таблицы от другой). Обычно в качестве первичного ключа выбирается некоторый уникальный числовой идентификатор записи: *Код клиента*, *Код сотрудника*, *Код товара*, *Регистрационный номер*, *Табельный номер* и т.п. Для установления связи между двумя таблицами первичный ключ одной таблицы может добавляться в другую таблицу в качестве внешнего ключа.

Основной смысл реляционного подхода состоит в том, чтобы представить произвольную структуру данных в виде простой двумерной таблицы по правилам нормализации отношений. **Нормализация отношений** – это формальный аппарат правил и ограничений для формирования таблиц (отношений), который позволяет устраниć дублирование данных, обеспечивает непротиворечивость хранимых в базе данных, уменьшает трудозатраты на ведение БД (ввод и корректировку информации). При формировании таблицы, используя правила нормализации, следует стремиться к исключению из нее полей, которые не связаны непосредственно с первичным ключом таблицы. Например, в таблицу *Картотека* можно включить *Код сотрудника* (или его табельный номер), *Фамилию*, *Код подразделения*, связанного с сотрудником и т.п. Но *Адрес подразделения* включать нельзя – это атрибут не сотрудника, а подразделения. *Адрес подразделения* должен находиться в той таблице, где первичным ключом является *Название подразделения* или его *Код*.

Для повышения производительности реляционные СУБД используют специальные объекты, называемые **индексами**. **Индекс** упорядочен по значению ключевого поля, что позволяет системе быстро находить нужные значения. Фактически индексная структура является «оглавлением». Но индексирование замедляет обновление записей. В реляционных СУБД таблицы всегда индексируются по полю (полям) первичного ключа. Можно создавать дополнительные индексы для ускорения поиска и выполнения основных запросов. Например, предполагается осуществлять поиск информации в БД по Фамилии сотрудника, то нужно предварительно создать индекс (проводить индексирование таблицы) по полю *Фамилия*, который упорядочит записи в таблице по этому полю.

Одно из важнейших достоинств реляционных баз данных состоит в том, что можно хранить логически сгруппированные данные в разных таблицах и задавать **связи** между ними, объединяя их в единую базу. Для задания связи таблицы должны иметь поля с одинаковыми именами или хотя бы с одинаковыми форматами данных. Связь между таблицами устанавливает отношения между совпадающими значениями в этих полях. Такая организация данных позволяет уменьшать избыточность хранимых данных, упрощает их ввод и организацию запросов и отчетов.

В реляционных БД для указания взаимодействия между ИО (таблицами) используется три вида связей: **Один-ко-многим**, **Многие-ко-многим** и **Один-к-одному**.

Связь **Один-ко-многим** – наиболее часто используемый тип связи между таблицами. В такой связи каждой записи в таблице А может соответствовать несколько записей в таблице В, а запись в таблице В не может иметь более одной соответствующей ей записи в таблице А. Например, одному значению *должности* из таблицы *Должности сотрудников*

соответствует несколько записей из таблицы ***Картотека***, содержащей анкетные данные работников предприятия (несколько сотрудников могут работать в одной и той же должности), и наоборот, каждому сотруднику соответствует только одно значение должности.

При связи **Один-к-одному** запись в таблице А может иметь не более одной связанной записи в таблице В и наоборот. Этот тип связи используют не очень часто, поскольку такие данные могут быть помещены в одну таблицу. Связь с отношением **Один-к-одному** применяют для разделения очень широких таблиц, для отделения части таблицы в целях ее защиты, а также для сохранения сведений, относящихся к подмножеству записей в главной таблице. Например, если анкетные данные на сотрудника хранятся в таблице ***Картотека***, а значение его выработки – в другой таблице ***Выработка***, то между этими таблицами устанавливается связь один-к-одному.

При связи **Многие-ко-многим** одной записи в таблице А может соответствовать несколько записей в таблице В, а одной записи в таблице В – несколько записей в таблице А. Такая схема реализуется только с помощью третьей (связующей) таблицы, ключ которой состоит по крайней мере из двух полей, одно из которых является общим с таблицей А, а другое – общим с таблицей В.

При проектировании реляционных таблиц рекомендуется придерживаться следующих правил:

- определить в таблице поле первичного ключа – убедиться, что записей с одинаковым значением ключа в таблице не будет;
- если первичный ключ не просматривается (его трудно определить), подумать, правильно ли подобран состав полей таблицы;
- если первичный ключ определен верно, к нему можно добавлять любые атрибуты, непосредственно зависящие от ключа;
- если при просмотре подготовленной БД обнаруживается в двух таблицах одноименное поле, которое не является первичным ключом ни в одной из этих таблиц, – это ошибка нормализации. Система не сможет контролировать согласованность таких полей.

Достоинства реляционной модели данных:

- Простота и доступность для понимания конечным пользователем.
- При проектировании реляционных БД применяются строгие правила, основанные на математическом аппарате.
- Независимость данных – при изменении структуры БД изменения, вносимые в прикладные программы, минимальны.
- Для построения запросов и написания прикладных программ нет необходимости знания конкретной организации БД во внешней памяти.

Недостатки реляционной модели.

- Реляционная модель БД имеет более низкую скорость доступа к данным по сравнению с другими моделями и требует большого объема внешней памяти вычислительной системы.
- Если в результате логического проектирования БД получается большое количество таблиц, то это затрудняет понимание структуры данных.
- Не всегда предметную область можно представить в виде набора таблиц.

4. Microsoft Office Access

Microsoft Office Access или просто Microsoft Access — реляционная СУБД корпорации Microsoft. Имеет широкий спектр функций, включая связанные запросы, связь с внешними таблицами и базами данных. Благодаря встроенному языку VBA, в самом Access можно писать приложения, работающие с базами данных.

Состав программного продукта

Основные компоненты MS Access:

-построитель таблиц;

- построитель экранных форм;
- построитель SQL-запросов (язык SQL в MS Access не соответствует стандарту ANSI);
- построитель отчётов, выводимых на печать.

Они могут вызывать скрипты на языке VBA, поэтому MS Access позволяет разрабатывать приложения и БД практически «с нуля» или написать оболочку для внешней БД.

MS Access является файл-серверной СУБД и потому применима лишь к маленьким приложениям. Отсутствует ряд механизмов, необходимых в многопользовательских БД, таких, например, как триггеры.

Существенно расширяет возможности MS Access по написанию приложений механизм связи с различными внешними СУБД: "связанные таблицы" (связь с таблицей СУБД) и "запросы к серверу" (запрос на диалекте SQL, который "понимает" СУБД). Также MS Access позволяет строить полноценные клиентсерверные приложения на СУБД MS SQL Server. При этом имеется возможность совместить с присущей MS Access простотой инструменты для управления БД и средства разработки.

Версии

- 1993 Access 2.0 для Windows (Office 4.3)
- 1995 Access 7 для Windows 95 (Office 95)
- 1997 Access 97 (Office 97)
- 1999 Access 2000 (Office 2000)
- 2001 Access 2002 (Office XP)
- 2003 Access 2003 (из комплекта программ Microsoft Office 2003)
- 2007 Microsoft Office Access 2007 (из комплекта программ Microsoft Office 2007)
- 2010 Microsoft Office Access 2010 (из комплекта программ Microsoft Office 2010)

1.5 Лекция №5 (1 час).

Тема: «Рынок современных программных продуктов»

1.5.1 Вопросы лекции:

1. Классификация автоматизированных информационных систем.
2. Современный рынок финансово-экономического прикладного программного обеспечения.
3. Системы и программы автоматизации на предприятиях торговли.
4. Особенности автоматизированных банковских систем.
5. Современные системы управления предприятием.

1.5.2 Краткое содержание вопросов:

1. Классификация автоматизированных информационных систем.

Предлагается использовать следующую классификацию систем и подсистем КИС. В зависимости от уровня обслуживания производственных процессов на предприятии сама КИС или его составная часть (подсистемы) могут быть отнесены к различным классам:

- **Класс А:** системы (подсистемы) управления технологическими объектами и/или процессами.
- **Класс В:** системы (подсистемы) подготовки и учета производственной деятельности предприятия.
- **Класс С:** системы (подсистемы) планирования и анализа производственной деятельности предприятия.

Системы (подсистемы) класса А - системы (подсистемы) контроля и управления технологическими объектами и/или процессами. Эти системы, как правило, характеризуются следующими свойствами:

- достаточно высоким уровнем автоматизации выполняемых функций;

- наличием явно выраженной функции контроля за текущим состоянием объекта управления;
- наличием контура обратной связи;
- объектами контроля и управления такой системы выступают:
 - технологическое оборудование;
 - датчики;
 - исполнительные устройства и механизмы.
- малым времененным интервалом обработки данных (т.е. интервалом времени между получением данных о текущем состоянии объекта управления и выдачей управляющего воздействия на него);
- слабой (несущественной) временной зависимостью (корреляцией) между динамически изменяющимися состояниями объектов управления и системы (подсистемы) управления.

В качестве классических примеров систем класса А можно считать:

- SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерский контроль и накопление данных);
- DCS - Distributed Control Systems (распределенные системы управления);
- Batch Control - системы последовательного управления;
- АСУ ТП - Автоматизированные Системы Управления Технологическими Процессами.

Системы класса В - это системы (подсистемы) подготовки и учета производственной деятельности предприятия. Системы класса В предназначены для выполнения класса задач, требующих непосредственного участия человека для принятия оперативных (тактических) решений, оказывающих влияние на ограниченный круг видов деятельности или небольшой период работы предприятия.

В некотором смысле к таким системам принято относить те, которые находятся на уровне технологического процесса, но с технологией напрямую не связаны.

В перечень основных функций систем (подсистем) данного класса можно включить:

- выполнение учетных задач, возникающих в деятельности предприятия;
- сбор, предварительную подготовку данных, поступающих в КИС из систем класса А, и их передачу в системы класса С;
- подготовку данных и заданий для автоматического исполнения задач системами класса А.

С учетом прикладных функций этот список можно продолжить следующими пунктами:

- управление производственными и человеческими ресурсами в рамках принятого технологического процесса;
- планирование и контроль последовательности операций единого технологического процесса;
- управление качеством продукции;
- управление хранением исходных материалов и произведенной продукции по технологическим подразделениям;
- управление техническим обслуживанием и ремонтом.

Эти системы, как правило, имеют следующие характерные признаки и свойства:

- наличие взаимодействия с управляющим субъектом (персоналом), при выполнении стоящих перед ними задач;
- интерактивность обработки информации;
- небольшой длительностью обработки данных, колеблющейся от нескольких минут до нескольких часов или суток;
- наличием существенных временной и параметрической зависимостей (корреляций) между обрабатываемыми данными;

- система оказывает влияние на ограниченный круг работ и видов деятельности предприятия;
 - система оказывает влияние на небольшой период работы предприятия (в пределах от месяца до полугода);
 - наличием сопряжения с системами класса А и/или С.
- Классическими примерами систем класса В можно считать:
- MES - Manufacturing Execution Systems (системы управления производством);
 - MRP - Material Requirements Planning (системы планирования потребностей в материалах);
 - MRP II - Manufacturing Resource Planning (системы планирования ресурсов производства);
 - CRP - C Resource Planning (система планирования производственных мощностей);
 - CAD - Computing Aided Design (автоматизированные системы проектирования - САПР);
 - CAM - Computing Aided Manufacturing (автоматизированные системы поддержки производства);
 - CAE - Computing Aided Engineering (автоматизированные системы инженерного проектирования - САПР);
 - PDM - Product Data Management (автоматизированные системы управления данными);
 - SRM - Customer Relationship Management (системы управления взаимоотношениями с клиентами);
 - всевозможные учетные системы и т.п.

Одна из причин возникновения подобных систем - необходимость выделить отдельные задачи управления на уровне технологического подразделения предприятия.

Системы класса С - это системы (подсистемы) планирования и анализа производственной деятельности предприятия. Системы класса С предназначены для выполнения класса задач, требующих непосредственного участия человека для принятия стратегических решений, оказывающих влияние на деятельность предприятия в целом.

- В круг задач решаемых системами (подсистемами) данного класса можно включить:
- анализ деятельности предприятия на основе данных и информации, поступающей из систем класса В;
 - планирование деятельности предприятия;
 - регулирование глобальных параметров работы предприятия;
 - планирование и распределение ресурсов предприятия;
 - подготовку производственных заданий и контроль их исполнения.
 - наличие взаимодействия с управляющим субъектом (персоналом), при выполнении стоящих перед ними задач;
 - интерактивность обработки информации;
 - повышенной длительностью обработки данных, колеблющейся от нескольких минут до нескольких часов или суток;
 - длительным периодом принятия управляющего решения;
 - наличием существенных временной и параметрической зависимостей (корреляций) между обрабатываемыми данными;
 - система оказывает влияние на деятельность предприятия в целом;
 - система оказывает влияние на значительный период работы предприятия (от полугода до нескольких лет);
 - наличием непосредственного сопряжения с системами класса В.

Классическими названиями системы класса В можно считать:

- ERP - Enterprise Resource Planning (Планирование Ресурсов Предприятия);
- IRP - Intelligent Resource Planning (системами интеллектуального планирования);
- АСУП;

·EIS.
(дискуссия)

2. Современный рынок финансово-экономического прикладного программного обеспечения.

Сегодняшний рынок финансово-экономического прикладного программного обеспечения формируется под воздействием трех основных факторов:

- постоянно растущих требований потребителей;
- конъюнктурного мировоззрения большинства разработчиков;
- неустойчивости нормативно-правовой среды.

Влияние этих факторов делает рынок разнообразным и неоднородным. Для решения задачи выбора ИС необходимо познакомиться с их классификацией. Все программы в области бухгалтерского учета и финансов условно можно разделить на:

1. Интегрированные финансовые системы (ИФС).
2. Бухгалтерский конструктор.
3. Бухгалтерский комплекс автоматизированных рабочих мест (АРМ).
4. Бухгалтерия-офис.
5. Эккаунт кутюр - индивидуально дорабатываемые и внедряемые системы на базе типового бухгалтерского ядра.
6. Отраслевые системы с бухгалтерским учетом, это бухгалтерский комплекс АРМ + специализированные отраслевые АРМы.
7. Финансово-аналитические системы.
8. Правовые системы и базы данных (ПБД).

Интегрированная финансовая система

Интегрированная финансовая система состоит из отдельных блоков – модулей учета. Степень интеграции системы характеризует принцип связи, как между отдельными модулями системы, так и с другими программными продуктами, работающими на предприятии.

Система считается интегрированной в случае, если существует двухсторонняя связь между всеми модулями системы.

Пример ИФС: “БЭСТ”, “Галактика”, “Парус” и другие.

Бухгалтерский конструктор

Под бухгалтерским конструктором понимается бухгалтерская система с расширенными инструментальными возможностями. Первичные возможности данного программного продукта достаточно ограничены. Например, выполнение в рамках бухгалтерского конструктора таких операций, как расчет износа основных средств, расчет заработной платы и т.п., практически невозможно осуществить без соответствующих настроек. Однако, овладев специальным языком, пользователь может самостоятельно научить программу выполнять любые расчеты, создавать отчеты и т.п.

Этот класс систем ориентирован на массовый тираж. В одной программе трудно учесть специфику учета нескольких бухгалтерий. Поэтому появились некие универсальные заготовки, из которых с помощью настроек создается программный продукт, подходящий для учета в любой фирме.

Данный класс программ лучше адаптирован к быстроменяющемуся законодательству.

Пример бухгалтерского конструктора: “1С: Бухгалтерия”, “Инотек”, “Quicken” и другие.

Бухгалтерский комплекс АРМ

Бухгалтерский комплекс подразумевает создание отдельных программ под каждый раздел учета с возможностью последующего агрегирования данных. Данный продукт является самой старой формой существования бухгалтерских программ на российских предприятиях. Для средних и крупных фирм она остается рациональной до сих пор.

Пример бухгалтерского комплекса АРМ: “МОНОЛИТ” и другие.

Бухгалтерия-офис

Под бухгалтерией - офис понимают систему автоматизированного управления предприятием. Программы данного класса называют "корпоративными системами управления финансами и бизнесом". Термин "корпоративный учет" является новым для российских предприятий. Известно, что учет на предприятии не сводится только к бухгалтерскому учету, построенному на двойной записи и проводках по корреспондирующими счетам. Существует еще и управленческий учет, формы которого определяются нуждами самого предприятия. Данный вид учета приближен к текущей деятельности фирмы и решает в первую очередь оперативные задачи.

Бухгалтерия - офис настроена, как правило, не только на бухгалтера, но и на руководителя, менеджера и других представителей управленческого звена. Огромное внимание в программах этого класса уделяется возможности эффективного управления предприятием и получению прибыли. При этом очень трудно определить, какой учет "первичнее" - бухгалтерский или оперативный.

Например, когда руководитель ставит задачу минимизации налога на прибыль, то для принятия правильных решений необходимо знать размер облагаемой прибыли по данным бухгалтерского учета. С другой стороны, для отражения в бухгалтерском учете величины товарных запасов требуются данные оперативного учета о поступлении, перемещении, выбытии товарных ценностей. Таким образом, бухгалтерский учет направлен на решение задач по обобщению показателей деятельности предприятия, тогда как оперативно - управленческий учет решает частные, ежедневные задачи. Оторвать одну форму учета от другой практически невозможно. Оба вида учета существуют совместно и образуют единый целостный учет, который и называется корпоративным.

Класс систем бухгалтерия - офис очень молод. В России предложение данных программных продуктов весьма ограничено западными разработками.

Пример систем для автоматизированного управления предприятием: "Baan", "R3", "Oracle", "People soft", "Navision", "Квестор" и другие.

Эккаунт кутюр

Системы данного класса индивидуально дорабатываются под конкретного заказчика с последующим внедрением на предприятии самим разработчиком. Данные программы предназначены для разборчивых и состоятельных пользователей. Круг пользователей программ класса "Эккаунт кутюр" очень узок. Это объясняется тем, что услуги по доработке и внедрению программ очень дороги, поэтому ошибка заказчика в выборе системы обходится весьма недешево.

Отраслевые системы с бухгалтерским учетом

Основой отраслевой системы с бухгалтерским учетом служит бухгалтерский комплекс АРМ, к которому присоединены специализированные отраслевые АРМы.

Сегодня наиболее известны следующие отраслевые системы: "Торговля", "Бюджетные организации", "Промышленность", "Строительство", "Аудит", "Банковские структуры", "Страхование" и другие.

Финансово-аналитические системы

Системы данной группы можно разделить на:

- системы анализа хозяйственной деятельности предприятия;
- системы для работы с инвестиционными проектами.

Пример финансово-аналитических систем: «Project Expert», «Budget management» и другие.

Правовые системы и базы данных (ПБД)

Под ПБД понимают системы для работы, хранения и регулярного обновления в компьютере сборников нормативных документов.

Пример ПБД: информационные базы данных "Гарант", "Кодекс", "Консультант Плюс" и другие.

(дискуссия)

3. Системы и программы автоматизации на предприятиях торговли. ERP - системы автоматизации торговли

Стабильный рост доходов предприятий торговли, о котором сегодня говорят многие аналитики, вызывает естественное оживление, как среди компаний, традиционно работающих в области автоматизации торговли, так и среди тех, кто обладает универсальными решениями. Среди последних необходимо особо выделить компании, занимающиеся внедрением информационных систем класса ERP.

ERP-система (Enterprise-wide Resource Planning) - интегрированная информационная система управления, позволяющая создать единую среду для автоматизации планирования, учёта, контроля, управления и анализа всех основных хозяйственных процессов предприятия, реализующая концепцию ERP.

В состав классической ERP-системы может входить следующий набор подсистем:

- производство;
- снабжение и сбыт;
- управление запасами;
- техобслуживание оборудования;
- послепродажное обслуживание произведенной продукции;
- кадры;
- научные исследования и конструкторские разработки;
- финансы.

В том или ином виде все функции, подлежащие автоматизации, присутствуют на любом торговом предприятии, будь это мини-маркет или национальная торговая сеть из нескольких сотен крупных магазинов.

На различных этапах жизненного цикла предприятия автоматизация этих функций имеет различный приоритет. По мере того, как предприятие развивается и набирает обороты, все новые функции требуют пристального внимания и контроля. Средства на автоматизацию выделяются лишь в тот момент, когда ее отсутствие начинает приносить реальные убытки. Приоритетными параметрами при выборе ПО и внедряющей организации является, соответственно, не функциональность и квалификация, а цена и стоимость внедрения.

В результате, когда предприятие (например, по итогам весьма успешной деятельности или благоприятной рыночной ситуации) стремительно переходит в разряд крупных, его информационная система оказывается к этому катастрофически не подготовлена.

Когда же руководство, наконец, осознает необходимость именно комплексной информационной системы, ее приходится внедрять «под давлением» и в предельно сжатые сроки. Такая практика, безусловно, сказывается и на стоимости, и на качестве внедрения.

Исторически первые ERP-системы разрабатывались для крупных и очень крупных предприятий, прежде всего -- производственных и дистрибуторских.

ERP -- это не столько программный комплекс, сколько методология эффективного планирования. Успех внедрения прямо зависит от того, насколько эта методология может быть реализована в рамках существующей структуры предприятия.

Одна из основных причин, побуждающих западные предприятия использовать ERP-системы, -- это возможность получить дополнительное преимущество перед конкурентами за счет снижения издержек, ускорения исполнения заказов и повышения управляемости бизнеса в целом.

Осложнения и затраты, связанные с внедрением ERP-систем, объясняют, почему большинство компаний склонны оттягивать внедрение комплексной информационной системы. Это в полной мере относится и к предприятиям торговли.

Оптовики первыми среди российских торговых предприятий ощутили потребность в системах класса ERP. Одним из первых в России, в 1995 году, к внедрению SAP R/3 приступило ОАО «Фармимэкс», занимающееся оптовой торговлей лекарственными препаратами. Основная причина для старта весьма дорогостоящего проекта -- «невозможность принятия своевременных управленческих решений вследствие ошибочной

информации в отчетах, расхождений в учете и отчетности, задержек при вводе и получении информации».

Что касается предприятий оптово-розничной торговли и розничных торговых сетей -- для них ключевым в отношении внедрения ERP стал 2000 год. Он вообще был весьма удачен для российских ритейлеров, и понятно, что их рост существенно ускорился. Тогда же стартовал проект внедрения SAP Retail в крупнейшей сети торговли электроникой «Эльдорадо». В январе 2001 г. началось внедрение Axarta в «Техносиле».

Стоит подчеркнуть, что почти все упомянутые компании ранее использовали информационные системы более низкого класса, однако на момент начала проектов эти системы стали для них просто-напросто малы. Вслед за «первыми ласточками» проекты по внедрению этих систем запустили еще несколько предприятий, столкнувшихся с теми же трудностями: необходимостью получения актуальной отчетности, задержками в оформлении заказов, простоями из-за скверного планирования, вызванного отсутствием необходимой информации, и невозможностью решения всех этих проблем с помощью имеющихся программ. Но получение конкурентных преимуществ, похоже, не вошло в список первоочередных задач.

В то же время рентабельность российских торговых предприятий достаточно высока, что дает им возможность развиваться в большей степени по экспансивному пути, когда повышение производительности труда и снижение издержек не являются главной задачей.

Почти все отечественные компании, лидирующие на рынке розничной торговли, либо уже запустили проекты внедрения ERP, либо имеют такие проекты в планах на ближайшее будущее.

Таким образом, из всех возможностей, предоставляемых ERP, наиболее привлекательной для лидеров российского рынка торговли была и остается возможность быстро принимать управленческие решения.

Но, кроме лидеров, существует множество предприятий поменьше (но по российским меркам - достаточно крупных), которые либо пользуются информационными системами иного класса, либо вообще обходятся набором специализированных программ для автоматизации отдельных участков работы. Планов на внедрение ERP либо нет, либо они принадлежат весьма отдаленному будущему. 66% не планирующих внедрять ERP вполне объяснимо - эта аббревиатура у многих компаний прочно ассоциируется со словами «дорого» и «долго».

В то же время компании этой группы, в отличие от «верхушки», готовы тратить деньги именно для того, чтобы получить конкурентное преимущество. И это решение должно быть отраслевым, то есть учитывать особенности торговли: большой и быстро обновляемый ассортимент; необходимость взаимодействия с торгово-кассовым оборудованием (или интеграция с ПО, которое им управляет); иногда -- специфику формата и специализации компаний.

Подобные решения на российском рынке существуют. Можно назвать, например, Borlas TradeX или IBS Trade house. Эти программы содержат лишь те функции ERP, которые действительно необходимы торговому предприятию, и имеют весьма неплохие перспективы.

Вполне успешно продаются SAP Business One, Oracle Small Business Suite (NetSuite), MS Business Solutions Navision (бывшая Navision Attain); Но пока ни одно решение, кроме MSBS Navision, не пользуется особой популярностью в России. Возможно, по причине своей недостаточно активной маркетинговой политики и потому, что понятия «средний и малый бизнес» у нас несколько отличается от западных, и доля этих предприятий в ВВП существенно меньше, равно как и средства, которые они могут потратить на автоматизацию.

Несмотря на неоднозначное отношение, в последние годы на рынке ERP-решений для торговых организаций царит оживление. Появились долгожданные отраслевые решения -- SAP Retail и Axarta Retail, локализованные для России.

Однако на сегодняшний день не известно ни одного полного внедрения ERP-системы на предприятиях торговли. В то же время ключевым преимуществом таких систем является

возможность получить комплексную картину бизнеса, но, если ознакомиться с описаниями проектов внедрения, то становится ясно, что большинство компаний не торопится сразу использовать всю гамму возможностей ERP I.

В последнее время ряд авторов (в том числе специалисты компании Gartner Group) говорит о возникновении новой концепции корпоративной информационной системы - ERP II (от англ. Enterprise Resource and Relationship Processing - управление корпоративными ресурсами и внешними связями). Основная идея этой концепции - выход за рамки задач автоматизации и оптимизации только внутренних бизнес-процессов предприятия, сотрудничество покупателей и продавцов, совместное создание продуктов и услуг, т.е. решение указанных выше проблем ERP-систем.

Предприятия, предпочитающие западные системы, пользуются фактически тем же усеченным набором функций, которые могли бы предоставить и более «бюджетные» программы. Средний срок внедрения даже для такой «усеченной» конфигурации, по данным поставщиков, - около шести месяцев. В то же время пессимистическая (но очень близкая к реальности) оценка дает гораздо больший срок. Дело в том, что предприятие постоянно изменяется - как структурно, так и функционально. Изменяются и требования пользователей к системе, по мере того, как они начинают лучше понимать ее возможности. А также проекты внедрения ERP-систем считаются наиболее сложными и рискованными в сфере ИТ.

Но отставание от западного рынка, как это ни парадоксально, имеет одно достоинство. Благодаря ему мы иногда можем заглянуть в будущее. Как известно, в начале 90-х годов начинался ERP-бум, и Gartner Group впервые стала использовать эту «магическую аббревиатуру». К концу десятилетия он пошел на спад, и та же Gartner Group провозгласила: «ERP мертв». Правда, тут же добавила: «Да здравствует ERP II!».

Были названы отличительные качества нового «класса» систем, средства для создания веб-порталов. Производители ERP срочно скупали компании, имевшие готовые SCM- и CRM-решения. Владельцы ERP-систем обзаводились соответствующими пакетами. Фактически, начался новый виток автоматизации - только уже с участием ERP. К этой тенденции добавился уже упоминавшийся расцвет ERP-решений для малого и среднего бизнеса. Потребности наших торговых предприятий, как правило, только-только добрались до точки, за которой ERP перестает быть роскошью. Проблемы автоматизации цепочки поставок, а также электронной коммерции, для них гораздо менее насущны, чем наведение порядка в финансах, на складах и распределительных центрах, в управлении перевозками. Можно сказать, что ERP-системы и интернет-коммерция взаимно дополняют друг друга, что и предопределило значительный эффект от их интеграции.

Информационные технологии NOVA ERP класса

Информационная технология NOVA ERP класса предназначена для автоматизации управления предприятием, автоматизации торговли, автоматизации бизнеса.

Рассмотрим эту технологию как средство автоматизации торговой деятельности. Исторически NOVA разработана для автоматизации оптовой торговли, первые проекты были реализованы в торговых компаниях. Хорошо понимая проблемы автоматизации бизнеса в области оптовой торговли, разработчики предусмотрели архитектуру, позволяющую без особых трудностей адаптировать систему под возникающие внешние воздействия и изменения, что важно в российских условиях, особенно при автоматизации торговли. Это обеспечено соответствующим функционалом, например, описанием структуры и видов торговли, видов цен, вариантов взаимоотношений с покупателями, описанием клиентских пакетов документов и т.д., все эти описания можно оперативно изменять без привлечения разработчиков.

Предлагаемое решение является открытой системой автоматизации торговли, возможность интеграции которой с другими продуктами доказана на опыте совместного использования с программами бухгалтерского учета «1С», «Комтех», программами кассовых терминалов «Супермаг-УКМ» и «ТСЦ-Касса».

Первая версия комплекса программ была разработана в 1994 году. В течение 8 лет своего существования программы постоянно совершенствовались, а в 2002 году технология была полностью переработана с учетом всего накопленного опыта и сейчас NOVA представляет собой простой, гибкий и мощный инструмент управленческого учета и управления для производственных, оптовых и розничных торговых компаний, основанный на использовании современных СУБД Oracle, мирового лидера в производстве и продвижении серверов баз данных, серверов приложений и других системных продуктов информационных технологий.

Рассмотрим особенности этой информационной технологии автоматизации торговли:

- развитая система обеспечения конфиденциальности и защиты информации, обеспечивает управление полномочиями по доступу пользователей не только к функционалу и разным аналитическим отчетам, но и по доступу к данным в БД;
- собственная система протоколирования;
- простой интерфейс;
- надежность и скорость реакции, клиенты совершают проводки, например, оплата от клиента за время - менее минуты;
- возможность управлять своей системой автоматизации бизнеса без привлечения разработчиков;

Благодаря архитектуре системы, самой современной инструментальной базе и реализованным идеям, пользователь получает решения для автоматизации бизнеса, автоматизации управления предприятием, автоматизации торговли, позволяющие быть уверенными в том, что информационная технология способна решить не только его сегодняшние задачи, но и последующие, возникающие в связи с перспективами роста компании.

Программные продукты фирмы «1С»

Системы автоматизации торгово-закупочной деятельности - наиболее распространенное и самое проверенное опытом решение в семействе программных продуктов фирмы «1С». Помимо описанного продукта, существуют следующие автоматизированные системы: «АУБИ», Супер Менеджер, ИНФО-Бухгалтер, ФОЛИО, Инфин - Бухгалтерия, БОСС, БЭСТ, АККОРД.

SM Complex Retail как система управления торговым предприятием

SM Complex Retail - программное решение для автоматизации предприятий ведущих оптовую, комиссионную и розничную торговлю. Торговая система SM COMPLEX Retail отвечает всем требованиям торгового менеджмента, обеспечивая контроль и управление всеми функциями предприятия торговли: продажами, закупками, складом, персоналом, отношениями с клиентами. Система аккумулировала в себе современные западные технологии управления с учетом российской специфики.

Система управления предприятием SM Complex Retail соответствует потребностям как отдельных магазинов, так и торговых сетей с различной структурой управления, ориентирована на предприятия различных отраслей и форматов: модная одежда и аксессуары, продукты, магазины хозяйственных товаров и проч. При автоматизации работы розничной сети возможна реализация различных схем управления: от жесткой централизации до полной децентрализации. Архитектура системы изначально спланирована для работы с распределенными базами данных.

SET Retail Pro

Конфигурация SET Retail 5 Pro предназначена для управления магазином – как одиночным, так и входящим в состав сети. Ее функциональность охватывает все бизнес-процессы, включая:

- управление запасами
- управление лояльностью покупателя
- обслуживание покупателя в процессе выбора товара
- расчет с покупателем.

В рамках конфигурации предлагаются следующие категории рабочих мест:

- Рабочее место кассира
- Рабочее место товароведа
- Рабочее место продавца-консультанта

Все эти рабочие места могут использоваться как в стационарном (с обычного ПК), так и в мобильном режиме (с терминала сбора данных).

Также в системе SET Retail 5 предусмотрен модуль управления информационным киоском, который позволяет использовать его как для верификации цены, так и для более сложных задач по подбору и продвижению отдельных категорий товаров.

Защита SET Retail 5 от несанкционированного использования осуществляется посредством аппаратного электронного HASP-ключа.

HASP-ключ SET Retail Pro содержит информацию о разрешенном для пользователя количестве рабочих мест (а также модулей для управления инфокиосков).

Профи-Т 5.0

Профи-Т является одной из наиболее популярных в России программ управления POS-терминалами. Программный комплекс Профи-Т прошёл более 10 000 инсталляций и отлично себя зарекомендовал бесперебойной работой как у зарубежных ритейлеров, так и у российских торговых операторов.

Основными преимуществами программного комплекса Профи-Т версии 5.0 являются:

- Нетребовательность к аппаратным ресурсам;
- Снижение стоимости владения системой за счет использования сервера, защита инвестиций;
- Повышение управляемости системы;
- Расширение полезной функциональности за счет использования подключаемых модулей без снижения надежности системы;
- Возможность поэтапного развития системы с помощью подключения необходимых модулей — снижение затрат на приобретение;
 - Единая точка подключения дополнительных модулей (видео-наблюдение, дисконтный сервер, инфокиоск);
 - Удобный графический интерфейс и развитые возможности централизованного администрирования большого количества POS-терминалов;
 - Проверенная стабильность и надежность — большая инсталляционная база;
 - Устойчивость за счет надежной независимой работы локальной версии;
 - Гибкая схема лицензирования;
 - Простота в установке и обслуживании;
 - Возможность получения статистики (отчетов) по операциям на всей кассовой линейке;
 - Модернизация кассовой программы не требует переучивание кассиров;
 - Масштабируемость решения.

(дискуссия)

4. Особенности автоматизированных банковских систем.

Автоматизация банковских технологий в нашей стране прошла несколько этапов своего развития. Первоначально это были достаточно простые программные продукты, которые автоматизировали отдельные аспекты банковской деятельности на базе традиционных СУБД. Процесс автоматизации банковских технологий перешел на новый этап в конце 80-х начале 90-х годов. Это напрямую связано с банковской реформой 1989 года, когда на рынке банковских услуг появились коммерческие банки (КБ). С развитием финансового и фондового рынков сфера деятельности КБ расширялась, возрос и объем перерабатываемой информации. В новых условиях стал неизбежным переход к комплексной автоматизации банковской деятельности.

В силу различия банков по размерам, структуре, используемой методологии, т.е. всех тех параметров, которые, в первую очередь, характеризуют банк как объект приложения информационных технологий, расширился круг используемых ими АБС.

На рынке программных средств банковских технологий появились организации поставщики, такие как, 'Программ банк', 'Инверсия', 'Асофт', 'Rstyle', 'Diasoft' и другие, которые начали активно удовлетворять имеющийся спрос.

Выбор банками тех или иных систем автоматизации связан, как правило, с соотношением цена – надежность – производительность.

Многим банкам, имеющим разнородный компьютерный парк, широкую сеть филиалов и отделений, приходится решать проблему не только собственной сетевой интеграции, но переходить на планирование всей системной инфраструктуры информационной технологии.

В инфраструктуре следует выделить пять составляющих:

- информационное обеспечение;
- техническое оснащение;
- программные средства;
- системы связи и коммуникации (внутренние и внешние);
- системы безопасности, защиты и надежности.

Состав информационного обеспечения, его организация определяются составом поставленных перед банком задач. К традиционным для любого банка задачам относится операционная (расчетно-кассовая) деятельность. Автоматизация этого участка работы может решить многие проблемы большинства малых и средних банков на сегодняшний день. При таком подходе банковская технология строится на программном продукте 'Операционный день банка' (ОДБ). Он включает в себя такие программы, как 'Ведение банковских договоров', 'Платежные поручения', 'Касса', 'Ведение неторговых операций', 'Ведение переводных операций' и другие.

Для обеспечения комплексности автоматизации банковской деятельности требуется ряд важных программных средств, позволяющих оценить состояние банка на любой момент времени, вести скоростной обмен информацией со своими филиалами и отделениями, а также с другими банками, осуществлять разноску сумм по корреспондентским счетам, их обработку и другие функции. Сюда можно отнести так называемую систему 'Клиент-банк', дающую возможность клиенту банка осуществлять платежи и проводить другие операции, минуя операциониста и не выходя из своего офиса.

Важным традиционным направлением банковской деятельности является кредитование, приносящее, как правило, до 75% дохода банка. Автоматизация этой сферы деятельности позволяет не только вести автоматизированный контроль за прохождением платежей, но и, что наиболее важно, прогнозировать состояние банка как с точки зрения получения денег, так и по предстоящем выплатам по привлеченным средствам.

Кроме традиционных направлений в комплексную систему организации деятельности органично должно входить решение таких задач, как автоматизация работы с ценными бумагами, дилинг, биржевые операции, организация межбанковского обмена электронными копиями документов, аналитическая оценка деятельности банка и его клиентов и многие другие.

Решение комплексных задач автоматизации возможно лишь с привлечением современных программно-аппаратных средств. Поэтому сейчас наметилась тенденция приобретения банками мощных компьютеров и развитого ПО. Наряду с этим, банки активно разрабатывают собственное ПО. Расширяется использование банками сетевых технологий.

Сравнительная оценка банковских систем из-за их разнородности является сложным процессом. Она включает оценку архитектуры систем, базовых программных средств (от MS DOS до Unix), функциональных возможностей.

Недолгая история развития отечественных банковских систем показывает, что в функциональном плане в целом, они соответствуют развитию банковского дела в стране.

Большинство эксплуатируемых в настоящее время систем являются DOS комплексами. Несмотря на недостатки такого рода систем они функционируют в большинстве банков.

Рассмотрим некоторые программные комплексы для АБС, что бы раскрыть недостатки и преимущества:

1) ПроCЭТ- комплекс приема платежей и предоставления других банковских услуг на устройствах самообслуживания: Предназначен для организации взаимодействия автоматизированных систем банка, поставщиков услуг, биллинговых центров в целях осуществления приема платежей на терминалах самообслуживания в пользу банка или третьих лиц (коммунальные платежи, оплата услуг операторов связи, налоговые и штрафные перечисления, погашение кредитов и т. п.). "ПроCЭТ" позволяет осуществлять платежи с использованием различных платежных средств (наличные, банковские карты с магнитной полосой и микропроцессорные карты). "ПроCЭТ" не требует доработки АБС банка, биллинговых систем и т. д., являясь полнофункциональным законченным комплексом с настраиваемым интерфейсом взаимодействия с внешними системами.

2) ПроATM - программный комплекс бизнес-приложений для устройств самообслуживания. Предназначен для автоматизации проведения информационных, транзакционных и сервисных операций, осуществляемых на устройствах самообслуживания. «ПроATM» обеспечивает поддержку сервисов систем самообслуживания, отображение пользовательского интерфейса (на базе общих и индивидуальных меню) плательщика, взаимодействие с процессинговыми центрами, программным комплексом приёма платежей «ПроCЭТ» и позволяет осуществлять операции по обслуживанию терминалов (техническое обслуживание, инкассирование), а также удалённое управление рекламой, операциями по приёму и выдаче наличных.

3) Программное обеспечение ProIDC - электронная система контроля доступа к индивидуальным банковским сейфам.

Программное обеспечение ЭСКД "ProIDC" предназначено для автоматизации контроля персоналом банка доступа к индивидуальным сейфам DORS серии IDC, установленным в хранилище ценностей клиентов. ЭСКД "ProIDC" позволяет осуществлять непрерывный мониторинг состояния индивидуальных сейфов в хранилище, управлять доступом к сейфам, регистрировать все события в системе, формировать отчеты и др. Предоставляет простой и удобный интерфейс управления с наглядной визуализацией топологии хранилища и каждого модуля индивидуальных сейфов.

4) Программное обеспечение ProKAS - автоматизированная касса пересчета.

Предназначена для автоматизации работ и документооборота при выполнении технологических операций в кассе пересчета организаций с большим объемом обрабатываемой наличности (финансовые организации, торговые оптово-розничные сети, казино и т.д.). "ProKAS" автоматизирует ведение справочников кассы пересчета, учет просчитанных банкнот, монет, принятых инкассаторских сумок, подготовку журнальных, статистических, платежных и отчетных документов. "ProKAS" может осуществлять автоматический пересчет ценностей с помощью счетчиков и сортировщиков Magner и Glory.

Основные плюсы:

- данные системы опираются на концепцию коллективной обработки банковских операций и основываются на принципе единой базы данных. На практике это означает, что выполнение той или иной банковской операции может потребовать привлечения сотрудников, относящихся к различным подразделениям банка. Таким образом, процесс выполнения операции "растягивается" как "в пространстве" (по отдельным рабочим местам), так и во времени. При этом данные системы обеспечивают каждого участника процесса всей необходимой информацией для принятия решений на каждом этапе обработки операции, а также контролирует сам процесс, порождая на каждом этапе необходимую производную информацию.

- основной плюс автоматизации банковских систем заключается в экономии времени и средств на различные операции.

Основными минусами автоматизации являются:

- недостаточная производительность, невозможность поддержания больших объемов данных;
- невозможность обеспечения безопасности данных на должном уровне. Эта проблема в ряде случаев может быть устранена организационно-техническими методами: установкой источников бесперебойного питания, тщательным соблюдением регламента системных работ, персональным контролем использования вычислительных средств.
- ограниченность архитектуры средств. Эта проблема возникает, когда для реализации тех или иных банковских операций необходимо обеспечить взаимодействие нескольких протяженных во времени процессов. В рамках DOS эта проблема обычно решается выделением под каждый процесс станции локальной сети. Такое решение может иметь ограничения.

Как правило, банки постоянно модернизируют программное обеспечение, обучают своих сотрудников новым компьютерным программам.

При сравнении программ для автоматизации банков видно, что преимущества переход от рутинной «писанины» к автоматизации гораздо больше чем недостатков. Рынок по разработке программных продуктов для банков не стоит на месте обновляется и модернизируется.

Концепция ERP нашла широкое применение, поскольку планирование ресурсов позволяло сократить время выпуска продукции, снизить уровень товарно-материальных запасов, а также улучшить обратную связь с потребителем при одновременном сокращении административного аппарата. Стандарт ERP позволил объединить все ресурсы предприятия и повысить эффективность управления ими.

В настоящее время практически все современные западные системы управления производством базируются на концепции ERP и отвечают ее рекомендациям. Эти рекомендации вырабатываются американской общественной организацией APICS, объединяющей производителей, консультантов в области управления производством, а также разработчиков ПО. К сожалению, большинство современных российских систем управления производством не отвечают даже требованиям MRP, не говоря уже о других, более сложных концепциях.

Самый новый из стандартов систем управления предприятиями - CSRP (Customer Synchronized Resource Planning) - помимо всего прочего охватывает и взаимодействие с клиентами, оформление нарядов/заказов и технических заданий, поддержка заказчика на местах и т.д. Таким образом, если стандарты MRP, MRPII и ERP ориентированы на внутреннюю организацию предприятия, то стандарт CSRP включает в себя полный цикл - от проектирования будущего изделия, с учетом требований заказчика, до гарантийного и сервисного обслуживания после продажи. Суть концепции CSRP главным образом состоит в том, чтобы интегрировать заказчика (клиента, покупателя) в систему управления предприятием. Согласно данной концепции не отдел сбыта, а непосредственно сам покупатель размещает заказ на изготовление продукции, сам отвечает за правильность его исполнения и при необходимости отслеживает соблюдение сроков производства и поставки. При этом само предприятие может очень четко отслеживать тенденции спроса на его продукцию. На мировом рынке сейчас предлагается свыше 500 систем класса MRPII - ERP. Развитие этого рынка идет очень быстрыми темпами - число внедрений таких систем в мире растет на 35-40% в год. На отечественном же рынке сейчас присутствуют около десятка западных систем и три-четыре отечественные системы класса КИС (корпоративные информационные системы). Все они представлены в таблице.

Группа	Название тиражируемой ИСУП	Класс	Фирма-поставщик в России
ИСУП для крупных предприятий	R/3	ERP	SAP СНГ
	Baan	ERP	Альфа-Интегратор - Баан Евразия
	Oracle Applications	ERP	Oracle CIS
	OneWorld J.D. Edwards	ERP	Robertson & Blums
ИСУП для средних предприятий	SyteLine (разработчик - Symix)	CSRP	Socap
	MAX (разработчик - MAX International)	ERP	ICL-КПО ВС (Казань)
	Mfg/Pro (разработчик - QAD)	ERP	BMS
	iRenaissance CS (разработчик - Ross Systems)	ERP	«Интерфейс»
	IFS (Industrial & Financial Systems)	ERP	«Форс»
	PRMS (разработчик - Computer Associates)	ERP	R-Style
	Axarta (разработчик - Damgaard, Дания)	ERP	Columbus IT Partner
ИСУП для малых и средних предприятий	Concorde XAL (разработчик - Damgaard, Дания)	ERP	Columbus IT Partner
	Exact	ERP	Exact Software
	Platinum ERA	ERP	Platinum Software
	Scala	ERP	Scala CIS
	LS LIPro Systems (разработчик - LIPro Systems, Германия)	ERP	«ЛИПро Р»
	Protean (разработчик - Wonderware)		PLC Systems
	NS-2000 (разработчик «Никос-Софт») + Solagem Enterprise (разработчик - Solagem OY)	ERP	«Никос-Софт»
	«БОСС-Корпорация» (с модулем «Производство»)	MRP	«Айтис»
	Парус 8.х	MRP	«Парус»
	БЭСТ-ПРО 3.02	MRP II	«Интеллект-Сервис»
	SunSystems (фирмы Systems Union) + RB Manufacturing (разработчик - Robertson &Blums)	MRP	Robertson & Blums
	«Галактика»		«Галактика»
	M-2	MRP	«Клиент-серверные технологии»
	AC+	MRP	«Борлас»
	«Флагман»		«Инфософт»
	«Монополия»		«Формоза-Софт»
	«Эталон»		«Цефей»
	«Альфа»		«Информконтакт»
	«Аккорд»		«Атлант-Информ»
	«1С:Предприятие» (с модулем «Производство»)		«1С»

5. Современные системы управления предприятием.

В последнее время в России отмечается устойчивый интерес к компьютерным интегрированным системам, способным обеспечить эффективное управление предприятием. Все чаще обсуждаются **ERP**, **MRP**, **MRPII** и др.

Когда в конце 40-х - начале 50-х годов в коммерческих организациях появились первые ЭВМ, практически никому не приходило в голову распределять обработку данных между различными машинами. Пользователи были рады и тому, что машины избавили их от утомительной ручной обработки информации. По мере развития вычислительной техники появилась возможность выполнять на одном или нескольких компьютерах ряд разных задач и передавать данные из одного приложения в другое, что представлялось гигантским шагом вперед. Появление в начале 80-х персональных компьютеров позволило автоматизировать ведение учета и обработку данных даже небольшим компаниям, не имеющим высококвалифицированного управленческого и технического персонала. Для этой категории потребителей программного обеспечения были созданы приложения нового, коммерческого типа, интегрирующие несколько разных функций и позволяющие некоторым частям приложения манипулировать единожды введенными данными.

К концу 80-х годов идея создания единой модели данных в рамках целого предприятия заинтересовала ряд международных промышленных компаний, которые искали способ упростить управление производственными процессами. Первым шагом в данном направлении стала разработка концепции MRP (Materials Resource Planning - планирование материальных ресурсов), рассматривавшей планирование материалов для производства. В ходе разработки концепции MRP американскими специалистами в области управления было замечено, что существует два типа материалов: с зависимым спросом (для выпуска десяти автомобилей нужно пятьдесят колес - не больше и не меньше и при этом к определенному сроку) и с независимым спросом (типичная ситуация с запасами для торговых предприятий). Основная цель концепции MRP заключалась в минимизации издержек, связанных со складскими запасами (в том числе и на различных участках производства). В основе этой концепции лежит понятие BOM (Bill Of Material - спецификация изделия, ответственность за которую возложена на конструкторский отдел), отражающее зависимость спроса на сырье, полуфабрикаты и другие продукты от плана выпуска готовой продукции. При этом очень важную роль играет время, для учета которого необходимо иметь четкое представление о технологической цепочке выпуска продукции, то есть знать, какова последовательность и длительность операций. На основании плана выпуска продукции, BOM и технологической цепочки осуществляется расчет потребности в материалах к конкретным срокам.

Однако у концепции MRP есть серьезный недостаток. Дело в том, что при расчете в рамках этой концепции потребности в материалах не учитываются ни имеющиеся производственные мощности, ни их загрузка, ни стоимость рабочей силы. Этот недостаток был исправлен в концепции MRPII (Manufacturing Resource Planning - планирование производственных ресурсов). MRPII позволяла учитывать и планировать все производственные ресурсы предприятия - сырье, материалы, оборудование, персонал и т.д.

По мере развития концепции MRPII к ней постепенно добавлялись возможности учета остальных затрат предприятия. Так появилась концепция ERP (Enterprise Resource Planning - планирование ресурсов предприятия), называемая иногда также планированием ресурсов в масштабе предприятия (Enterprise-wide Resource Planning). В основе ERP лежит принцип создания единого хранилища данных (репозитария), содержащего всю деловую информацию, накопленную организацией в процессе ведения бизнеса, в частности финансовую информацию, данные, связанные с производством, управлением персоналом, и любые другие данные. Наличие репозитария избавляет от необходимости передавать данные от приложения к приложению. Кроме того, любая часть информации, которой располагает данная организация, становится одновременно доступной для всех работников, обладающих соответствующими полномочиями.

Достоинством и одновременно недостатком ERP-систем этого уровня является их универсальность. Существуют референтные модели для любого типа производственного процесса, а количество автоматизированных рабочих мест определяется исключительно финансовыми возможностями заказчика. Однако и возможности эти должны быть солидными: проект с использованием такой системы не может обойтись дешевле 500 тыс.

долл., а чаще всего его стоимость достигает нескольких миллионов долларов. По сути, эти системы оптимальны для областей бизнеса не менее масштабных, чем бизнес самих разработчиков.

Для компаний среднего уровня, (или имеющих не слишком диверсифицированный бизнес) больше подходят другие системы класса ERP. До последнего времени поступающая о них информация была довольно скучной, и их потенциальные потребители чаще всего не знали, на кого они рассчитаны. Здесь речь идет о западных продуктах для самого массового сегмента рынка - среднего и малого бизнеса, то есть для компаний с годовым оборотом от 5 до 10 млн. долл. и количеством работающих от 100 до 1000 человек. Основное отличие ERP-систем среднего уровня от ERP-систем для крупных предприятий состоит в ограниченности решаемых задач и относительной простоте используемых технологий. Обычно эти системы поддерживают несколько определенных видов промышленной деятельности и имеют ограниченное число возможных пользователей. Однако и стоимость проекта по внедрению такой системы составляет от 50 до 250 тыс. долл., что вполне соответствует масштабам бизнеса малых и средних предприятий. Заметим, что стоимость проекта внедрения российских ИСУП колеблется в пределах от 50 до 500 тыс. долл. для тиражно-заказных систем и до 10 тыс. долл. - для тиражируемых, или "коробочных", систем.

Опыт зарубежных предприятий показывает, что этап выбора системы управлением предприятия является одним из самых важных, и руководство предприятия должно быть крайне заинтересовано в выборе правильного решения. Любой проект в области автоматизации должен рассматриваться предприятием как стратегическое вложение средств, которое должно окупиться за счет усовершенствования управленческих процессов, повышения эффективности производства, сокращения издержек, и ставиться на один уровень с приобретением, например, новой производственной линии или строительством цеха.

В первую очередь руководство предприятия должно определить требования, предъявляемые к системе (в частности, какие функциональные области и какие типы производства она должна охватывать, какую техническую платформу использовать, какие производить документы), и составить документ "Требования к компьютерной системе". Этот документ предназначен, прежде всего, для самого предприятия, так как в нем описаны все характеристики новой системы и содержатся критерии для сравнения разных систем управления предприятием по заранее определенным параметрам: на его основании осуществляется выбор ERP-системы.

Заметим, однако, что любая из таких систем - лишь средство повышения эффективности управления, принятия правильных стратегических и тактических решений на основе предоставляемой этой системой своевременной и достоверной информации.

Системы качества и ERP-системы

Говоря о качестве производимой предприятием продукции, в первую очередь следует обсудить стандарт ISO 9000 . Основополагающая идея ISO 9000 заключается в том, что система качества предполагает построение такой структуры управления процессом производства, которая гарантирует выпуск качественного продукта в любой момент, пока система действует. Приведем список элементов качества, на которые распространяются требования стандартов ISO 9000.

Итак, элементы качества, регламентированные стандартами ISO 9000:

1. Ответственность руководства.
2. Система качества.
3. Анализ контракта.
4. Управление проектированием.
5. Управление документацией.
6. Закупки продукции.
7. Продукция, предоставленная потребителям.
8. Идентификация продукции и ее прослеживаемость.

9. Управление процессами.
10. Контроль и проведение испытаний.
11. Контрольное, измерительное и испытательное оборудование.
12. Статус контроля и испытаний.
13. Управление продукцией, не соответствующей стандарту качества.
14. Корректирующие и предупреждающие действия.
15. Погрузочно-разгрузочные работы, хранение, упаковка и поставка.
16. Регистрация данных о качестве.
17. Внутренние проверки качества.
18. Подготовка кадров.
19. Техническое обслуживание.
20. Статистические методы.

Сопоставление этого списка с процедурами внедрения корпоративной информационной системы показывает, что они отражают наиболее типичные бизнес-процессы, в той или иной мере имеющие отношение к качеству выпускаемой продукции. Таким образом, функционально стандарты семейства ISO 9000 связаны с обеспечением качества системы управления производством изделия.

Создание и внедрение системы качества на предприятии включают следующие этапы:

- обследование организации, выявление несоответствий и узких мест в бизнес-процессах и выдача рекомендаций относительно возможных путей устранения несоответствий;
- организация проекта создания и внедрения системы качества, проведение обучения участников проекта от заказчика;
- разработка документации системы качества и ее внедрение в подразделениях предприятия;
- подготовка внутренних аудиторов и проведение планового внутреннего аудита качества в подразделениях;
- подготовка к сертификации и проведение сертификационного аудита качества;
- международная сертификация системы качества.

Таким образом, внедрение ISO 9000 почти всегда влечет за собой серьезную реорганизацию бизнес-процессов предприятия. Сама идея такой реорганизации вплотную связана с внедрением информационных технологий - ведь как для оптимизации бизнес-процессов, так и для их поддержания существуют специальные программные продукты, применяемые давно и успешно.

Что же необходимо для внедрения полноценной системы качества? Формально такое внедрение обязывает предприятие задокументировать всю свою деятельность по указанным выше 20 направлениям, и обеспечить реальное функционирование бизнес-процессов в организации в полном соответствии с ними. На последнем этапе проводятся проверка соответствия разработанной системы управления требованиям ISO 9000 и сертификация системы качества соответствующей аудиторской фирмой. Другими словами, необходимо подтверждение того, что управленческие процедуры, описанные в документации, действительно работают.

Форма изложения документов, необходимых для сертификации системы качества предприятия, не регламентирована. Однако большинство инструкций (их может быть несколько десятков) представляют собой набор таблиц с указанием субъектов производства и их взаимодействия в той или иной ситуации и по содержанию во многом аналогичны диаграммам, построенным в соответствии с методологией IDEF1x и часто используемым для формального представления схемы функционирования предприятия на этапе его информационного обследования при постановке задачи на разработку и внедрение КИС. Таким образом, в самой документации, которую, так или иначе, приходится разрабатывать, уже может содержаться часть проекта реинжиниринга и внедрения КИС. Все это позволяет

рассматривать внедрение программных технологий корпоративного уровня и сертифицированной системы качества как единую комплексную задачу.

Очевидно, что на сегодняшний день внедрять системы управления документами на промышленных предприятиях целесообразно только в соответствии с требованиями ISO 9000 или, как минимум, с учетом этих требований. При внедрении и поддержании системы качества могут потребоваться программные продукты, по крайней мере, трех классов: комплексные системы управления предприятием (включающие автоматизированные информационные системы поддержки принятия управленческих решений), системы электронного документооборота, а также продукты, позволяющие создавать модели функционирования организации, проводить анализ и оптимизацию ее деятельности. К ним можно отнести и системы нижнего уровня класса АСУТП и САПР, продукты для анализа данных, а также программное обеспечение, ориентированное на подготовку и поддержание функционирования систем качества в соответствии со стандартом ISO 9000 (продукты этой группы достаточно распространены на западном рынке, но еще мало известны в России). Как считают многие аналитики, опираясь на зарубежный опыт, предприятиям с числом работающих более 800 человек, в принципе, невозможно обойтись без информационной поддержки при внедрении систем качества.

Итак, система качества как часть системы управления предприятием может эффективно работать и приносить наибольшую выгоду, если ее поддерживают современные информационные системы поддержки принятия управленческих решений, разработанные и внедренные на предприятии в строгом соответствии со спецификой его запросов и уровнем развития, а внедрение АСУ и системы качества происходит взаимоувязано.

В этом случае, по мнению многих аналитиков, сокращается время внедрения как системы качества, так и поддерживающей ее автоматизированной системы поддержки принятия управленческих решений (до 50%), повышается эффективность работы обеих систем (до 80%), уменьшается время выхода обеих систем на проектную мощность и сокращается срок окупаемости систем (до 50%), и, наконец, повышается привлекательность предприятия для инвесторов, поскольку в промышленно развитых странах принято совместное использование таких систем.

Взаимная увязка этапов разработки системы качества и корпоративных информационных систем поддержки принятия управленческих решений является сегодня одной из ключевых идей технологии развития предприятия. Решения этой проблемы включают в себя использование и системой качества, и системой поддержки принятия управленческих решений одной и той же бизнес-модели предприятия, построенной на этапе его информационного обследования, что существенно сэкономит и время, и затраты на внедрение обеих систем, а также поддержку большинства функций системы качества автоматизированной системы поддержки принятия решений, что также повышает эффективность внедрения обеих систем.

Краткий обзор ERP - системы iRenaissance.ERP

Для иллюстрации изложенных выше положений рассмотрим возможности системы ERP-класса iRenaissance.ERP (Ross Systems), на примере которой попробуем показать возможности ERP-систем для малых и средних предприятий как средства обеспечения высокого качества производимых товаров и услуг.

Интегрированная информационная система iRenaissance.ERP предназначена для комплексного управления предприятием, включая планирование и управление ресурсами, производством и сбытом, в том числе в рамках группы предприятия или даже отрасли.

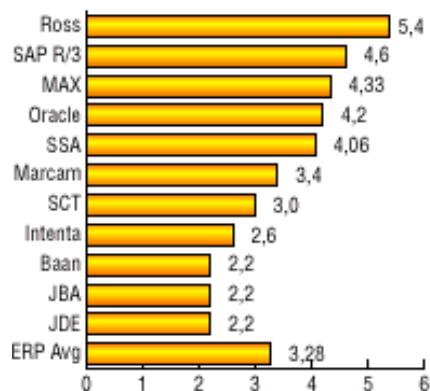


Рисунок 1 - Суммарный рейтинг функциональности при непрерывном или периодическом производстве (по данным Gartner Group)

Применение iRenaissance.ERP наиболее эффективно на тех предприятиях, где осуществляется непрерывное производство.

Однако помимо собственно производства система iRenaissance.ERP позволяет осуществлять планирование, контроль и управление получением сырья, комплектующих и оборудования, складской деятельностью, продажами и перевозками. При этом осуществляются автоматический обмен данными между различными модулями, генерация необходимых документов (счетов, заказов, финансовой документации, а также аналитических материалов, необходимых руководству предприятия для принятия решений).

Все финансовые потоки и движение материальных средств отражаются в виде проводок в модуле "Главная книга"; именно этот модуль получает из всех других модулей данные, на основании которых в дальнейшем может быть проведен полный анализ деятельности предприятия. Пользователи системы, имеющие соответствующие права (руководство предприятия, бизнес-аналитики), могут получать и анализировать данные из этого модуля в любой момент, независимо от наличия или отсутствия на рабочем месте тех или иных сотрудников. При этом имеется возможность не только получать оперативные данные в режиме реального времени, но и анализировать их, поскольку в системах такого класса имеются средства поддержки принятия управленческих решений (рис. 2).



Рисунок 2 - Интегрированное решение в системе управления iRenaissance.ERP

Отметим, что финансовые модули iRenaissance.ERP могут быть легко интегрированы с российскими системами автоматизации бухгалтерского учета для формирования необходимой отчетности.

В результате внедрения iRenaissance.ERP на предприятии, в группе предприятий или в целой отрасли создается единое информационное пространство для технологических и бизнес-процессов, позволяющее реализовать интегрированную информационно-управленческую технологию. Это приводит к многократному уменьшению издержек за счет оптимального планирования и оперативного централизованного контроля. Кроме того, системы подобного класса позволяют организовать комплексное управление всеми ресурсами предприятия и таким образом существенно сократить административные издержки. И, наконец, ее применение существенно снижает финансовые риски. Таким

образом, внедрение iRenaissance.ERP обуславливает существенное повышение доходности предприятия.

Отметим, что iRenaissance.ERP, как и многие другие ERP-системы подобного класса, легко интегрируется с различными вариантами АСУП и АСУТП, что дает возможность автоматизировать ввод данных, используя средства телеметрии и другие способы автоматической обработки сигналов.

С технической точки зрения iRenaissance.ERP представляет собой распределенное приложение в трехзвенной архитектуре, состоящее из сервера баз данных (в качестве которого можно использовать СУБД компаний Oracle , Sybase , Ingres , Microsoft), сервера приложений и рабочих мест пользователей (они могут работать под управлением различных версий Windows либо выполняться в Web-браузере, рис. 3).

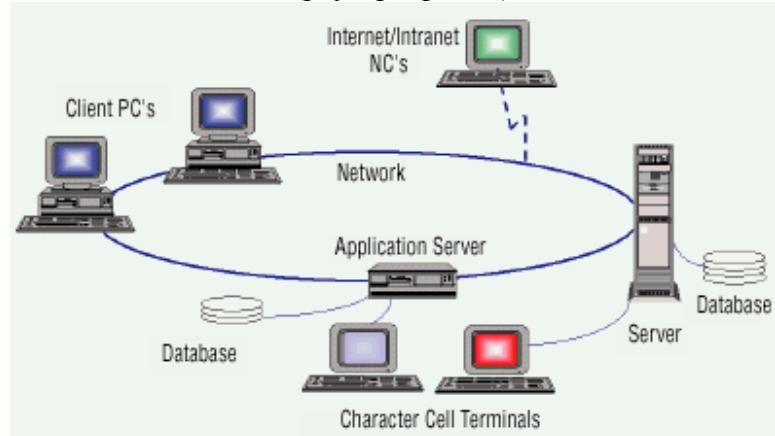


Рисунок 3 - Архитектура iRenaissance.ERP

Отметим, что в состав iRenaissance.ERP входят средства описания бизнес-процессов на предприятии (рис. 4) и средства создания и настройки рабочих мест пользователей (рис. 5).

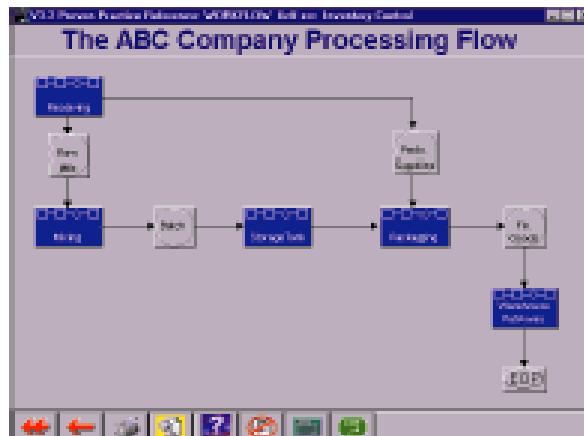


Рисунок 4 - Описание бизнес-процессов в iRenaissance.ERP

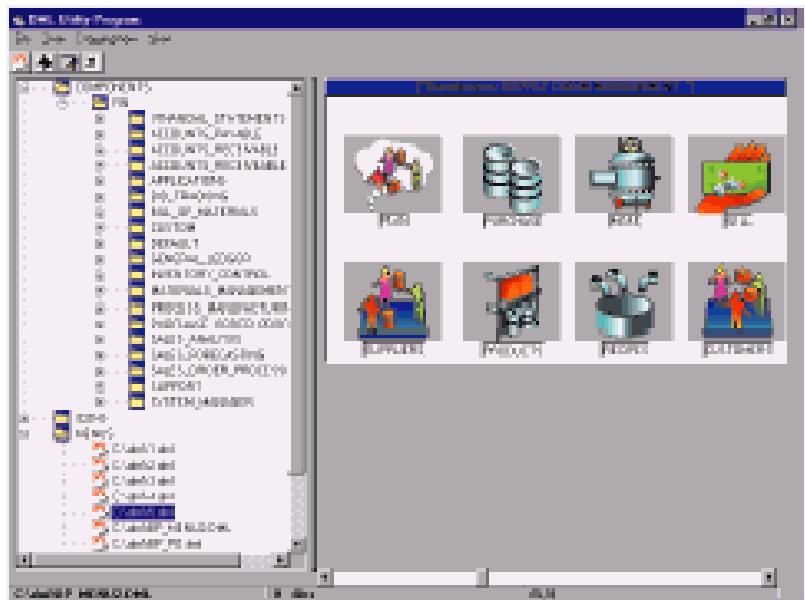


Рисунок 5 - Desktop Designer

Завершая краткий обзор системы iRenaissance.ERP как одного из примеров ERP-системы для малых и средних предприятий, кратко остановимся на порядке внедрения подобных систем.

Поскольку при внедрении системы получение быстрой отдачи от ее использования является, как правило, приоритетной задачей, рекомендуется начинать внедрение системы на одном (базовом) предприятии группы или отрасли в следующем порядке:

- серия дистрибуции товаров;
- финансовая серия;
- производственная серия;
- серия обеспечения производства;
- модуль управления персоналом и расчета зарплаты.

Такой порядок позволит уже на первом этапе наладить в рамках предприятия полный контроль за запасами и сырьем и осуществлять планирование их реализации и использования. Кроме того, внедрение этой серии даст возможность частично решить проблему автоматизации подготовки отчетности в контролирующие и вышестоящие органы, до момента внедрения финансовой серии.

На втором этапе будут автоматизированы все финансовые функции предприятия и подготовка отчетности в контролирующие и вышестоящие органы, а также наложен автоматический расчет налоговых отчислений. Появление "Главной книги" на этом этапе делает возможной электронную передачу данных о деятельности предприятия на вышестоящий уровень. Уже на этом этапе внедрения системы появляется возможность полного контроля за текущей деятельностью предприятия со стороны руководящих органов.

Последующее внедрение производственной серии позволит создать единую систему управления всеми основными функциями предприятия. Именно на этом этапе появляется возможность снижения издержек, связанных с простоем оборудования и персонала, с потерями времени и материальных средств.

Внедрение серии обеспечения производства позволит осуществлять оперативное планирование производства, а также принимать управленческие решения на основе анализа деятельности предприятия. И, наконец, модуль управления персоналом позволит осуществлять всю работу с сотрудниками вплоть до автоматизированного подбора персонала в соответствии с потребностями предприятия и ситуацией на рынке труда.

1. 6 Лекция №6 (1 час).

Тема: «Мышление и искусственный интеллект»

1.6.1 Вопросы лекции:

1. Искусственный интеллект.
2. Подходы к изучению.
3. Направления исследований.
4. История создания искусственного интеллекта.
5. Применение и перспективы развития искусственного интеллекта.

1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. Искусственный интеллект.

Научная фантастика имеет обыкновение становиться научным фактом. В современных лабораториях искусственного интеллекта (ИИ) всерьез обсуждается нечто вроде Хэла - бортового компьютера из произведения Артура Кларка "2001: Космическая Одиссея", имевшего интеллект и способного принимать этические решения. Вероятность в точности такого развития компьютеров, как это описал Кларк, сколько-нибудь больше вероятности развития систем запуска в направлении, описанном Жюль Верном за три четверти века до того, как ракета послала космическую капсулу на Луну. Но специалисты по компьютерам разрабатывают компьютерные системы, которые способны довольно близко имитировать элементы человеческого познания и обработки информации; так что вполне возможно, что к тому времени, когда мы будем стартовать с Земли, что-нибудь вроде Хэла у нас появится (Хэл (HAL) "имя-аббревиатура "Heuristically programmed algorithmic computer" = эвристически программированный алгоритмический компьютер. С другой стороны, многие всерьез сомневаются, что компьютер действительно когда-нибудь сможет перехитрить человека в важных областях. Нейропсихолог Джон Экклз в работе "The Understanding of the Brain" ("Понимание мозга") пишет, что те, кто "...высокомерно заявляет о том, что компьютеры скоро перехитрят человека во всем..." представляют собой современный вариант изготовителей идолов из некоторых северных эпох; подобно последним, они стремятся к власти посредством культивации идолопоклонства".

Между ИИ и когнитивной психологией установились своего рода симбиотические отношения, где каждый выигрывает от развития другого. Ибо для того, чтобы искусственным способом сделать точную копию человеческого восприятия, памяти, языка и мышления, нужно знать, как эти процессы происходят у человека. И в то же время, развитие искусственного интеллекта дает новые возможности к пониманию человеческого познания. В этой главе будет дано общее введение в ИИ, который будет обсуждаться в связи с восприятием, памятью, процессами поиска, языком, решением задач и "роботологией". Хотя направление ИИ во многом посвящено разработке машин, которые действуют так, как если бы были бы "разумны", большинство последних конструируется без всякого намерения подражать когнитивным процессам человека.

Искусственный интеллект — раздел информатики, изучающий возможность обеспечения разумных рассуждений и действий с помощью вычислительных систем и иных искусственных устройств. При этом в большинстве случаев заранее неизвестен алгоритм решения задачи.

Искусственный интеллект (ИИ, англ. Artificial intelligence, AI) — наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ. ИИ связан со сходной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но не обязательно ограничивается биологически правдоподобными методами.

Точного определения этой науки не существует, так как в философии не решён вопрос о природе и статусе человеческого интеллекта. Нет и точного критерия достижения

компьютерами «разумности», хотя на заре искусственного интеллекта был предложен ряд гипотез, например, тест Тьюринга или гипотеза Ньюэлла — Саймона. На данный момент есть множество подходов как к пониманию задачи ИИ, так и созданию интеллектуальных систем.

Так, одна из классификаций выделяет два подхода к разработке ИИ:

- нисходящий, семиотический — создание символьных систем, моделирующих высокоуровневые психические процессы: мышление, рассуждение, речь, эмоции, творчество и т. д.;
- восходящий, биологический — изучение нейронных сетей и эволюционные вычисления, моделирующих интеллектуальное поведение на основе более мелких «неинтеллектуальных» элементов.

Эта наука связана с психологией, нейрофизиологией, трансгуманизмом и другими. Как и все компьютерные науки, она использует математический аппарат. Особое значение для неё имеют философия и робототехника.

Искусственный интеллект — очень молодая область исследований, старт которой был дан в 1956 году. Её исторический путь напоминает синусоиду, каждый «взлёт» которой инициировался какой-либо новой идеей. В настоящий момент её развитие находится на «спаде», уступая место применению уже достигнутых результатов в других областях науки, промышленности, бизнесе и даже повседневной жизни.

2. Подходы к изучению.

Существуют различные подходы к построению систем ИИ. На данный момент можно выделить 4 достаточно различных подхода:

1. Логический подход. Основой для логического подхода служит Булева алгебра. Каждый программист знаком с нею и с логическими операторами с тех пор, когда он осваивал оператор IF. Свое дальнейшее развитие Булева алгебра получила в виде исчисления предикатов — в котором она расширена за счет введения предметных символов, отношений между ними, кванторов существования и всеобщности. Практически каждая система ИИ, построенная на логическом принципе, представляет собой машину доказательства теорем. При этом исходные данные хранятся в базе данных в виде аксиом, правила логического вывода как отношения между ними. Кроме того, каждая такая машина имеет блок генерации цели, и система вывода пытается доказать данную цель как теорему. Если цель доказана, то трассировка примененных правил позволяет получить цепочку действий, необходимых для реализации поставленной цели (такая система известна как экспертные системы). Мощность такой системы определяется возможностями генератора целей и машиной доказательства теорем. Добиться большей выразительности логическому подходу позволяет такое сравнительно новое направление, как нечеткая логика. Основным ее отличием является то, что правдивость высказывания может принимать в ней кроме да/нет (1/0) еще и промежуточные значения — не знаю (0.5), пациент скорее жив, чем мертв (0.75), пациент скорее мертв, чем жив (0.25). Данный подход больше похож на мышление человека, поскольку он на вопросы редко отвечает только да или нет.

2. Под структурным подходом мы подразумеваем здесь попытки построения ИИ путем моделирования структуры человеческого мозга. Одной из первых таких попыток был перцепtron Френка Розенблatta. Основной моделируемой структурной единицей в перцептронах (как и в большинстве других вариантов моделирования мозга) является нейрон. Позднее возникли и другие модели, которые большинству известны под термином нейронные сети (НС). Эти модели различаются по строению отдельных нейронов, по топологии связей между ними и по алгоритмам обучения. Среди наиболее известных сейчас вариантов НС можно назвать НС с обратным распространением ошибки, сети Хопфилда, стохастические нейронные сети. В более широком смысле такой подход известен как Коннективизм.

3. Эволюционный подход. При построении систем ИИ по данному подходу основное внимание уделяется построению начальной модели, и правилам, по которым она может изменяться (эволюционировать). Причем модель может быть составлена по самым различным методам, это может быть и НС и набор логических правил и любая другая модель. После этого мы включаем компьютер и он, на основании проверки моделей отбирает самые лучшие из них, на основании которых по самым различным правилам генерируются новые модели. Среди эволюционных алгоритмов классическим считается генетический алгоритм

4. Имитационный подход. Данный подход является классическим для кибернетики с одним из ее базовых понятий черный ящик. Объект, поведение которого имитируется, как раз и представляет собой «черный ящик». Нам не важно, что у него и у модели внутри и как он функционирует, главное, чтобы наша модель в аналогичных ситуациях вела себя точно так же. Таким образом, здесь моделируется другое свойство человека — способность копировать то, что делают другие, не вдаваясь в подробности, зачем это нужно. Зачастую эта способность экономит ему массу времени, особенно в начале его жизни.

В рамках гибридных интеллектуальных систем пытаются объединить эти направления. Экспертные правила умозаключений могут генерироваться нейронными сетями, а порождающие правила получают с помощью статистического обучения. Многообещающий новый подход, называемый усиление интеллекта, рассматривает достижение ИИ в процессе эволюционной разработки как побочный эффект усиления человеческого интеллекта технологиями.

Машины и разум.

Нет другой такой области когнитивной психологии, где происходили бы столь ожесточенные споры о моделировании человеческого мышления машинами: о "жестком" направлении ИИ. Одну сторону этого спора представляют те ревнители ИИ, которые не только верят, что машины способны точно копировать человеческое познание, но и считают, что наиболее сложные интеллектуальные процессы могут выполняться только машинами. Это надо понимать так, что компьютеры должны непосредственно участвовать в повседневном принятии решений людьми. С другой стороны, находятся те, кто полагает ИИ интеллектуально извращенным понятием и считает, что люди, верящие в "мыслящие машины", "это материалистические идолопоклонники. Они полагают, что человеческое мышление " это чисто человеческий процесс; наверно, его можно частично синтезировать в машине, но дублировать с помощью ИИ программ его не удастся никогда.

В качестве отправной точки полезно рассмотреть дилемму, предложенную философом из Беркли Джоном Сирлом (John Searle, 1980). Он описал две позиции в ИИ: "жесткую" и "мягкую"; согласно мягкой позиции, ИИ может использоваться как инструмент в исследованиях человеческого познания; а жесткая предполагает, что соответствующим образом запрограммированный компьютер обладает разумом и способен к пониманию. У "мягкого" ИИ мало оппонентов; почти все признают важность компьютеров в исследовании человеческого познания, и к этому почти нечего добавить. "Жесткий" ИИ, опровергаемый Сирлом, вызвал бурю протеста. Мы продолжим рассмотрение этого спора в следующем разделе про "Китайскую комнату", но сначала рассмотрим одну оригинальную задачу, предложенную британским математиком Аланом Тьюрингом и касающуюся разума и машин. (Замечательное описание жизни Тьюринга вместе с обсуждением вопросов ИИ можно найти в: Hofstadter. Metamagical Themas (1985).

"Имитирующая игра" или "тест Тьюринга"

Тьюринг предложил задачу, в которой человек задает вопросы неизвестному-существу-использующему-язык. Задача человека " решить, можно ли отличить это от человека. В пользу Тьюринга говорит то, что использование "имитирующей игры", ставшей впоследствии широко известной как "тест Тьюринга", само по себе было весьма тонким обманом, который, давая специалистам по ИИ нечто конкретное для работы, уводил их внимание от философских вопросов разума, ставших главным раздражающим фактором в

истории науки и философии. Не обращаясь непосредственно к философским вопросам, как это сделал Тюринг, он спрашивал: "Является ли познание функцией материальных процессов, и если да, то могут ли такие функции происходить от неорганической машины?" или "Как решить проблему тела и разума?" " т.е. он выбирал гораздо более четкие рамки вопроса, основанные на операционизме. Поскольку в литературе сохраняется определенная путаница относительно реальной природы предложенного Тюрингом теста, мы приводим его здесь довольно детально. Эту... задачу можно описать в терминах игры, известной нам как "имитирующая игра". В нее играют три человека: мужчина (A), женщина (B) и спрашивающий (C), который может быть любого пола. Цель игры для спрашивающего " определить, кто из двух других "мужчина, а кто " женщина. Для него они помечены как X и Y, и в конце игры он должен сказать либо: "X это A, а Y это B", либо: "X это B, а Y это A". Спрашивающий может задавать А и В такие, например вопросы:

С: Не скажет ли мне X длину своих волос?

Теперь предположим, что X " это на самом деле A; тогда A должен ответить.

Целью игры для A является... заставить С сделать ошибочную идентификацию.

Его ответ мог бы быть таким: "Мои волосы коротко острижены, самые длинные пряди длиной примерно 9 дюймов".

Чтобы тембр голоса не указывал спрашивающему на пол, ответы пишутся или еще лучше печатаются. Самый лучший вариант " это принтер, подключенный в соседней комнате. Другим вариантом может быть повторение ответов посредником.

Цель третьего игрока (B) - помочь спрашивающему. Возможно, наилучшая стратегия для нее " это давать правдивые ответы. Она может прибавлять к своим ответам что-то вроде "Это я " женщина, не слушай его!", но это ничего не даст, поскольку аналогичные замечания может давать и мужчина.

Теперь спросим: "Что произойдет, если роль A в этой игре будет исполнять машина?" Будет ли спрашивающий при таком варианте игры ошибаться так же часто, как и тогда, когда играют мужчина и женщина? Эти вопросы заменяют первоначальный, "Может ли машина мыслить?".

Очевидно, ценность некоторых вопросов, задаваемых для X и Y, зависит от того, какая сейчас мода, " т.е. если длину волос и прическу взять за основу различия, то, например, в 70-х годах это привело бы к очень многим ошибкам. Тем не менее, для специалистов по языку и ИИ в задаче Тюринга есть очень важный момент " для того, чтобы компьютер перехитрил нас и заставил думать, что он " это человек, он должен понимать и генерировать ответную реакцию, которая эффективно имитировала бы важную когнитивную функцию.

Можно предложить и другой тип вопроса о неразличимости функций. Предположим, что в больнице работают два хирурга. Один " выпускник знаменитой медицинской школы и считается одним из лучших хирургов в мире. Другой окончил обычную медицинскую школу и считается плохим хирургом. Однажды потребовалась срочная операция, и первый хирург незддоров, так что операцию проводит второй врач, о чем не известно пациенту, находящемуся без сознания. Пациенту не говорят, какой врач проводил операцию, и он рад, что она была успешной. К тому же, другие врачи уверены, что операцию проводил первый хирург. На этом ограниченном примере можем заключить, что тест на неразличимость был пройден. Однако, если бы вы были этим пациентом и узнали, что операцию на самом деле проводил робот, какой вывод вы бы сделали о соотношении функциональных свойств робота и хирурга?

Согласились бы вы, что они одинаковы?

Почему?

А Почему нет?

Ответы на эти вопросы трудно найти, чего не скажешь о людях, придерживающихся твердых взглядов на этот счет. Один из них " это Сирл, который вывернул "тест Тюринга" наизнанку.

"Китайская комната"

Чтобы продемонстрировать, что жесткая позиция в ИИ не выдерживает критики, Сирл предложил следующую головоломку. Предположим, что "комната" кого-то заперли в комнате, где много китайских текстов. Этот кто-то ничего не понимает по-китайски и даже не способен отличить китайские иероглифы от каких-нибудь еще. Снаружи этой комнаты ему передают еще один набор китайских знаков вместе с набором правил для сопоставления первого и второго набора символов. Эти правила всего лишь позволяют этому человеку связывать один набор символов с другим и написаны на обычном английском. При помощи этих правил сопоставления человек в китайской комнате может давать осмысленные ответы на вопросы о содержании китайских текстов, несмотря на то, что он в сущности не знает этого языка. Через какое-то время эта личность приобретает настолько хорошую сноровку, что может отвечать как на своем родном английском, так и на китайском языке, которого не знает, но отвечает, основываясь на правилах. Результаты настолько хороши, что их "совершенно нельзя отличить от ответов урожденного китайца" (Seari, 1980, 1981). Личность, запертая в китайской комнате, "это простая конкретная иллюстрация компьютерной программы: "данные на входе" данные на выходе". Вплоть до этого момента почти никто из ИИ-пехоты не взъерошил перья, но затем Сирл шагает еще на один аргумент вперед. Способность выполнять такие функции, как перевод по сложным правилам, не означает, что тот, кто это делает, понимает значение "выходных данных". Человеческий разум обладает произвольностью (см. Seari, 1983), которая, согласно этому автору, определяется как свойство мысленных состояний и событий, направляющее их на объекты и ситуации в окружающем мире. К таковым относятся убеждения, страхи, желания и намерения. Независимо от того, насколько "неотличимо" поддельное мышление от "настоящего" (человеческого), они не есть одно и то же, поскольку у мыслящего человека есть намерения и поскольку между этими двумя "мыслящими" есть физические различия: одного сделали органическим способом, а второго "электронным".

Компьютерные ученые немедленно выдвинули возражения против головоломки Сирла, "прежде всего с позиций семантики: термины "произвольность", "понимание", "мышление" употребляются им без четких операциональных референтов; в качестве возражения был приведен такой пример: если бы человек в этой "китайской комнате" выполнял описанные функции, то он (или система) действительно достиг бы как минимум некоторого уровня понимания. Кроме того, аргументы Сирла отклонялись на основании 'приведения к абсурду': если довести ситуацию до логического конца, то оказалось бы возможным создать робота, в каждой своей детали идентичного мыслящему человеку, и все же последний был бы способен к "пониманию" и "произвольности", а первый нет. Наконец, некоторые специалисты по ИИ полагают, что "понимание" и "произвольность" вызываются конкретными материальными свойствами. Пилишин сатирически замечает, что возможно "произвольность" это такое вещество, которое выделяется человеческим мозгом; он предлагает свою собственную загадку: "...если бы все больше и больше клеток вашего мозга заменялись интегральными микросхемами, запрограммированными так, чтобы их характеристики входа-выхода были идентичны заменяемому элементу, вы по всей вероятности сохранили бы способность говорить точно так же, как и сейчас, за исключением того, что постепенно перестали бы что-либо под этим иметь в виду. То, что мы, сторонние наблюдатели, все еще принимали бы за слова, для вас стало бы просто некоторым шумом, который заставляет вас издавать ваши микросхемы".

Этот спор далек от завершения, и некоторые, видимо, находят определенную ценность в его философской глубине. Однако, для меня этот спор не разрешен (на самом деле, он, вероятно, неразрешим!). Кроме того, оба лагеря ужесточили свои позиции и выдвигают скорее аргументы веры, чем разума. Его важность двойка: во-первых, он заставляет читателя глубоко задуматься о том "человеческом", что заключено в человеческом познании. Во-вторых, в связи с этим спором встает вопрос, до какого предела ИИ может имитировать человеческий интеллект. Страсти, разгоревшиеся вокруг "теста

"Тюрина" и "китайской комнаты" у обеих сторон, отражают сильную заинтересованность современных философов и специалистов по ИИ в отношении электронного джина, выпущенного из бутылки. Какого рода компьютером является человек?

Более функциональный подход, помещающий ИИ на когнитивную почву, предложил Ирл Хант; он поставил вопрос: "Какого рода компьютером является человек?" Исходя из того, что между обработкой информации человеком и компьютерной системой действительно существует аналогия, Хант предпринял грандиозную задачу описать компьютерную систему, которая "мыслит как человек". Фундаментальное положение его системы, названной им моделью распределенной памяти, гласит, что мозг имеет несколько зон памяти, назначение которых "регулировать поток информации из окружения так, чтобы информация могла кодироваться в терминах прошлого опыта.

3. Направления исследований.

Анализируя историю ИИ, можно выделить такое обширное направление как **моделирование рассуждений**. Долгие годы развитие этой науки двигалось именно по этому пути, и теперь это одна из самых развитых областей в современном ИИ. Моделирование рассуждений подразумевает создание символьных систем, на входе которых поставлена некая задача, а на выходе требуется её решение. Как правило, предлагаемая задача уже формализована, т. е. переведена в математическую форму, но либо не имеет алгоритма решения, либо он слишком сложен, трудоёмок и т. п. В это направление входят: доказательство теорем, принятие решений и *теория игр*, планирование и диспетчеризация, прогнозирование.

Немаловажным направлением является **обработка естественного языка**, в рамках которого проводится анализ возможностей понимания, обработки и генерации текстов на «человеческом» языке. В частности, здесь ещё не решена проблема машинного перевода текстов с одного языка на другой. В современном мире большую роль играет разработка методов информационного поиска. По своей природе, оригинальный тест Тьюрина связан с этим направлением.

Согласно мнению многих учёных, важным свойством интеллекта является способность к обучению. Таким образом, на первый план выходит **инженерия знаний**, объединяющая задачи получения знаний из простой информации, их систематизации и использования. Достижения в этой области затрагивают почти все остальные направления исследований ИИ. Здесь также нельзя не отметить две важные подобласти. Первая из них — **машинное обучение** — касается процесса *самостоятельного* получения знаний интеллектуальной системой в процессе её работы. Второе связано с созданием **экспертных систем** — программ, использующих специализированные базы знаний для получения достоверных заключений по какой-либо проблеме.

Большие и интересные достижения имеются в области **моделирования биологических систем**. Строго говоря, сюда можно отнести несколько независимых направлений. *Нейронные сети* используются для решения нечётких и сложных проблем, таких как распознавание геометрических фигур или кластеризация объектов. *Генетический подход* основан на идее, что некий алгоритм может стать более эффективным, если позаимствует лучшие характеристики у других алгоритмов («родителей»). Относительно новый подход, где ставится задача создания автономной программы — агента, взаимодействующего с внешней средой, называется *агентным подходом*. А если должным образом заставить массу «не очень интеллектуальных» агентов взаимодействовать вместе, то можно получить «муравьиный» интеллект.

Задачи **распознавание образов** уже частично решаются в рамках других направлений. Сюда относятся распознавание символов, рукописного текста, речи, анализ текстов. Особо стоит упомянуть *компьютерное зрение*, которое связано с машинным обучением и робототехникой.

Вообще, **робототехника** и искусственный интеллект часто ассоциируются друг с другом. Интегрирование этих двух наук, создание интеллектуальных роботов, можно считать ещё одним направлением ИИ.

Особняком держится **машинное творчество**, в связи с тем, что природа человеческого творчества ещё менее изучена, чем природа интеллекта. Тем не менее, эта область существует, и здесь поставлены проблемы написания компьютером музыки, литературных произведений (часто — стихов или сказок), художественное творчество.

Наконец, существует масса приложений искусственного интеллекта, каждое из которых образует почти самостоятельное направление. В качестве примеров можно привести программирование интеллекта в компьютерных играх, нелинейное управление, интеллектуальные системы безопасности.

Можно заметить, что многие области исследований пересекаются. Это свойственно для любой науки. Но в искусственном интеллекте взаимосвязь между, казалось бы, различными направлениями выражена особенно сильно, и это связано с философским спором о сильном и слабом ИИ.

4. История создания искусственного интеллекта.

В начале XVII века Рене Декарт предположил, что животное — некий сложный механизм, тем самым сформулировав механистическую теорию. В 1623 г. Вильгельм Шикард построил первую механическую цифровую вычислительную машину, за которой последовали машины Блеза Паскаля (1643) и Лейбница (1671). Лейбниц также был первым, кто описал современную двоичную систему счисления, хотя до него этой системой периодически увлекались многие великие ученые. В XIX веке Чарльз Бэбидж и Ада Лавлейс работали над программируемой механической вычислительной машиной.

В 1910—1913 гг. Берtrand Рассел и А. Н. Уайтхэд опубликовали работу «Принципы математики», которая произвела революцию в формальной логике. В 1941 Конрад Цузе построил первый работающий программно-контролируемый компьютер. Уоррен Маккалок и Валтер Питтс в 1943 опубликовали *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, который заложил основы нейронных сетей.

Происхождение современной компьютерной науки (спутником которой на самом деле является ИИ) можно отнести к 40-м годам, когда для ускорения долгих и утомительных математических вычислений были изобретены ламповые компьютеры UNIVAC и ENIAC. Эти ранние простодушные и не слишком эффективные гиганты открыли дорогу для более компактных, более мощных и более сложных систем, которые, в свою очередь, постепенно сменились микроэлектронными компьютерами, прочно вошедшими во всеобщее пользование. Эти инструменты в основном помогают людям решать математические задачи в коммерческих и промышленных исследованиях. ИИ служит не этим практическим нуждам калькуляций и индексаций, но, как мы уже сказали, связан с задачами когнитивной психологии по разработке компьютерных программ, моделирующих человеческое познание. Какое-то время назад некоторые чисто научные открытия ранних пионеров ИИ получили практическое коммерческое применение и стали важной частью деловых операций в Америке, Европе и Японии.

В когнитивной психологии найдется немногое более важных дат, чем 1956 год. (В том году Бранер, Гуднау и Остин опубликовали книгу "Изучение мышления", Хомский " "Три модели описания языка", Миллер ""Магическое число семь плюс-минус два", Ньюэлл и Саймон " "Логическая теория машин"). Летом того года группа из десяти ученых встретилась на территории колледжа Дортмут с целью обсудить возможность создания компьютерных программ, способных к разумному поведению. Среди участников этой конференции были: Джон МакКарти, основавший впоследствии лаборатории ИИ в Массачусетском Технологическом институте (МТИ) и Стэнфордском университете и широко признанный как человек, окрестивший новую науку "Искусственным Интеллектом"; Марвин Минский, ставший затем директором лаборатории ИИ в МТИ; Герберт Саймон, которому предстояло

получить Нобелевскую премию по экономике; и Аллен Ньюэлл, который провел очень важные работы по когнитивной науке и ИИ в университете Карнеги-Меллон. Эта конференция имела историческое значение "намечавшийся до того курс на ИИ был взят. Его зарождение непосредственно повлияло на развитие когнитивной психологии.

Процитированное в преамбуле определение искусственного интеллекта, данное Джоном Маккарти в 1956 году на конференции в Дартмутском университете, не связано напрямую с пониманием интеллекта у человека. Согласно Маккарти, ИИ-исследователи вольны использовать методы, которые не наблюдаются у людей, если это необходимо для решения конкретных проблем. Поясняя своё определение, Джон Маккарти указывает: «Проблема состоит в том, что пока мы не можем в целом определить, какие вычислительные процедуры мы хотим называть интеллектуальными. Мы понимаем некоторые механизмы интеллекта и не понимаем остальные. Поэтому под интеллектом в пределах этой науки понимается только вычислительная составляющая способности достигать целей в мире».

История искусственного интеллекта как нового научного направления начинается в середине XX века. К этому времени уже было сформировано множество предпосылок его зарождения: среди философов давно шли споры о природе человека и процессе познания мира, нейрофизиологи и психологи разработали ряд теорий относительно работы человеческого мозга и мышления, экономисты и математики задавались вопросами оптимальных расчётов и представления знаний о мире в формализованном виде; наконец, зародился фундамент математической теории вычислений — теории алгоритмов — и были созданы первые компьютеры.

Возможности новых машин в плане скорости вычислений оказались больше человеческих, поэтому в учёном сообществе закрался вопрос: каковы границы возможностей компьютеров и достигнут ли машины уровня развития человека? В 1950 году один из пионеров в области вычислительной техники, английский учёный Алан Тьюринг, пишет статью под названием «Может ли машина мыслить?», в которой описывает процедуру, с помощью которой можно будет определить момент, когда машина сравняется в плане разумности с человеком, получившую название **теста Тьюринга**.

С момента конференции в Дортмуте развитие ИИ происходило в геометрической прогрессии "если не по числу оригинальных идей, то по количеству новых данных. В том или ином виде ИИ затрагивает сегодня жизнь большинства людей в Западном обществе, распространяется по колледжам, на нем сосредоточили свои усилия тысячи ученых. Различные ветви теории и практики ИИ невозможно изложить в единственной главе или книге и даже во многих книгах, но мы можем в этой главе представить образцы работ в области ИИ в их связи с когнитивной психологией. Изучающие ИИ и когнитивную психологию могут найти по этой теме множество глубокомысленных книг и статей, а также побывать на многих интересных конференциях.

История развития искусственного интеллекта в СССР и России

Коллежский советник Семён Николаевич Корсаков (1787—1853) ставил задачу усиления возможностей разума посредством разработки научных методов и устройств, перекликающуюся с современной концепцией искусственного интеллекта, как усилителя естественного. В 1832 году С. Н. Корсаков опубликовал описание пяти изобретённых им механических устройств, так называемых «интеллектуальных машин», для частичной механизации умственной деятельности в задачах поиска, сравнения и классификации. В конструкции своих машин Корсаков впервые в истории информатики применил перфорированные карты, игравшие у него своего рода роль баз знаний, а сами машины по существу являлись предтечами экспертных систем.

В СССР работы в области искусственного интеллекта начались в 1960-х годах. В Московском университете и Академии наук был выполнен ряд пионерских исследований, возглавленных Вениамином Пушкиным и Д. А. Поспеловым.

В 1964 году была опубликована работа ленинградского логика Сергея Маслова «Обратный метод установления выводимости в классическом исчислении предикатов», в

которой впервые предлагался метод автоматического поиска доказательства теорем в исчислении предикатов.

В 1966 году В. Ф. Турчиным был разработан язык рекурсивных функций Рефал.

До 1970-х годов в СССР все исследования ИИ велись в рамках кибернетики. По мнению Д. А. Поспелова, науки «информатика» и «кибернетика» были в это время смешаны, по причине ряда академических споров. Только в конце 1970-х в СССР начинают говорить о научном направлении «искусственный интеллект» как разделе информатики. При этом родилась и сама информатика, подчинив себе прародительницу «кибернетику». В конце 1970-х создаётся толковый словарь по искусственному интеллекту, трёхтомный справочник по искусственному интеллекту и энциклопедический словарь по информатике, в котором разделы «Кибернетика» и «Искусственный интеллект» входят наряду с другими разделами в состав информатики. Термин «информатика» в 1980-е годы получает широкое распространение, а термин «кибернетика» постепенно исчезает из обращения, сохранившись лишь в названиях тех институтов, которые возникли в эпоху «кибернетического бума» конца 1950-х — начала 1960-х годов. Такой взгляд на искусственный интеллект, кибернетику и информатику разделяется не всеми. Это связано с тем, что на Западе границы данных наук несколько отличаются.

Современное положение дел

В настоящий момент (2008) в создании искусственного интеллекта (в первоначальном смысле этого слова, экспертные системы и шахматные программы сюда не относятся) наблюдается дефицит идей. Практически все подходы были опробованы, но к возникновению искусственного разума ни одна исследовательская группа так и не подошла.

Некоторые из самых впечатляющих гражданских ИИ систем:

- Deep Blue — победил чемпиона мира по шахматам. (Матч Каспаров против суперЭВМ не принёс удовлетворения ни компьютерщикам, ни шахматистам и система не была признана Каспаровым, хотя оригинальные компактные шахматные программы неотъемлемый элемент шахматного творчества. Затем линия суперкомпьютеров IBM проявилась в проектах brute force BluGene (молекулярное моделирование) и моделирование системы пирамидальных клеток в швейцарском центре Blue Brain. Данная история — пример запутанных и засекреченных отношений ИИ, бизнеса, и национальных стратегических задач.)
- Mycin — одна из ранних экспертных систем, которая могла диагностировать небольшой набор заболеваний, причем часто так же точно как и доктора.
- 20q — проект, основанный на идеях ИИ, по мотивам классической игры «20 вопросов». Стал очень популярен после появления в интернете на сайте 20q.net.
- Распознавание речи. Системы такие как ViaVoice способны обслуживать потребителей.

Роботы в ежегодном турнире RoboCup соревнуются в упрощённой форме футбола.

5. Применение и перспективы развития искусственного интеллекта.

Банки применяют системы искусственного интеллекта (СИИ) в страховой деятельности (актуарная математика) при игре на бирже и управлении собственностью. В августе 2001 года роботы выиграли у людей в импровизированном соревновании по трейдингу. Методы распознавания образов, (включая, как более сложные и специализированные, так и нейронные сети) широко используют при оптическом и акустическом распознавании (в том числе текста и речи), медицинской диагностике, спам-фильтрах, в системах ПВО (определение целей), а также для обеспечения ряда других задач национальной безопасности.

Разработчики компьютерных игр вынуждены применять ИИ той или иной степени проработанности. Стандартными задачами ИИ в играх являются нахождение пути в двухмерном или трёхмерном пространстве, имитация поведения боевой единицы, расчёт верной экономической стратегии и так далее.

Перспективы ИИ

Просматриваются два направления развития ИИ:

- первое заключается в решении проблем связанных с приближением специализированных систем ИИ к возможностям человека и их интеграции, которая реализована природой человека.
- второе заключается в создании Искусственного Разума, представляющего интеграцию уже созданных систем ИИ в единую систему, способную решать проблемы человечества.

Связь с другими науками

Искусственный интеллект тесно связан с *трансгуманизмом*. А вместе с *нейрофизиологией* и *когнитивной психологией* он образует более общую науку, называемую **когнитологией**. Отдельную роль в искусственном интеллекте играет *философия*.

Философские вопросы

Наука «о создании искусственного разума» не могла не привлечь внимание философов. С появлением первых интеллектуальных систем были затронуты фундаментальные вопросы о человеке и знании, а отчасти о мироустройстве. С одной стороны, они неразрывно связаны с этой наукой, а с другой — привносят в неё некоторый хаос. Среди исследователей ИИ до сих пор не существует какой-либо доминирующей точки зрения на критерии интеллектуальности, систематизацию решаемых целей и задач, нет даже строгого определения науки.

Что считать интеллектом?

Существуют разные точки зрения на этот вопрос. Аналитический подход предполагает анализ высшей нервной деятельности человека до низшего, неделимого уровня (функция высшей нервной деятельности, элементарная реакция на внешние раздражители (стимулы), раздражение синапсов совокупности связанных функцией нейронов) и последующее воспроизведение этих функций.

Некоторые специалисты за интеллект принимают способность рационального, мотивированного выбора, в условиях недостатка информации. То есть интеллектуальной просто считается та программа деятельности (не обязательно реализованная на современных ЭВМ), которая сможет выбрать из определенного множества альтернатив, например, куда идти в случае «налево пойдёшь ...», «направо пойдёшь ...», «прямо пойдёшь...»

Наука о знании

Также, с проблемами искусственного интеллекта тесно связана эпистемология — наука о знании в рамках философии. Философы, занимающиеся данной проблематикой, решают вопросы, схожие с теми, которые решаются инженерами ИИ о том, как лучше представлять и использовать знания и информацию.

ИИ и религия

Среди последователей авраамических религий существует несколько точек зрения на возможность создания ИИ на основе структурного подхода.

По одной из них мозг, работу которого пытаются имитировать системы, по их мнению, не участвует в процессе мышления, не является источником сознания и какой-либо другой умственной деятельности. Создание ИИ на основе структурного подхода невозможно.

В соответствии с другой точкой зрения, мозг участвует в процессе мышления, но в виде "передатчика" информации от души. Мозг ответственен за такие "простые" функции, как безусловные рефлексы, реакция на боль и тп. Создание ИИ на основе структурного подхода возможно, если конструируемая система сможет выполнять "передаточные" функции.

Обе позиции не соответствуют данным современной науки, т.к. понятие душа не рассматривается современной наукой в качестве научной категории.

По мнению многих буддистов ИИ возможен. Так, духовный лидер далай-лама XIV не исключает возможности существования сознания на компьютерной основе.

Разлиты активно поддерживают разработки в области искусственного интеллекта.

ИИ и научная фантастика

В научно-фантастической литературе ИИ чаще всего изображается как сила, которая пытается свергнуть власть человека (Омниус, HAL 9000, Скайнет, Colossus , Матрица и репликант) или обслуживающий гуманоид (С-3РО, Data, KITT и KARR, Двухсотлетний человек). Неизбежность доминирования над миром ИИ, вышедшего из под контроля, оспаривается такими фантастами как Айзек Азимов и Kevin Warwick.

Любопытное видение будущего представлено в романе «Выбор по Тьюрингу» писателя-фантаста Гарри Гаррисона и ученого Марвина Мински. Авторы рассуждают на тему утраты человечности у человека, в мозг которого была вживлена ЭВМ, и приобретения человечности машиной с ИИ, в память которой была скопирована информация из головного мозга человека.

Некоторые научные фантасты, например Вернор Виндж, также размышляли над последствиями появления ИИ, которое, по-видимому, вызовет резкие драматические изменения в обществе. Такой период называют технологической сингулярностью.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа №1 (1 час).

Тема: «Постановка и решение задачи линейного программирования в MS Excel»

На ЛР-1 происходит привитие навыков решения задач с применением специальных методов и алгоритмов на основе специально подобранных примеров нарастающей сложности, выстроенных по типу **практикума** (особый вид проведения учебных занятий, покрывающий определенную тему образовательной области, имеющий целью практическое усвоение основных положений предмета), а также применяется метод ПОПС-формулы. На занятии студенты высказывают свою точку зрения, отношение к предложенной проблеме. ПОПС-формула применяется для закрепления изученного материала на лекционном занятии. Каждый студент выбирает одну из предложенных задач или создает свою. В случае необходимости студент может усложнить выбранную задачу, повторно решив ее, используя компьютерную симуляцию. После решения задачи студент защищает решение по методу ПОПС-формулы, высказывая: П-позицию (объясняет, в чем заключена точка зрения студента); О-обоснование (не просто объясняет свою позицию, но и доказывает); П-пример (при разъяснении сути позиции пользуется конкретными примерами); С-следствие (делает вывод в результате обсуждения определенной проблемы).

2.1.1 Цель работы: изучить и проанализировать решение задачи линейного программирования в MS Excel

2.1.2 Задачи работы:

1. Изучение постановки задачи линейного программирования
2. Изучение решения задачи линейного программирования
3. Изучение решения задачи линейного программирования в MS Excel

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер
2. Microsoft Office Excel

2.1.4 Описание (ход) работы:

1. Формализация прикладных экономических задач в виде основной задачи линейного программирования.

Постановка задачи предполагает четкую экономическую формулировку, включающую цель решения, установление планового периода, выяснение известных параметров объекта и тех, количественное значение которых нужно определить, их производственно-экономических связей, а также множества факторов и условий, отражающих моделируемый процесс.

Модель экономической задачи состоит из трех частей.

I. Целевая функция (критерий оптимальности), описывающая конечную цель, преследуемую при решении задачи.

II. Система ограничений, которая включает основные и дополнительные ограничения. Основные ограничения описывают расход производственных ресурсов (консервативная часть модели), дополнительные – имеют различный характер, являются изменяемой частью модели, с помощью которой отражаются особенности моделируемой задачи.

III. Условие неотрицательности переменных величин.

Остановимся подробнее на каждой части модели.

Так, цель решения задачи выражается количественно конкретным показателем, называемым критерием оптимальности. Он должен соответствовать экономической сущности решаемой задачи.

Существует достаточно большое количество локальных критериев оптимизации, используемых как в промышленном производстве, так и в сельском хозяйстве:

- максимум производства валовой продукции в стоимостном выражении;
- максимум валового дохода, представляющего разницу между валовой продукцией в стоимостном выражении и суммой материальных затрат на ее производство;
- максимум чистого дохода, измеряемого разницей между стоимостью валовой продукции и суммой издержек производства;
- максимум прибыли, измеряемой разницей между суммой денежных поступлений от реализации продукции и ее полной себестоимостью;
- минимум производственных затрат на заданный план производства продукции, исчисляемых по формуле:

$$C = S + a k,$$

где S – текущие производственные затраты;

k – удельные капиталовложения;

a – норма эффективности капиталовложений;

– максимум приведенной прибыли, измеряемой разницей между валовой выручкой за реализованную продукцию и приведенными затратами на ее производство;

– максимум денежных поступлений от реализации продукции;

– минимум производственных затрат на заданный план производства продукции.

В постановке задачи должно быть четко определено, что является неизвестным, какие переменные величины и их численные значения необходимо найти в процессе решения.

Перечень переменных величин должен отражать характер, основное содержание моделируемого экономического процесса.

Количество переменных зависит от выбора планового периода (долгосрочный, среднесрочный, текущий), который оказывает существенное влияние на степень их детализации. Чем ближе период, на который составляется модель, тем больше детализация переменных. При планировании на более отдаленную перспективу (пятилетний план, план организационно-хозяйственного устройства на перспективу) необходимости в столь подробной детализации переменных нет.

Кроме того, количество переменных зависит и от того, насколько подробно в модели должны быть представлены следующие признаки: вид продукции; направление ее использования; способы, каналы и сроки производства и реализации продукции.

По экономической роли в моделируемом процессе все переменные классифицируются на *основные и вспомогательные*.

К *основным* переменным можно отнести:

- объемы производства продукции (бытовой техники, строительных и отделочных материалов, мебели, и т.д.);
- количество сырья, используемого для промышленного производства;
- количество промышленного оборудования;
- поголовье сельскохозяйственных животных;
- площади посева сельскохозяйственных угодий;
- количество сельскохозяйственной техники;
- количество минеральных удобрений и пр.

Вспомогательные переменные привлекают для облегчение математической формулировки условий, определения расчетных величин (объемов производства, показателей эффективности производства и т.д.).

При математической реализации задач для преобразования неравенств в равенства вводятся дополнительные переменные, которые используются при анализе промежуточных решений и оптимального варианта.

Для каждой переменной устанавливают конкретную единицу измерения (шт., га, ц., чел.-ч., и т.д.) При этом руководствуются следующими требованиями:

- 1) целесообразно выбирать одинаковые единицы измерения по однотипным группам переменных;
- 2) единицы измерения не должны затруднять анализ оптимального решения и вызывать дополнительные расчеты;
- 3) технико-экономические коэффициенты нецелесообразно представлять слишком большими или слишком малыми числами.

После установления состава переменных определяют систему ограничений модели, отражающих условия реализации задачи. Ограничения, представленные в виде линейных неравенств и уравнений, отражают организационно-экономические и технологические условия и требования, которые характеризуют данное производство.

Ограничение записываются тремя типами линейных соотношений: меньше или равно (\leq), больше или равно (\geq) и равно ($=$). По своей роли в модели они подразделяются на основные, дополнительные и вспомогательные.

Основные ограничения выражают главные, наиболее существенные условия задачи. Они накладываются на все или большинство переменных моделей. К основным относятся ограничения по использованию производственных ресурсов.

Дополнительные ограничения накладываются на небольшое количество переменных величин или отдельные переменные. Обычно они формулируются в виде неравенств.

Вспомогательные ограничения вводят для облегчения разработки числовых моделей, обеспечение правильной формулировки экономических требований. Самостоятельного экономического значения не имеют. С помощью вспомогательных ограничений могут быть записаны условия пропорциональной связи между переменными или их группами.

Размеренность величин каждого ограничения определяется размеренностью его правой части. Если она, например, означает запас ресурсов труда в человеко-часах, то в левой части ограничения показатели по использованию трудовых ресурсов по всем видам деятельности также выражаются в человеко-часах.

В зависимости от задачи и объекта, по которому эта задача должна быть построена, необходимо определить *характер и объем информации, источники ее сбора и методы обработки*.

Источниками информации служат годовые отчеты, производственно-финансовые и перспективные планы, планы организационно-хозяйственного устройства, данные первичного учета, технологические карты производства различных видов продукции, а также различные нормативные справочники.

Целью переработки исходной информации являются разработка и обоснование системы технико-экономических характеристик объекта или процесса. Для любой модели эти характеристики формируются в виде технико-экономических коэффициентов a_{ij} , коэффициентов целевой функции c_j и констант или объемных показателей ресурсов или продуктов b_i .

Технико-экономические коэффициенты представляют собой основную часть входной информации, которая поступает в модель как в преобразованном, так и не в преобразованном виде. Коэффициенты можно подразделить на группы: удельные нормативы затрат или выхода продукции, коэффициенты пропорциональности.

Удельные нормативы затрат или выхода продукции представляют собой технико-экономическую характеристику видов (способов) деятельности. По экономическому содержанию выделяют коэффициенты, характеризующие затраты i -го ресурса на единицу j -го вида деятельности – a_{ij} и коэффициенты выхода v_{ij} .

Удельные коэффициенты затрат и выхода рассчитывают на основе нормативных справочников, технологических карт с использованием методов математической статистики и другими способами. От их достоверности зависит результат решения задачи. Единицы измерения этих величин определяются отношением единицы измерения b_i к единице измерения x_j .

Коэффициенты пропорциональности (W_{ij}) – это коэффициенты при переменных в тех ограничениях, которые предусматривают определенные пропорции между зависимыми переменными.

Экономическое содержание коэффициентов в целевой функции (c_j) определяется характером критерия оптимальности. Числовое значение критерия оптимальности чаще всего исчисляются как сумма произведений коэффициентов целевой функции и значений переменных, то есть $\sum c_j x_j$.

Большое число экономических задач сводится к линейным математическим моделям. Традиционно оптимизационные линейные математические модели называются модели линейного программирования. Под линейным программированием понимается линейное планирование, т.е. получение оптимального плана решения в задачах, имеющих линейную структуру.

Основная задача линейного программирования звучит следующим образом: пусть некоторые предприятие имеет m видов производственных ресурсов, порядковый номер ресурсов – i , т.е. $i = 1, 2, 3, \dots, m$; наличие каждого вида ресурсов известно и обозначается b_i ; предположим, что предприятие может производить n видов продукции, порядковый номер продукции – j , т.е. $j = 1, 2, 3, \dots, n$; необходимо определить какое количество единиц продукции каждого вида надо производить (x_j), чтобы получить максимум этой продукции в стоимостном выражении, если известно, что затраты на производство единицы продукции каждого вида ресурса a_{ij} единиц и цена реализации – c_j .

Общий вид экономико-математической модели:

$$\text{I. } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max.$$

$$\text{II. } a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1,$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2,$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m.$$

$$\text{III. } x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0.$$

Структурная форма записи экономико-математической модели:

$$\text{I. } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max.$$

$$\text{II. } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq b_i, i = 1, 2, \dots, m.$$

$$\text{III. } x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n.$$

Целевая функция в модели может стремиться как к \max , так и к \min , исходя из условия задачи.

2. Решение задач линейного программирования в MS Excel. Экономическая интерпретация результатов решения задач.

Негосударственный пенсионный фонд России «Галина» решил инвестировать свободные денежные средства в ценные бумаги разных компаний. На фондовой бирже интересы фонда представлены тремя инвесторами («Инвест-Компани»; «Рус-Инвест»; «Инвест-Гарант»). Они могут разместить имеющийся капитал в четырех компаниях (ОАО «Русь»; ОАО «Заря»; ОАО «Луч»; ОАО «Мир»). Доходность каждой ценной бумаги и ее стоимость представлены в таблице 1.

Необходимо найти максимально возможную прибыль негосударственного пенсионного фонда «Галина» от инвестирования в ценные бумаги.

Решение

1. Состав переменных:

x_1 – количество ценных бумаг ОАО «Русь»,

x_2 – количество ценных бумаг ОАО «Заря»,

x_3 – количество ценных бумаг ОАО «Луч»,

x_4 – количество ценных бумаг ОАО «Мир».

Таблица 1 – Исходные данные к задаче

Инвестор	Цена ценной бумаги				Ресурсы
	ОАО "Русь"	ОАО "Заря"	ОАО "Луч"	ОАО "Мир"	
"Инвест-Компани"	4	2	2	3	35
"Рус-Инвест"	1	1	2	3	30
"Инвест-Гарант"	3	1	2	1	40
Доходность	14	10	14	11	

2. Целевая функция. Критерий оптимальности – получение максимальной суммарной доходности пенсионного фонда, исходя из имеющихся денежных ресурсов. Тогда модель будет выглядеть следующим образом:

$$\text{I. } Z = 14x_1 + 10x_2 + 14x_3 + 11x_4 \rightarrow \max.$$

$$\text{II. } 4x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 3x_4 \leq 35,$$

$$x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 \leq 30,$$

$$3x_1 + x_2 + 2x_3 + x_4 \leq 40.$$

$$\text{III. } x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0.$$

Для решения поставленной задачи воспользуемся табличным редактором MS Excel.

В ячейку A1 запишем целевую функцию (рисунок 1). В ячейки B1:B3 запишем основные ограничения до знака неравенства.

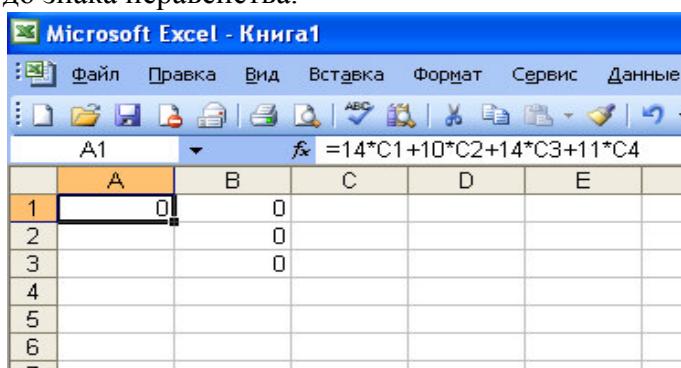


Рисунок 1 – Целевая функция

После того, как числовая модель записана, необходимо установить курсор в ячейку A1, в которой расположена целевая функция. Далее выбираем вкладку «Сервис» – «Поиск решения», при этом откроется диалоговое окно данной функции, представленное на рисунке 2.

Далее устанавливаем курсор в ячейку A1, выбираем вкладку «Сервис» - «Поиск решения» и в появившемся диалоговом окне устанавливаем параметры, которые представлены на рисунке 2.

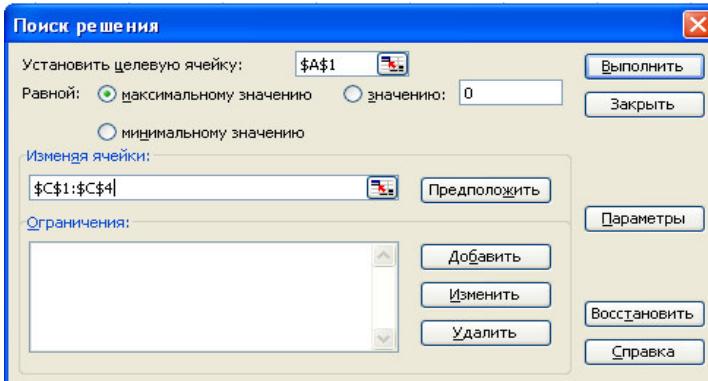


Рисунок 2 – Поиск решения

В открывшемся окне необходимо установить целевую ячейку, а поскольку у вас курсор стоял на ячейке A1, то значение целевой ячейки будет верным. В противном случае необходимо установить адрес целевой ячейки вручную.

Следующим шагом будет установление маркера в положение соответствующего критерия оптимальности: максимальное или минимальное значение. В окне «Изменяя ячейки» следует указать адреса ячеек, соответствующих переменным. Для этого необходимо выделить диапазон ячеек с C1 по C4.

В окне «Ограничения» следует активировать кнопку «Добавить». Откроется окно «Добавить ограничения», представленное на рисунке 3.

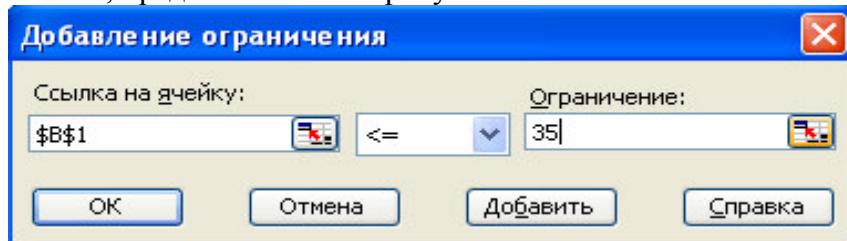


Рисунок 3 – Добавление ограничений

Для ввода первого ограничения в окне «Ссылка на ячейку» указываем адрес ячейки, где находится левая часть 1-го ограничения \$B\$1, затем выбираем знак ограничения « \leq », а в поле «ограничение» – значение 35. Активируем клавишу «Добавить» и аналогично вводим оставшиеся ограничения. Затем вводим условие неотрицательности. Для этого в окне «Ссылка на ячейку» указываем диапазон ячеек, в которых находятся переменные (\$C\$1: \$C\$4). Аналогично вводится условие целочисленности переменных.

Указав все условия задачи, переходим к поиску максимальной доходности пенсионного фонда (рисунок 4).

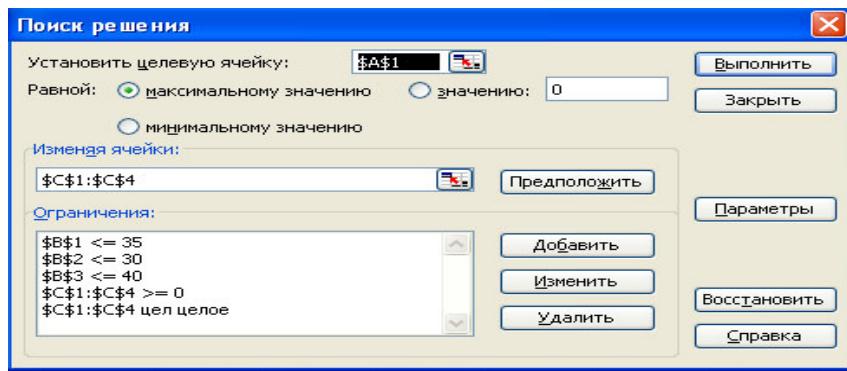


Рисунок 4 – Поиск максимальной доходности пенсионного фонда

Выбираем команду «Выполнить». На экране появится окно «Результаты поиска решения» (рисунок 5).

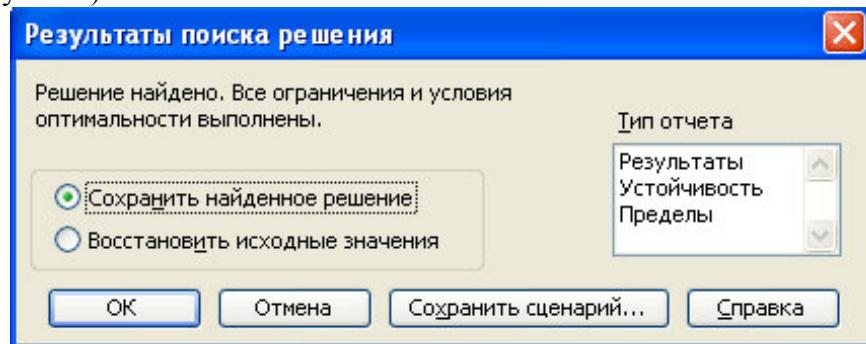


Рисунок 5 – Результаты поиска решения

Если модель составлена правильно и имеет решение, в открывшемся окне будет сообщение «Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены». Для просмотра результатов решения задачи в окне «Тип отчета» необходимо выбрать «Результаты» и нажать «OK». В рабочем файле появится новый лист «Отчет по результатам», в котором представлено решение задачи (рисунок 6). Решение задачи окончено, можно распечатать результаты.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Microsoft Excel 11.0 Отчет по результатам					
2		Рабочий лист: [Книга1]Лист1					
3		Отчет создан: 09.04.2010 11:13:05					
4							
5							
6		Целевая ячейка (Максимум)					
7		Ячейка Имя Исходное значение Результат					
8		\$A\$1	222	222			
9							
10							
11		Изменяемые ячейки					
12		Ячейка Имя Исходное значение Результат					
13		\$C\$1	0	0			
14		\$C\$2	4	4			
15		\$C\$3	13	13			
16		\$C\$4	0	0			
17							
18							
19		Ограничения					
20		Ячейка Имя Значение Формула Статус Разница					
21		\$B\$1	34	\$B\$1<=35	не связан.	1	
22		\$B\$2	30	\$B\$2<=30	связанное	0	
23		\$B\$3	30	\$B\$3<=40	не связан.	10	
24		\$C\$1	0	\$C\$1>=0	связанное	0	
25		\$C\$2	4	\$C\$2>=0	не связан.	4	
26		\$C\$3	13	\$C\$3>=0	не связан.	13	
27		\$C\$4	0	\$C\$4>=0	связанное	0	
28		\$C\$1	0	\$C\$1=целое	связанное	0	
29		\$C\$2	4	\$C\$2=целое	связанное	0	
30		\$C\$3	13	\$C\$3=целое	связанное	0	
31		\$C\$4	0	\$C\$4=целое	связанное	0	
32							
33							

Рисунок 6 – Отчет по результатам

Результат, полученный в ячейке A1, представляет значение целевой функции. Из приведенных данных мы видим, что максимально возможный доход от вложения в ценные бумаги равен 222 единицам. Ячейки C1:C4 указывают на количество приобретенных ценных бумаг. Для получения максимального дохода необходимо приобрести 4 акции компании ОАО «Заря» и 13 акций ОАО «Луч». После совершенных действий остаток ресурсов «Инвест-Компани» составит 1 единицу, а «Инвест-Гарант» – 10 единиц, а ресурсы «Рус-Инвест» будут исчерпаны полностью.

Примечания

Если поиск не может найти оптимальное решение, в диалоговом окне **Результат поиска решения** выводится одно из следующих сообщений.

Поиск не может улучшить текущее решение. Все ограничения выполнены.

В процессе поиска решения нельзя найти такой набор значений влияющих ячеек, который был бы лучше текущего решения. Приблизительное решение найдено, но либо дальнейшее уточнение невозможно, либо погрешность, заданная в диалоговом окне **Параметры поиска решения** слишком высока. Измените погрешность на меньшее число и запустите процедуру поиска решения снова.

Поиск остановлен (истекло заданное на поиск время).

Время, отпущенное на решение задачи, исчерпано, но достичь удовлетворительного решения не удалось. Чтобы при следующем запуске процедуры поиска решения не повторять выполненные вычисления, установите переключатель **Сохранить найденное решение** или **Сохранить сценарий**.

Поиск остановлен (достигнуто максимальное число интеграций).

Произведено разрешенное число интеграций, но достичь удовлетворительного решения не удалось. Увеличение числа итераций может помочь, однако следует рассмотреть результаты, чтобы понять причины остановки. Чтобы при следующем запуске процедуры поиска решения не повторять выполненные вычисления, установите переключатель **Сохранить найденное решение** или нажать кнопку **Сохранить сценарий**.

Значение целевой ячейки не сходятся.

Значение целевой ячейки неограниченно увеличивается (или уменьшается), даже если все ограничения соблюдены. Возможно следует в задаче снять одно ограничение или сразу несколько. Изучите процесс расхождения решения, проверьте ограничения и запустите задачу снова.

Поиск не может найти подходящего решения.

В процессе поиска решения нельзя сделать итерацию, которая удовлетворяла бы всем ограничениям при заданной точности. Вероятно, ограничения противоречивы. Исследуйте лист на предмет возможных ошибок в формулах ошибок в формулах ограничений или в выборе ограничений.

Поиск остановлен по требованию пользователя.

Нажата кнопка **Стоп** в диалоговом окне **Текущее состояние поиска решения** после прерывания поиска решения в процессе выполнения итераций.

Условия для линейной модели не удовлетворяются.

Установлен флажок **Линейная модель**, однако итоговый пересчет порождает такие значения, которые не согласуются с линейной моделью. Это означает, что решение недействительно для данных формул листа. Чтобы проверить линейность задачи, установите флажок **Автоматическое масштабирование** и повторно запустите задачу. Если это сообщение опять появится на экране, снимите флажок **Линейная модель** и снова запустите задачу.

При поиске решения обнаружено ошибочное значение в целевой ячейке или в ячейке ограничения.

При пересчете значений ячеек обнаружена ошибка в одной формуле или в нескольких сразу. Найдите целевую ячейку или ячейку ограничения, порождающие ошибку, и измените их формулы так, чтобы они возвращали подходящее числовое значение.

Набранное неверное имя или формула в окне **Изменить ограничения**, либо в поле **Ограничения** было задано целое или двоичное ограничение. Чтобы ограничить значение ячейки множеством целых чисел выберите оператора **целого** ограничения в списке условных операторов. Чтобы установить двоичное ограничение, выберите оператор для **двоичного** ограничения.

Задания

Задача 1

Кожгалантерейная фабрика выпускает три вида продукции: кожаные перчатки, ремни и сумочки. Согласно заключенным с магазинами договорам фабрика должна еженедельно поставлять не менее 70 пар перчаток, 30 ремней и 60 сумочек. Ресурсы на неделю следующие: 700 единиц труда, 580 единиц производственного оборудования, 600 единиц сырья, 540 единиц электроэнергии, расход которых на одну номенклатурную единицу продукции представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные к задаче 1

Ресурсы	Вид продукции		
	Перчатки	Ремни	Сумочки
Труд	3	3	4
Оборудование	2	3	4
Сырье	1	2	5
Электроэнергия	3	4	2

Цена перчаток равна 350 денежным единицам, ремней – 520 денежным единицам и сумочек – 700 денежным единицам.

Необходимо определить, сколько единиц каждого вида продукции надо выпускать, чтобы общая стоимость выпускаемой продукции была максимальной.

Задача 2

Для производства трех видов блокнотов бумажная фабрика использует два вида ресурса: натуральную кожу и бумагу. Нормы затрат ресурсов на блокнот, прибыль от реализации одного изделия и общее количество имеющихся ресурсов каждого вида приведены в таблице 3.

Таблица 3 –Исходные данные к задаче 2

Ресурсы	Нормы затрат ресурсов на одно изделие			Общее количество ресурсов
	Блокнот 1	Блокнот 2	Блокнот 3	
Натуральная кожа, м ²	0,25	0,15	0,1	30
Бумага, м ²	5	3	2	400
Трудоёмкость, чел.-ч.	1,5	1	0,75	400
Прибыль от реализации одного изделия, руб.	250	200	150	

Определить, сколько блокнотов каждого вида фабрике следует изготовить, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

Задача 3

Торговая фирма для продажи товаров 3-х видов использует ресурсы: время и площадь торговых залов. Затраты ресурсов на продажу одной партии товаров каждого вида приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные к задаче 3

Ресурсы	Вид товара			Объём ресурсов
	1	2	3	
Время, чел.-ч.	0,5	0,7	0,6	370
Площадь, м ²	0,1	0,3	0,2	90
Прибыль от реализации одной партии товара, у.е.	5	8	6	-

Прибыль, получаемая от реализации одной партии товара 1-го вида – 5 условных единиц, 2-го вида – 8 условных единиц, 3-го вида – 6 условных единиц. Определить оптимальную структуру товарооборота, обеспечивающую фирме максимальную прибыль.

Задача 4

На основе имеющихся данных определить оптимальную структуру активов и пассивов банка для максимизации текущей прибыли. Производственные ресурсы:

- 1) трудовые ресурсы - 15000 чел. часов;
- 2) офисные площади - 10000 клиентов в год;

Собственный капитал – 100 млн. руб. Норматив М1 (max Активы/ СК) – 10. Норма обязательных отчислений в резерв – 10% от привлеченных средств.

Годовые процентные ставки:

по кредитам, выданным:

- физ. лицам – 16%,
- юр. лицам – 12%,
- купонный доход по облигациям – 8%.

по депозитам привлеченным:

- физ. лиц – 4%,

- юр. лиц – 6%,
- по межбанковскому кредиту – 8%.

Удельные затраты производственных ресурсов на 1 млн. привлеченных и размещенных средств представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные к задаче 4

Показатели	Затраты труда, чел. дней	Использование офисных площадей, клиентов
Кредиты, выданные физ. лицам	40	40
Кредитам, выданные юр. лицам	20	5
Облигации	1	0
Депозиты привлеченные, физ. лиц	40	50
Депозиты привлеченные, юр. лиц	20	10
Межбанковский кредит	1	0

Политикой банка установлено, что он должен иметь не менее 8000 клиентов – физ. лиц. Существуют ограничения по привлечению межбанковского кредита – не более 200 млн. рублей.

3. Защита решения задачи.

2.2 Лабораторная работа № 2 (1 час).

Тема: «Формализация экономических задач и их решение на основе модели транспортной задачи. Использование для решения MS Excel»

На ЛР-2 происходит привитие навыков решения задач с применением специальных методов и алгоритмов на основе специально подобранных примеров нарастающей сложности, выстроенных по типу **практикума** (особый вид проведения учебных занятий, покрывающий определенную тему образовательной области, имеющий целью практическое усвоение основных положений предмета), а также применяется метод ПОПС-формулы. На занятии студенты высказывают свою точку зрения, отношение к предложенной проблеме. ПОПС-формула применяется для закрепления изученного материала на лекционном занятии. Каждый студент выбирает одну из предложенных задач или создает свою. В случае необходимости студент может усложнить выбранную задачу, повторно решив ее, используя компьютерную симуляцию. После решения задачи студент защищает решение по методу ПОПС-формулы, высказывая: П-позицию (объясняет, в чем заключена точка зрения студента); О-обоснование (не просто объясняет свою позицию, но и доказывает); П-пример (при разъяснении сути позиции пользуется конкретными примерами); С-следствие (делает вывод в результате обсуждения определенной проблемы).

2.2.1 Цель работы: изучить способы формализации экономических задач и их решение на основе модели транспортной задачи. Использовать для решения задач программный продукт MS Excel

2.2.2 Задачи работы:

1. Изучение способов формализации экономических задач
2. Изучение способов решения экономических задач на основе модели транспортной задачи
3. Использование программного продукта MS Excel при решении данных задач

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер

2. Microsoft Office Excel

2.2.4 Описание (ход) работы:

1. Стандартная модель транспортной задачи.

Среди проблем, для исследования которых успешно применяется линейное программирование, важное значение имеет так называемая транспортная задача.

Общая постановка этой задачи применительно к экономической проблеме экономии издержек производства формулируется так: имеется несколько пунктов назначения (предприятий, потребителей, a_j , $j = \overline{1, n}$); требуется перевезти некоторое количество однородного товара (x_{ij}) из различных пунктов отправления (поставщики, b_i , $i = \overline{1, m}$) в несколько пунктов назначения; каждый из поставщиков может выделить только определенное количество единиц товара и каждому потребителю требуется также определенное количество единиц этого товара; известны расстояния или стоимости перевозки единицы товара от каждого поставщика к каждому потребителю (c_{ij}). Задача состоит в том, чтобы найти такие маршруты перевозок, из всех возможных связей поставщиков и потребителей, при которых общие транспортные расходы были бы минимальными.

Общий вид экономико-математической модели:

$$\text{I. } Z = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \dots + c_{1n}x_{1n} + c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + \dots + c_{2n}x_{2n} + \dots + c_{m1}x_{m1} + c_{m2}x_{m2} + \dots + c_{mn}x_{mn} \rightarrow \min.$$

$$\begin{aligned} \text{II. 1)} \quad & x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} = b_1; \\ & x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} = b_2; \\ & \dots \\ & x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} = b_m. \\ \text{2)} \quad & x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} = a_1; \\ & x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} = a_2; \\ & \dots \\ & x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} = a_n. \end{aligned}$$

$$\text{III. } x_{11} \geq 0, x_{12} \geq 0, \dots, x_{mn} \geq 0.$$

Структурная форма записи экономико-математической модели:

$$\text{I. } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min.$$

$$\text{II. 1)} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = b_i, \quad i = \overline{1, m}.$$

$$\text{2)} \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} = a_j, \quad j = \overline{1, n}.$$

$$\text{III. } x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}.$$

Транспортная задача может быть решена с помощью одного из распределительных методов. С помощью алгоритма, разработанного для решения транспортной задачи, решаются многие экономические задачи, не имеющие характера перевозок, но условия, которых укладываются в модель транспортной задачи (распределение посевных площадей, составление различных смесей, размещение предприятий, раскрой материала и т.д.).

Этапы решения транспортной задачи:

- 1) проверка сбалансированности задачи;
- 2) определение переменных;

- 3) построение сбалансированной транспортной матрицы;
- 4) задание целевой функции;
- 5) задание ограничений;
- 6) решение задачи в Excel;
- 7) анализ результатов решения задачи:

В общей постановке в финансово-экономической интерпретации транспортная задача выглядит следующим образом.

Имеется m коммерческих банков с денежными средствами b_i в каждом. Имеется n держателей банковских карт с потребностью в денежных средствах a_j . Стоимость перевода денежных средств от m -го коммерческого банка до n -го держателя банковских карт равна c_{ij} .

Для модели транспортной задачи примем следующие обозначения:

a_j – потребность в денежных средствах держателей банковских карт $(j = 1, 2, 3, \dots, n)$;

b_i – наличие денежных средств у коммерческих банков ($i = 1, 2, 3, \dots, m$);

c_{ij} – стоимость перевода денежных средств от i -го коммерческого банка к j -му держателю банковских карт.

Матрица c_{ij} называется матрицей тарифов (издержек).

Планом транспортной задачи называется матрица $X = (x_{ij})$ где каждое число x_{ij} обозначает количество денежных средств, которые необходимо перечислить из i -го банка к j -му держателю. Матрица X называется еще матрицей перевозок. Чаще всего матрицы тарифов и перевозок совмещают в одну двойную матрицу (таблица 1).

Если наличие денежных средств и потребности равны между собой, то задача является закрытой (сбалансированной):

$$\sum_{i=1}^m b_i = \sum_{j=1}^n a_j. \quad (1)$$

Если наличие денежных средств и потребностей не совпадают между собой, задача является открытой (несбалансированной):

$$\sum_{i=1}^m b_i \neq \sum_{j=1}^n a_j. \quad (2)$$

Таблица 1 – Общий вид транспортной матрицы

Коммерческие банки	Держатели банковских карт					Наличие денежных средств
	1	2	3	...	n	
1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	c_{13} x_{13}	...	c_{1n} x_{1n}	b_1
2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	c_{23} x_{23}	...	c_{2n} x_{2n}	b_2
3	c_{31} x_{31}	c_{32} x_{32}	c_{33} x_{33}	...	c_{3n} x_{3n}	b_3
...
m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}	c_{m3} x_{m3}	...	c_{mn} x_{mn}	b_m
Потребность в денежных средствах	a_1	a_2	a_3	...	a_n	$\sum_{j=1}^n a_j = \sum_{i=1}^m b_i$

В случае, когда суммарные запасы денежных средств коммерческих банков превышают суммарные потребности в денежных средствах держателей банковских карт,

необходим дополнительный фиктивный держатель банковской карты, который будет формально использовать существующий излишек денежных средств, то есть:

$$a_\phi = \sum_{i=1}^m b_i - \sum_{j=1}^n a_j. \quad (3)$$

В случае, когда *суммарная потребность в денежных средствах держателей банковских карт превышают суммарные запасы денежных средств коммерческих банков*, необходим фиктивный коммерческий банк, формально восполняющий существующий недостаток денежных средств держателей банковских карт:

$$b_\phi = \sum_{j=1}^n a_j - \sum_{i=1}^m b_i. \quad (4)$$

В нашем примере x_{ij} – количество денежных средств, переводимых из i -ого коммерческого банка к j -му держателю банковской карты (если по условию задачи введен фиктивный коммерческий банк или держатель банковской карты, то необходимо ввести фиктивные переменные, которые обозначаются x_{ij}^ϕ).

$F(X)$ – денежные расходы на перевод всех денежных средств (руб.).

Задача сводится к тому, чтобы отыскать неотрицательные значения, при которых целевая функция стремится к минимуму

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min. \quad (5)$$

Введение фиктивного держателя банковской карты или банка повлечет необходимость формального задания фиктивных тарифов c_{ij}^ϕ (реально не существующих) для фиктивного перевода денежных средств. Поскольку нас интересует определение наиболее выгодных реальных переводов денежных средств, то необходимо предусмотреть, чтобы при решении задачи (при нахождении опорных планов) фиктивные переводы не рассматривались до тех пор, пока не будут определены все реальные переводы. Для этого надо фиктивные переводы сделать невыгодными, то есть дорогими, чтобы при поиске решения задачи их рассматривали в самую последнюю очередь. Таким образом, величина фиктивных тарифов должна превышать максимальный из реальных тарифов, используемых в модели, то есть:

$$c_{ij}^\phi > \max c_{ij} \left(i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \right) \quad (6)$$

При этом необходимо выполнение следующих основных условий:

1) от каждого кредитного банка можно перевести столько денежных средств, сколько у него имеется, то есть сумма искомых переводов от каждого коммерческого банка равна наличию у него денежных средств (условия перевода всех денежных средств из коммерческих банков):

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = b_i; \quad (7)$$

2) каждому держателю банковских карт нужно перевести необходимое ему количество денежных средств, то есть сумма искомых переводов равна потребностям держателей банковских карт (условия полного удовлетворения держателей банковских карт):

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = a_j; \quad (8)$$

3) условия неотрицательности переменных, исключающие обратные переводы:

$$\forall x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}). \quad (9)$$

Ограничения модели (7, 8, 9) могут быть выполнены только при сбалансированной задаче.

Кроме основных условий, в транспортных задачах может встретиться ряд дополнительных, ограничивающих количественные связи между отдельными потребителями и поставщиками. Характер этих ограничений и способы решения задачи при наличии дополнительных ограничений заключаются в следующем:

1) полное отсутствие связи между банком и держателем банковской карты, то есть $x_{ij} = 0$. Это означает, что в данной клетке матрицы искомый объем денежных средств должен быть равен нулю. Оценка переменной завышается на большую величину, обычно обозначаемую буквой M , и «попадание» денежных средств в эту клетку нежелательно, так как целевая функция всегда стремится к минимуму;

2) наличие частной заранее фиксированной связи между банком и держателями банковских карт, то есть $x_{ij} = q$, искомый объем перевода денежных средств от i -го банка к j -му держателю банковских карт должен быть строго равен q . До начала решения задачи от соответствующего банка и держателя банковской карты вычитается величина q , а затем в соответствующую клетку пересечения банка и держателя банковской карты записывается завышенная оценка M и задача решается обычным методом;

3) $x_{ij} > q$, то есть искомый объем денежных средств от i -го банка к j -му держателю банковской карты должен быть не меньше величины q . До начала решения от соответствующего банка и держателя банковской карты вычитается величина q , затем задача решается обычным путем.

Модель транспортной задачи позволяет решать любые задачи, в которых параметры имеют одинаковые единицы измерения. Такие модели называют однопродуктовыми. Целевая функция в модели может стремиться как к \min , так и к \max , исходя из условия задачи.

3. 2. Решение задач с использованием табличного редактора MS Excel. Экономическая интерпретация полученных результатов.

Три филиала одного коммерческого банка «Форштадт» решили выступить в качестве кредиторов трех предприятий – ОАО «Оренсот», ООО «Триумф» и ЗАО «Стимул». Наличие денежных средств в банках, потребности предприятий в денежных средствах и процентные ставки по кредитам приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные к задаче

Филиалы КБ «Форштадт»	Предприятия			Наличие денежных средств, тыс.руб.
	ОАО «Оренсот»	ООО «Триумф»	ЗАО «Стимул»	
№1	13	15	21	1000
№2	8	18	7	900
№3	23	19	30	650
Потребность в денежных средствах, тыс. руб.	800	900	850	2550
				2550

Необходимо определить план выдачи кредитов, удовлетворяющий спрос предприятий и позволяющий банку получить максимальный объем прибыли.

Решение

Проверка сбалансированности задачи

Просуммируем наличие денежных средств у филиалов коммерческого банка «Форштадт», которые необходимо перечислить:

$$\sum_{i=1}^3 b_i = 1000 + 900 + 650 = 2550.$$

Просуммируем потребность предприятий в денежных средствах:

$$\sum_{j=1}^3 a_j = 800 + 900 + 850 = 2550.$$

Так как $\sum_{i=1}^3 b_i = \sum_{j=1}^3 a_j$, то задача сбалансированная (закрытого типа).

Определение переменных

Обозначим через x_{ij} количество денежных средств, которые будут выданы филиалами коммерческого банка «Форштадт» (i -ым поставщиком) предприятиям (j -му потребителю).

Модель задачи

I. $F(x) = 13x_{11} + 15x_{12} + 21x_{13} + 8x_{21} + 18x_{22} + 7x_{23} + 23x_{31} + 19x_{32} + 30x_{33} \rightarrow \max$

II. $x_{11} + x_{12} + x_{13} = 1000$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = 900$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} = 650$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 800$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 900$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 850$$

III. $x_{ij} \geq 0 (i = \overline{1,3}; j = \overline{1,3})$

Для решения данной задачи в Microsoft Excel необходимо:

- 1) под запись целевой функции отвести ячейку A1;
- 2) под запись ограничений – ячейки столбца В (количество ячеек совпадает с количеством ограничений): B1, B2, B3, B4, B5, B6;

3) под запись искомых переменных отвести ячейки столбцов С, D, Е (количество предприятий совпадают с количеством столбцов, а количество филиалов коммерческого банка – с количеством строк).

Примечание: искомые переменные x_{ij} будут находиться в следующих ячейках:

$$x_{11} \rightarrow C1 \quad x_{12} \rightarrow D1 \quad x_{13} \rightarrow E1$$

$$x_{21} \rightarrow C2 \quad x_{22} \rightarrow D2 \quad x_{23} \rightarrow E2$$

$$x_{31} \rightarrow C3 \quad x_{32} \rightarrow D3 \quad x_{33} \rightarrow E3$$

Порядок выполнения работы

1. Ввести в ячейку A1 формулу целевой функции (рисунок 1):

$$=13*C1 + 15*D1 + 21*E1 +$$

$$+ 8*C2 + 18*D2 + 7*E2 +$$

$$+ 23*C3 + 19*D3 + 30*E3;$$

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
СУММ									
1	=13*C1+15*D1+21*E1+8*C2+18*D2+7*E2+23*C3+19*D3+30*E3								
2									
3									
4									

Рисунок 1 – Ввод целевой функции в Excel

2. а) ввести в ячейку B1 левую часть первого ограничения: = C1 + D1 + E1 (рисунок 2);

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
СУММ									
1	0	=C1+D1+E1							
2									

Рисунок 2 – Ввод ограничений в Excel

- б) ввести в ячейку B2 левую часть второго ограничения: = C2 + D2 + E2;
 в) ввести в ячейку B3 левую часть третьего ограничения: = C3 + D3 + E3;
 г) ввести в ячейку B4 левую часть четвертого ограничения: = C1 + C2 + C3;
 д) ввести в ячейку B5 левую часть пятого ограничения: = D1+D2+D3;
 е) ввести в ячейку B6 левую часть шестого ограничения: = E1+E2+E3 (рисунок 3).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
СУММ									
1	0	0							
2	0								
3	0								
4	0								
5	0								
6		=E1+E2+E3							
7									

Рисунок 3 – Ввод ограничений в Excel

3. На панели инструментов выбрать опцию «Сервис», а в ней вкладку «Поиск решения».
 4. В окне диалога «Поиск решения» в поле ввода «Установить целевую ячейку» нужно ввести ссылку на ячейку A1. Необходимо выбрать способ адресации ячеек в абсолютной системе координат (т.е. указать не A1, а \$A\$1). Также нужно поступать с другими переменными.
 5. В окне диалога «Поиск решения» нужно установить переключатель (рисунок 4).

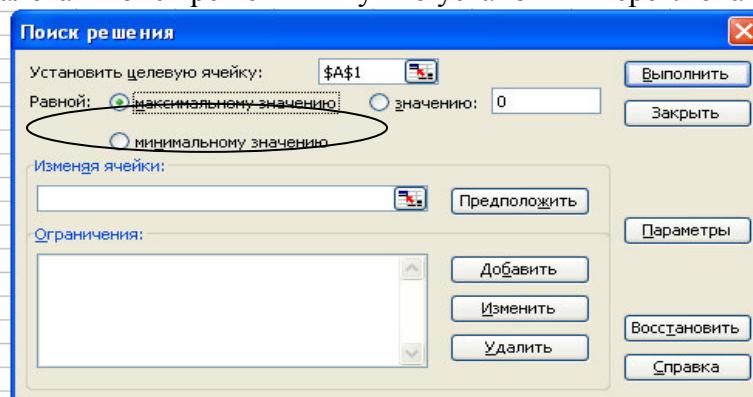


Рисунок 4 – Работа в диалогом окне «Поиск решения»

6. В поле ввода «Изменяя ячейки» нужно указать ссылки на ячейки, содержащие искомые переменные, т.е. диапазон ячеек \$C\$1:\$E\$3 (рисунок 5).

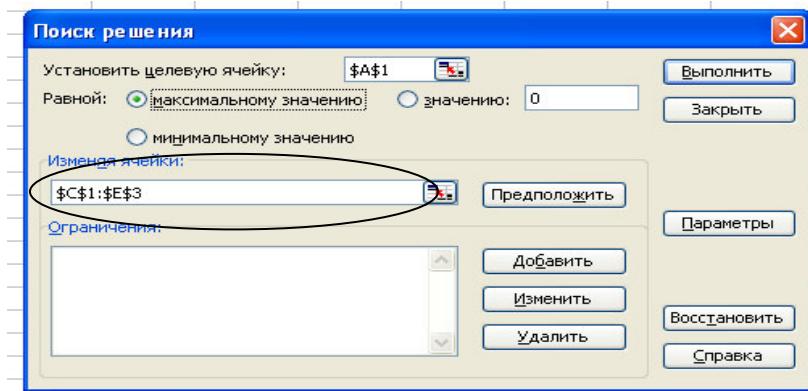


Рисунок 5 – Поле ввода ячеек, обозначающих искомые переменные

7. В поле ввода «Ограничения» при нажатии кнопки «Добавить» появляется окно диалога «Добавить ограничения». В поле ввода «Ссылка на ячейку» вводится \$B\$1. В поле ввода «Ограничение» вводится = и число 1000. При помощи кнопки «Добавить» таким же образом вводятся все остальные ограничения (ячейки \$B\$2:\$B\$6) (рисунок 6).

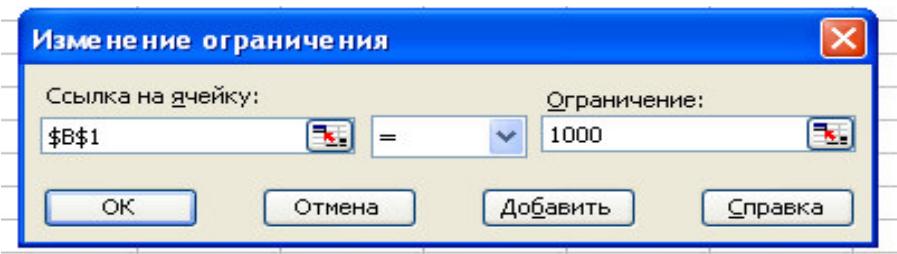


Рисунок 6 – Диалоговое окно «Добавление ограничения»

8. Для ввода ограничений на неотрицательность искомых переменных в окне диалога «Добавить ограничения» в поле ввода «Ссылка на ячейку» нужно ввести ссылку на ячейку \$C\$1, а в поле ввода «Ограничения» нужно ввести \geq и число 0. При помощи кнопки «Добавить» таким же образом вводятся условия неотрицательности оставшихся искомых переменных. Либо выделяется диапазон ячеек \$C\$1:\$E\$3 и задается \geq и число 0. после ввода последнего ограничения нажмите «OK».

9. Затем добавим условие целочисленности. Для этого в поле ввода «Ограничения» выделяем диапазон ячеек \$C\$1:\$E\$3 и задаем «цел. числа», затем нажимаем «OK».

10. После нажатия кнопки «Выполнить» Excel рассчитывает результат и открывает окно диалога «Результаты поиска решения». В этом диалоге в окне «Тип отчета» нужно выбрать «Результаты» и нажать «OK». Перед листом, где записана постановка задачи, будет вставлен лист «Отчет по результатам 1», а на экране будет выдан результат решения задачи (рисунки 7 и 8).

Microsoft Excel - Книга1					
Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка					
L28					
1 Microsoft Excel 11.0 Отчет по результатам					
2 Рабочий лист: [Книга1.xls]Лист1					
3 Отчет создан: 08.04.2010 17:32:09					
4					
5					
6 Целевая ячейка (Максимум)					
7 Ячейка Имя Исходное значение Результат					
8 \$A\$1 0 50950					
9					
10					
11 Изменяемые ячейки					
12 Ячейка Имя Исходное значение Результат					
13 \$C\$1 0 150					
14 \$D\$1 0 0					
15 \$E\$1 0 850					
16 \$C\$2 0 1,7053E-13					
17 \$D\$2 0 900					
18 \$E\$2 0 0					
19 \$C\$3 0 650					
20 \$D\$3 0 0					
21 \$E\$3 0 0					
22					
23					
24 Ограничения					
Ячейка	Имя	Значение	Формула	Статус	Разница
\$B\$1		1000	\$E\$1=1000	не связан.	0
\$B\$2		900	\$E\$2=900	не связан.	0
\$B\$3		650	\$E\$3=650	не связан.	0
\$B\$4		800	\$E\$4=800	не связан.	0
\$B\$5		900	\$E\$5=900	не связан.	0
\$B\$6		650	\$E\$6=650	не связан.	0
\$C\$1		150	\$C\$1>=0	не связан.	150
\$D\$1		0	\$D\$1>=0	связанное	0
\$E\$1		850	\$E\$1>=0	не связан.	850
\$C\$2		1,7053E-13	\$C\$2>=0	связанное	0
\$D\$2		900	\$D\$2>=0	не связан.	900
\$E\$2		0	\$E\$2>=0	связанное	0
\$C\$3		650	\$C\$3>=0	не связан.	650
\$D\$3		0	\$D\$3>=0	связанное	0
\$E\$3		0	\$E\$3>=0	связанное	0

Рисунок 7 – Отчет по результатам

Microsoft Excel - Книга1					
Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка					
B7					
1	50950	1000	150	0	850
2		900	0	900	0
3		650	650	0	0
4		800			
5		900			
6		850			
7					
8					

Рисунок 8 – Результаты решения задачи

Ответ:

$$X = \begin{pmatrix} 150 & 0 & 850 \\ 0 & 900 & 0 \\ 650 & 0 & 0 \end{pmatrix};$$

$$F(x) = 50950.$$

Получение максимального объема прибыли филиалами коммерческого банка «Форштадт» может быть достигнуто путем наиболее оптимальной выдачи кредитов потребителям ОАО «Оренсот», ООО «Триумф» и ЗАО «Стимул». Целесообразный вариант выдачи денежных средств предусматривает следующие комбинации:

- филиал №1 выдаст денежные средства предприятию ОАО «Оренсот» в размере 150 тыс.руб. и предприятию ЗАО «Стимул» в размере 850 тыс.руб.;
- филиал №2 предоставит кредит только предприятию ООО «Триумф» в размере 900

тыс.руб.;

– филиал №3 выдаст денежные средства только предприятию ОАО «Оренсот» в размере 650 тыс.руб. Данный план выданных кредитов позволит удовлетворить спрос предприятий и получить банку максимальный объем прибыли в размере 50 950 тыс. руб.

Задания

Задача 1

Три банка, отделения, подотчетные одному головному офису, решили выступить в качестве кредиторов трех сельскохозяйственных предприятий. Известны запасы денежных средств, потребность предприятий в кредитных ресурсах и ставки по процентам. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные к задаче 1

Банки	Сельскохозяйственные предприятия			Наличие денежных средств, тыс.руб.
	1	2	3	
1	15	17	23	970
2	19	14	20	830
3	24	21	18	1200
Потребность в кредитных ресурсах, тыс.руб.	960	1210	830	

Необходимо определить план выданных кредитов, обеспечивающий максимально выгодные условия (т.е. оптимальные кредитные суммы при минимальных процентных ставках) для кредиторов.

Задача 2

Трем акционерам АО «Урал» необходимо выкупить некоторое количество акций трех предприятий. Общая стоимость акций, потребности в них каждого акционера и затраты на их приобретение приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные к задаче 2

Предприятие	Акционеры ЗАО «Урал»			Наличие акций, тыс.руб.
	Иванов П.И.	Петров В.Н.	Сидоров А.С.	
«Закат»	200	500	50	800
«Рассвет»	300	100	400	700
«Заря»	150	250	350	900
Потребности в акциях, тыс.руб.	850	600	950	

Определите, на какую сумму следует купить каждому акционеру акций каждого предприятия, чтобы общая сумма покупки была минимальной.

Задача 3

Требуется получить кредит в трех банках соответственно трем заемщикам одной организации. Размер кредита, выданного каждым банком и потребность в них каждого заемщика, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные к задаче 3

Банки	Заемщики			Наличие кредита, тыс.руб.
	1	2	3	
1	20	22	28	950
2	14	24	17	850
3	29	26	37	600
Потребность в кредите, тыс.руб.	750	850	800	

Определите, какому банку следует удовлетворять спрос заемщика, чтобы общая сумма объема кредита была минимальной.

Задача 4

В Ассоциацию инвесторов России входят три крупнейшие инвестиционные компании: «Рус-Инвест», «ИнКом», «Инвест-Гарант». Ассоциация разработала программу инвестирования, предусматривающую вложение инвестиций в четыре компании. Доходность вложений, потребность в инвестициях и их наличие представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные к задаче 4

	ООО «Русь»	ОАО «Галина»	ЗАО «Луч»	ЗАО «Ява»	Наличие инвестиций, млн.руб.
«Рус-Инвест»	9	7	12	5	50
«ИнКом»	12	15	8	10	60
«Инвест-Гарант»	5	10	12	15	78
Потребность в инвестициях, млн.руб.	62	31	42	45	

Определить оптимальное распределение инвестиций для получения максимального дохода.

Задача 5

Три предприятия хотят получить кредит в трех филиалах одного банка на развитие производства. Наличие денежных средств в банке, потребности предприятий в денежных средствах и срок кредитования приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Исходные данные к задаче 5

Филиалы банков	Предприятия			Наличие денежных средств, тыс.руб.
	1	2	3	
1	13	15	21	1000
2	8	18	7	900
3	23	19	30	650
Потребность денежных средств, тыс.руб.	800	900	850	

Нужно определить, какой филиал банка максимально удовлетворит спрос потребителя, чтобы общая сумма объема выданных средств была минимальной и целесообразна.

Задача 6

Три предпринимателя приобретают акции трех компаний одной отрасли. Количество акций компаний, потребность предпринимателей в акциях каждой компании, а так же стоимость одной акции представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Исходные данные к задаче 6

Акции компании	Предприниматели			Количество акций, шт.
	1	2	3	
1	15	17	23	900
2	9	19	8	800
3	24	21	32	550
Потребность в акциях, шт.	700	800	850	

Необходимо определить, акции какой из компаний следует покупать предпринимателям, чтобы суммарные затраты на приобретение были минимальны.

Задача 7

Необходимо обменять иностранную валюту на рубли. Количество валюты, которое может выдавать обменный пункт, потребности и курсы валют представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Исходные данные к задаче 7

Обменный пункт	Валюта			Количество, тыс.руб.
	Доллар	Евро	Гривна	
А	32,5	44,6	21	100
Б	32,6	44,7	7	150
В	32,55	44,6	30	50
Потребности, тыс.руб.	170	60	70	

Определить, какое количество и в каком обменном пункте следует обменять валюты, чтобы общая сумма полученных пунктом рублей была минимальной.

3. Контрольная работа.

2.3 Лабораторная работа №3 (1 час).

Тема: «Межотраслевые балансовые модели. Решение задач в MS Excel»

На ЛР-3 происходит привитие навыков решения задач с применением специальных методов и алгоритмов на основе специально подобранных примеров нарастающей сложности, выстроенных по типу **практикума** (особый вид проведения учебных занятий, покрывающий определенную тему образовательной области, имеющий целью практическое усвоение основных положений предмета), а также применяется метод ПОПС-формулы. На занятии студенты высказывают свою точку зрения, отношение к предложенной проблеме. ПОПС-формула применяется для закрепления изученного материала на лекционном занятии. Каждый студент выбирает одну из предложенных задач или создает свою. В случае необходимости студент может усложнить выбранную задачу, повторно решив ее, используя компьютерную симуляцию. После решения задачи студент защищает решение по методу ПОПС-формулы, высказывая: П-позицию (объясняет, в чем заключена точка зрения студента); О-обоснование (не просто объясняет свою позицию, но и доказывает); П-пример (при разъяснении сути позиции пользуется конкретными примерами); С-следствие (делает вывод в результате обсуждения определенной проблемы).

2.3.1 Цель работы: Проанализировать принципиальную схему межотраслевого баланса и способы решения данных задач в MS Excel

2.3.2 Задачи работы:

1. Анализ принципиальной схемы межотраслевого баланса
2. Изучить способы решения данных задач в MS Excel

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер

2. Microsoft Office Excel

2.3.4 Описание (ход) работы:

1. Принципиальная схема межотраслевого баланса. Межотраслевые балансовые модели в анализе экономических показателей.

Межотраслевой баланс представляет собой таблицу, описывающую баланс производства и распределения продукции в народном хозяйстве. Межотраслевой баланс (МОБ) производства и распределения продукции строится по схеме «затраты-выпуск».

Пусть рассматривается экономическая система, состоящая из n взаимосвязанных отраслей производства. Продукция каждой отрасли частично идет на внешнее потребление (конечный продукт), а частично используется в качестве сырья, полуфабрикатов или других средств производства в других отраслях, в том числе и в данной. Эту часть продукции называют *производственным потреблением*. Поэтому каждая из рассматриваемых отраслей выступает и как производитель продукции (первый столбец таблицы 3.1) и как ее потребитель (первая строка таблицы 1).

Обозначим через X_i валовой выпуск продукции i -й отрасли за планируемый период и через Y_i – конечный продукт, идущий на внешнее для рассматриваемой системы потребление (средства производства других экономических систем, потребление населения, образование запасов и т.д.).

Таким образом, разность $X_i - Y_i$ составляет часть продукции i -й отрасли, предназначенную для внутрипроизводственного потребления. Будем в дальнейшем полагать, что баланс составляется не в натуральном, а в стоимостном разрезе.

Обозначим через x_{ik} часть продукции i -й отрасли, которая потребляется k -й отраслью, для обеспечения выпуска ее продукции в размере x_k .

В МОБ выделяют четыре части, имеющие различное экономическое содержание, они называются квадрантами баланса.

Первый квадрант МОБ – это шахматная таблица межотраслевых материальных связей. Показатели, помещенные на пересечениях строк и столбцов, представляют собой величины межотраслевых потоков продукции и в общем виде обозначаются x_{ij} , где i и j – соответственно номера отраслей производящих и потребляющих. Таким образом, первый квадрант по форме представляет собой квадратную матрицу порядка n , сумма всех элементов которой равняется годовому фонду возмещения затрат средств производства в материальной сфере.

Во втором квадранте представлена конечная продукция всех отраслей материального производства. При этом под конечной продукцией понимается продукция, выходящая из сферы производства в область конечного использования (на потребление и накопление). Сюда включается накопление и возмещение выбытия основных фондов, прирост запасов, личное потребление населения, расходы продукции на содержание государственного аппарата и оборону, затраты на обслуживание населения (просвещение, здравоохранение и т.д.). В таблице 1 этот раздел дан укрупнено в виде одного столбца величин Y_i .

Таблица 1 – Принципиальная схема межотраслевого баланса (МОБ)

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли					Конечный продукт	Валовой продукт
	1	2	3	...	n		
1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	...	x_{1n}	Y_1	X_1
2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	...	x_{2n}	Y_2	X_2
3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	...	x_{3n}	Y_3	X_3
...		
n	x_{n1}	x_{n2}	x_{n3}		x_{nn}	Y_n	X_n

Амортизация	c_1	c_2	c_3	...	c_n	$\sum_{i=1}^n X_i = \sum_{j=1}^n Z_j$
Оплата труда	v_1	v_2	v_3	...	v_n	
Чистый доход	m_1	m_2	m_3	...	m_n	
Валовой продукт	X_1	X_2	X_3	...	X_n	

Третий квадрант МОБ также характеризует национальный доход, но со стороны его стоимостного состава как сумму чистой продукции и амортизации. Чистая продукция понимается при этом как сумма оплаты труда и чистого дохода отраслей. Сумма амортизации (c_j) и чистой продукции ($v_j + m_j$) некоторой j -ой отрасли будем называть условно чистой продукцией этой отрасли и обозначать в дальнейшем Z_j .

Четвертый квадрант баланса находится на пересечении столбцов второго квадранта (конечной продукции) и строк третьего квадранта (условно чистой продукции). Этим определяется содержание квадранта: он отражает конечное распределение и использование национального дохода. В результате перераспределения первоначально созданного национального дохода образуются конечные доходы населения, предприятий, государства. Данные четвертого квадранта важны для отражения в межотраслевой модели баланса доходов и расходов населения, источников финансирования капиталовложений, текущих затрат непроизводственной сферы, для анализа общей структуры конечных доходов по группам потребителей. Общий итог четвертого квадранта, также как второго и третьего, должен быть равен созданному за год национальному доходу.

Таким образом, в целом МОБ в рамках единой модели объединяет балансы отраслей материального производства, баланс совокупного общественного продукта, балансы национального дохода, финансовый, баланс доходов и расходов населения.

Итог материальных затрат любой потребляющей отрасли и ее условно чистой продукции равен валовой продукции этой отрасли. Данный вывод можно записать в виде соотношения:

$$X_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + Z_j, j = 1, \dots, n. \quad (1)$$

Напомним, что величина условно чистой продукции Z_j равна сумме амортизации, оплаты труда и чистого дохода j -й отрасли.

Валовая продукция той или иной отрасли равна сумме материальных затрат потребляющих ее продукцию отраслей и конечной продукции данной отрасли:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i, i = 1, \dots, n. \quad (2)$$

Формула описывает систему из n уравнений, которые называются уравнениями распределения продукции отраслей материального производства по направлениям использования.

Просуммируем по всем отраслям уравнения 1, в результате получим:

$$\sum_{j=1}^n X_j = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n x_{ij} + \sum_{j=1}^n Z_j.$$

Аналогичное суммирование уравнений 3.2 дает:

$$\sum_{i=1}^n X_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij} + \sum_{i=1}^n Y_i. \quad (3)$$

Левые части обоих равенств равны, так как представляют собой весь валовой общественный продукт. Первые слагаемые правых частей этих равенств также равны, их величина равна итогу первого квадранта. Следовательно, должно соблюдаться соотношение:

$$\sum_{j=1}^n Z_j = \sum_{i=1}^n Y_i. \quad (4)$$

Левая часть данного уравнения есть сумма третьего квадранта, а первая часть – итог второго квадранта.

Дадим понятие и представим расчет коэффициентов прямых и полных материальных затрат.

Величины a_{ij} называются *коэффициентами прямых материальных затрат* и рассчитываются следующим образом:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, i = 1, \dots, n. \quad (5)$$

Существует два основных определения коэффициентов прямых и полных материальных затрат.

Определение 1. Коэффициенты прямых материальных затрат показывают среднюю величину затрат продукции одной отрасли на производство единицы продукции другой отрасли.

С учетом формулы 3.5 систему уравнений баланса можно переписать в виде:

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + Y_i, i = 1, \dots, n. \quad (6)$$

Система уравнений 6 в матричной форме примет вид:

$$X = AX + Y. \quad (7)$$

Система уравнений 6, или в матричной форме 7, называется экономико-математической моделью МОБ (моделью Леонтьева, моделью «затраты-выпуск»). С помощью этой модели можно выполнить три варианта расчетов:

1) задав в модели величины валовой продукции каждой отрасли (X_i), можно определить объемы конечной продукции каждой отрасли (Y_i):

$$Y = (E - A) X; \quad (8)$$

2) задав величины конечной продукции всех отраслей (Y_i), можно определить величины валовой продукции каждой отрасли (X_i):

$$X = (E - A)^{-1} Y; \quad (9)$$

3) для ряда отраслей задав величины валовой продукции, а для всех остальных отраслей задав объемы конечной продукции, можно найти величины конечной продукции первых отраслей и объемы валовой продукции вторых. В этом варианте расчета удобнее пользоваться не матричной формой модели 7, а системой линейных уравнений 6. В формулах 8 и 9 E обозначает единичную матрицу n -го порядка, а $(E - A)^{-1}$ обозначает матрицу, обратную матрице $(E - A)$. Если определитель матрицы $(E - A)$ не равен нулю, т.е. эта матрица невырожденная, то обратная к ней матрица существует. Обозначим эту обратную матрицу через B , тогда систему уравнений в матричной форме 9 можно записать в виде:

$$X = BY. \quad (9')$$

Элементы матрицы B будем обозначать через b_{ij} , тогда из матричного уравнения 9' для любой i -й отрасли можно получить следующее соотношение:

$$X_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} Y_j, i = 1, \dots, n. \quad (10)$$

Из соотношений 10 следует, что валовая продукция выступает как взвешенная сумма величин конечной продукции, причем весами являются коэффициенты b_{ij} , которые показывают, сколько всего нужно произвести продукции i -й отрасли для выпуска в сферу конечного использования единицы продукции j -й отрасли. В отличии от коэффициентов прямых затрат a_{ij} коэффициенты b_{ij} называются *коэффициентами полных материальных затрат*.

и включают в себя как прямые, так и косвенные затраты всех порядков. Если прямые затраты отражают количество средств производства, израсходованных непосредственно при изготовлении данного продукта, то косвенные относятся к предшествующим стадиям

производства и входят в производство продукта не прямо, а через другие (промежуточные) средства производства.

Определение 2. Коэффициенты полных материальных затрат b_{ij} характеризуют полные затраты продукции одной отрасли на единицу продукции другой, или показывает какое количество продукции одной отрасли нужно произвести, чтобы получить единицу конечной продукции другой отрасли.

Коэффициенты прямых затрат по определению являются неотрицательными, следовательно, матрица A в целом может быть названа неотрицательной: $A \geq 0$. Так как процесс воспроизведения нельзя было бы осуществлять, если бы для собственного воспроизведения в отрасли затрачивалось большее количество продукта, чем создавалось, то очевидно, что диагональные элементы матрицы A меньше единицы: $a_{ii} < 1$.

Дадим понятие продуктивности матрицы коэффициентов прямых материальных затрат.

Будем называть неотрицательную матрицу A *продуктивной*, если существует такой неотрицательный вектор $X \geq 0$, что

$$X > AX. \quad (11)$$

Очевидно, что условие 11 означает существование положительного вектора конечной продукции $Y > 0$ для модели МОБ 3.7.

Для того чтобы матрица *коэффициентов прямых затрат* A была *продуктивной*, необходимо и достаточно, чтобы выполнялось одно из перечисленных ниже условий:

1) *матрица* $(E - A)$ *неотрицательно обратима*, т.е. существует обратная матрица $(E - A)^{-1} \geq 0$;

2) *матричный ряд* $E + A + A^2 + A^3 + \dots = \sum_{k=0}^{\infty} A^k$ *сходится*, причем его сумма равна обратной матрице $(E - A)^{-1} \geq 0$;

3) *наибольшее по модулю собственное значение* λ *матрицы* A , т.е. решение характеристического уравнения $|\lambda E - A| = 0$, *строго меньше единицы*;

4) *все главные миноры* матрицы $(E - A)$, т.е. определители матриц, образованные элементами первых строк и первых столбцов этой матрицы, порядка от 1 до n , *положительны*.

Более простым, но только достаточным признаком продуктивности матрицы A является ограничение на величину ее нормы, т.е. на величину наибольшей суммы элементов матрицы A в каждом столбце. Если норма матрицы A строго меньше единицы, то эта матрица продуктивна. Заметим, что данное условие является только достаточным, и матрица A может оказаться продуктивной и в случае, когда ее норма больше единицы.

2. Решение задач с использованием табличного редактора MS Excel.

Экономическая интерпретация полученных результатов.

Задания

Задача 1

Закончите составление схемы отчетного баланса по имеющимся данным.

Таблица 2 – Исходные данные к задаче 1

Потребляющие отрасли	Производящие отрасли		Конечный продукт Y_i	Валовой продукт X_i
	1	2		
1	20		30	
2	60	10		
Условно чистая продукция Z_j		70		
Валовой продукт X_j	100			

Решение

1) если $i = j$, то $X_j = X_i \Rightarrow$ если $i = j = 1$, то $X_j = X_i = 100$.

$$2) X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i \Rightarrow x_{12} = X_1 - Y_1 - x_{11}, x_{12} = 100 - 30 - 20 = 50.$$

$$3) X_j = \sum_{i=1}^n x_{ij} + Z_j \Rightarrow X_2 = \sum_{i=1}^n x_{i2} + Z_2, X_2 = 60 + 10 + 70 = 130,$$

$$\Rightarrow Z_1 = X_1 - \sum_{i=1}^2 x_{i1}, Z_1 = 100 - (20 + 60) = 20.$$

$$4) X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i \Rightarrow Y_2 = X_2 - \sum_{i=1}^2 x_{i2}, Y_2 = 130 - (60 + 10) = 60.$$

Ответ

Таблица 3 – Результативная матрица задачи 1

Потребляющие отрасли	Производящие отрасли		Конечный продукт Y_i	Валовой продукт X_i
	1	2		
1	20	50	30	100
2	60	10	60	130
Условно чистая продукция Z_j	20	70		
Валовой продукт X_j	100	130		

Задача 2

Закончите составление схемы отчетного баланса по имеющимся данным в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные к задаче 2

Потребляющие отрасли	Производящие отрасли		Конечный продукт Y_i	Валовой продукт X_i
	1	2		
1	74	176	120	370
2	222	35	200	457
Условно чистая продукция Z_j	74	245		
Валовой продукт X_j	370	457		

Задача 3

Закончите составление схемы отчетного баланса по имеющимся данным в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные к задаче 3

Потребляющие отрасли	Производящие отрасли		Конечный продукт Y_i	Валовой продукт X_i
	1	2		
1	30	100	170	300
2	55	165	230	450
Условно чистая продукция Z_j	215	185		
Валовой продукт X_j	300	450		

Задача 4

Закончите составление схемы отчетного баланса по имеющимся данным в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные к задаче 4

Потребляющие отрасли	Производящие отрасли			Конечный продукт Y_i	Валовой продукт X_i
	1	2	3		
1	15	33	50	190	288
2	28	27	27	233	315
3	15	17	19	121	172
Условно чистая продукция Z_j	230	238	76		
Валовой продукт X_j	288	315	172		

Задача 5

Закончите составление схемы отчетного баланса по имеющимся данным в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные к задаче 5

Потребляющие отрасли	Производящие отрасли			Конечный продукт Y_i	Валовой продукт X_i
	1	2	3		
1	67	112	124	712	1015
2	103	57	129	811	1100
3	200	78	35	675	988
Условно чистая продукция Z_j	645	853	700		
Валовой продукт X_j	1015	1100	988		

Задача 6

Используя данные баланса (таблица 6), определите объемы производства валовой продукции, коэффициенты прямых и полных материальных затрат.

Таблица 6 – Исходные данные к задаче 6

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли		Конечный продукт
	1	2	
1	90	100	50
2	50	110	40

Решение (способ 1)1) определяем объемы производства валовой продукции (X_i) по формуле:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i, i = 1, \dots, n$$

$$X_1 = 90 + 100 + 60 = 250;$$

$$X_2 = 50 + 110 + 40 = 200.$$

2) вычислим коэффициенты прямых затрат (a_{ij}) по формуле:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n.$$

$$a_{11} = 90 : 250 = 0,36; \quad a_{12} = 100 : 200 = 0,5;$$

$$a_{21} = 50 : 250 = 0,2; \quad a_{22} = 110 : 200 = 0,55.$$

3) рассчитаем матрицу полных материальных затрат по формуле:

$$B = (E - A)^{-1}.$$

а) найдем матрицу $E - A$

$$E - A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0,36 & 0,5 \\ 0,2 & 0,55 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,64 & -0,5 \\ -0,2 & 0,45 \end{pmatrix}$$

б) рассчитаем определитель матрицы

Определителем квадратной матрицы 2-го порядка A называется число $a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21}$.

Определитель обозначается $\Delta(A)$ или $\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$

$$\Delta(E - A) = 0,64 \cdot 0,45 - (-0,5) \cdot (-0,2) = 0,288 - 0,1 = 0,188;$$

в) вместо каждого элемента матрицы поставим его *алгебраическое дополнение*:

$$\begin{pmatrix} 0,45 & 0,2 \\ 0,5 & 0,64 \end{pmatrix}.$$

Алгебраическим дополнением каждого элемента определителя называется *минор* этого элемента, умноженный на $(-1)^s$, где s – сумма номеров строки и столбца, на пересечении которых расположен этот элемент.

Минором некоторого элемента определителя называется определитель, получаемый из данного определителя вычеркиванием строки и столбца, на пересечении которых расположен этот элемент.

г) полученную матрицу транспонируем

$$\begin{pmatrix} 0,45 & 0,5 \\ 0,2 & 0,64 \end{pmatrix},$$

д) каждый элемент полученной матрицы делим на определитель исходной матрицы и получаем матрицу обратную данной:

$$B = (E - A)^{-1} = \begin{pmatrix} 2,39 & 2,66 \\ 1,06 & 3,40 \end{pmatrix}.$$

В качестве проверки можно рассчитать матрицу X :

$$X = BY = \begin{pmatrix} 2,39 & 2,66 \\ 1,06 & 3,40 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 60 \\ 40 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 250 \\ 200 \end{pmatrix},$$

$$X_1 = 2,39 \cdot 60 + 2,66 \cdot 40 = 249,8;$$

$$X_2 = 1,06 \cdot 60 + 3,40 \cdot 40 = 199,6.$$

Решение (способ 2 с использованием MS Excel)

Применение специализированных программ или более доступных, таких как Excel облегчают выполнение представленных расчетов. Поэтому рассмотрим решение этого примера в среде Excel. Для расчетов нами будут использоваться такие функции как МОБР (расчет обратной матрицы) МУММНОЖ (умножение матриц).

Заносим исходные данные в электронную таблицу Excel (рисунок 1).

	A	B	C	D	E	F	G
1	90	100	60				
2	50	110	40				
3							
4							
5							
6							

Рисунок 1 – Исходные данные

- 1) Определяем объемы производства валовой продукции (X_i) по формуле:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i, i = 1, \dots, n$$

Для этого в ячейку D1 заносим формулу: =СУММА (A1:C1), в ячейку D2: =СУММА (A2:C2) (рисунок 2).

	A	B	C	D	E	F	G
1	90	100	60	250			
2	50	110	40	200			
3							
4							
5							
6							

Рисунок 2 – Расчет X_i

- 2) Вычислим коэффициенты прямых затрат (a_{ij}) по формуле:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n.$$

Для этого в ячейки A3 и B3 переносим значения X_i , рассчитанные в столбце D (можно набрать с клавиатуры, можно использовать функцию «Правка → специальная вставка... → вставить значения, транспонировать»).

В ячейку E1 записываем формулу: A1/A\$3, копируем эту формулу в диапазоне E1:F2. Результатом будет являться матрица прямых коэффициентов A (рисунок 3).

	A	B	C	D	E	F	G
1	90	100	60	250	0,36	0,5	
2	50	110	40	200	0,2	0,55	
3	250	200	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	

Рисунок 3 – Расчет матрицы коэффициентов прямых затрат

3) Рассчитаем матрицу полных материальных затрат по формуле:

$$B = (E - A)^{-1}$$

а) найдем матрицу $(E - A)$ (рисунок 4), в диапазоне A6:B7 запишем единичную матрицу и в диапазоне C6:D7 матрицу A . В ячейку E6 запишем формулу: =A1-C1, копируем эту формулу в диапазоне E6:F7, результатом является матрица $(E - A)$.

	A	B	C	D	E	F	G
1	90	100	60	250	0,36	0,5	
2	50	110	40	200	0,2	0,55	
3	250	200	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	
6	1	0	0,36	0,5	0,64	-0,5	
7	0	1	0,2	0,55	-0,2	0,45	
8	0	0	0	0	0	0	

Рисунок 4 – Расчет матрицы $(E - A)$

б) найдем матрицу обратную $(E - A)$, для этого на листе Excel выделим диапазон G6:H7. Дадим команду «Вставка → Функция...». В открывшемся окне «Мастер функций» необходимо выбрать категорию «Математические», из математических – МОБР (рисунок 5).

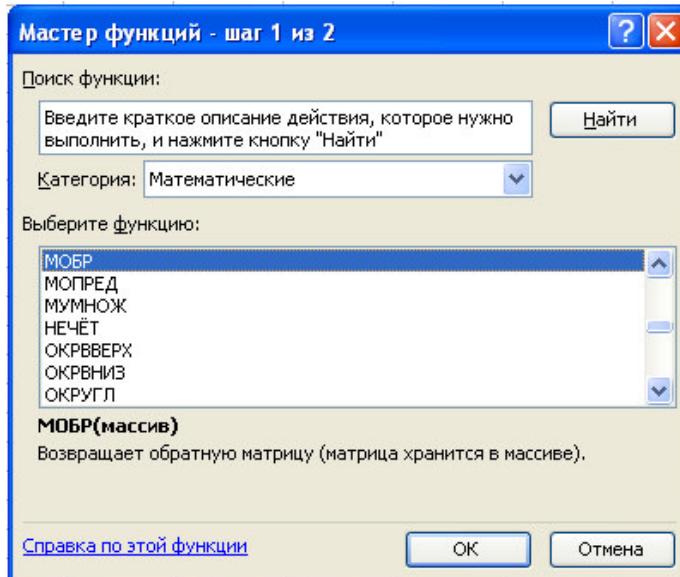


Рисунок 5 – Окно «Мастер функций»

Нажмите OK. Откроется окно «Аргументы функции». Необходимо задать массив в котором находится матрица ($E - A$), Вводим массив E6:F7 (рисунок 6).

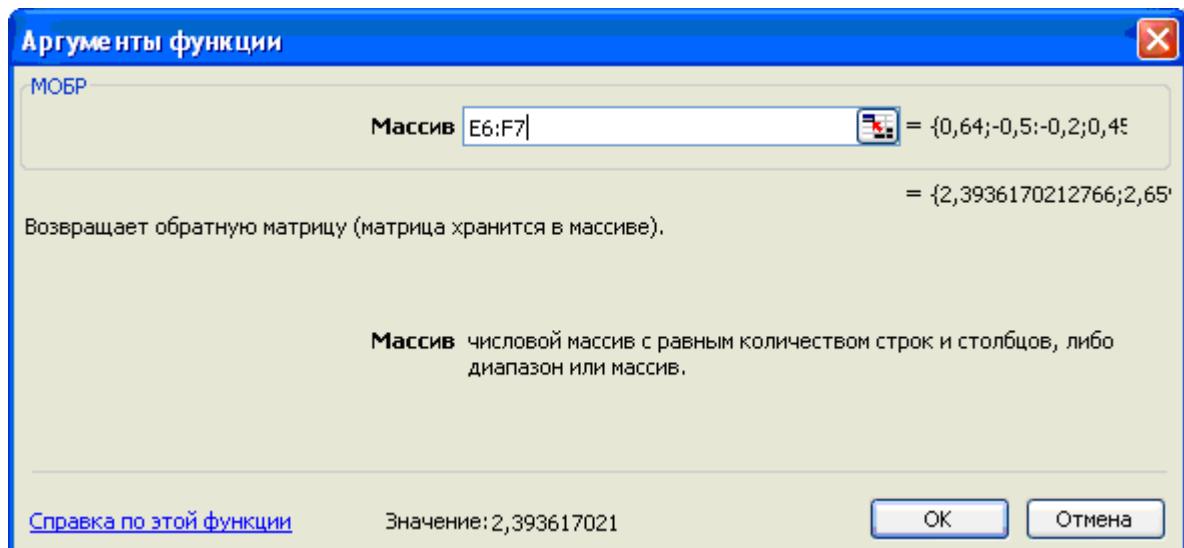


Рисунок 6 – Ввод данных при расчете обратной матрицы

Для отображения результата в виде матрицы, нажмите Shift+Ctrl+Enter (если нажать OK, то в ячейке G6 будет одно число). Массив G6:H7 будет содержать искомую матрицу $B = (E - A)^{-1}$ (рисунок 7).

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	90	100	60	250	0,36	0,5		
2	50	110	40	200	0,2	0,55		
3	250	200						
4								
5								
6	1	0	0,36	0,5	0,64	-0,5	2,393617	2,659574
7	0	1	0,2	0,55	-0,2	0,45	1,06383	3,404255
8								

Рисунок 7 – Результат расчета обратной матрицы

В качестве проверки можно рассчитать матрицу X . Матрица X рассчитывается по формуле $X = BY$. Введем в диапазон I6:I7 матрицу Y . Выделим диапазон J6:J7, выберем команду «Вставка → Функция...». В открывшемся окне «Мастер функций» выберем категорию «Математические» и из них МУМНОЖ (рисунок 8).

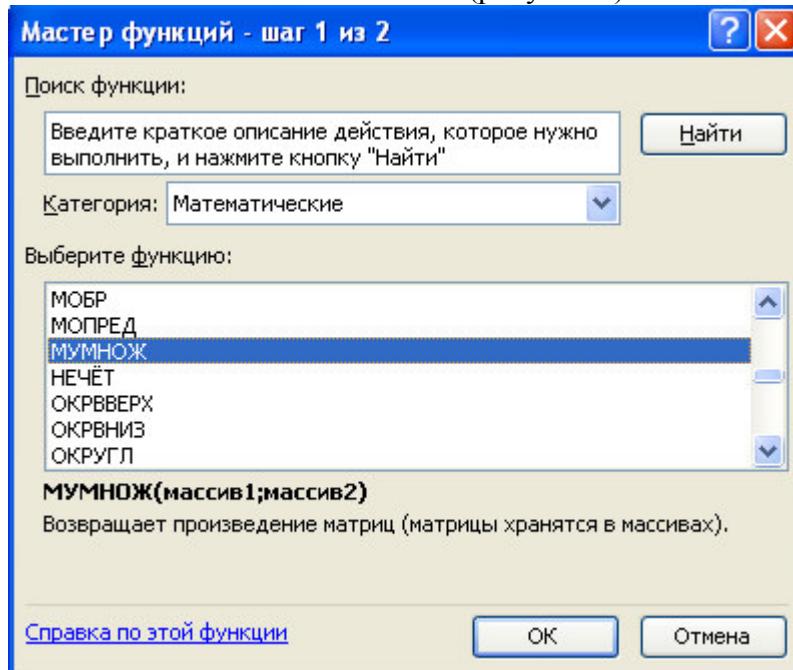


Рисунок 8 – Окно «Мастер функций»

Нажмите OK. Откроется окно «Аргументы функции». Необходимо указать массивы, в которых находятся перемножаемые матрицы (порядок ввода массивов имеет значение), в нашем примере это массивы G6:H7 и I6:I7 (рисунок 9).

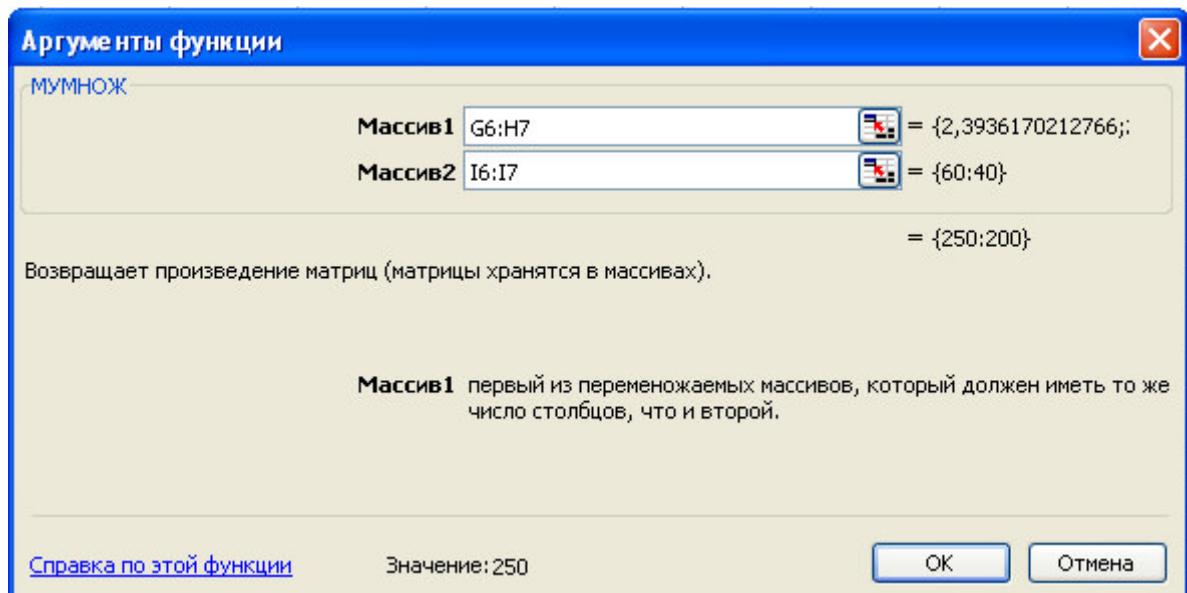


Рисунок 9 – Ввод данных при перемножении матриц

После окончания ввода данных нажмите Shift+Ctrl+Enter. Массив J6:J7 будет содержать искомую матрицу X (рисунок 10).

Microsoft Excel - Книга1										
Файл Дравка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка										
Arial Cyr 10 100% 100%										
J6										
1	90	100	60	250	0,36	0,5				
2	50	110	40	200	0,2	0,55				
3	250	200								
4										
5										
6	1	0	0,36	0,5	0,64	-0,5	2,393617	2,669574	60	250
7	0	1	0,2	0,55	-0,2	0,45	1,06383	3,404255	40	200
8										

Рисунок 10 – Результат расчета матрицы X

Ответ: Объемы производства валовой продукции равны $X_1 = 250$; $X_2 = 200$; коэффициенты прямых затрат равны

$$A = \begin{pmatrix} 0,36 & 0,5 \\ 0,2 & 0,55 \end{pmatrix}$$

коэффициенты полных материальных затрат равны

$$B = \begin{pmatrix} 2,39 & 2,66 \\ 1,06 & 3,40 \end{pmatrix}$$

Задача 7

Используя коэффициенты прямых материальных затрат, представленные в таблице 9 и объемы конечного продукта по отраслям рассчитать полные материальные затраты и объемы производства валовой продукции.

Таблица 9 – Исходные данные к задаче 7

Производящие	Потребляющие отрасли	Конечный
--------------	----------------------	----------

отрасли	1	2	продукт
1	0,36	0,15	70
2	0,40	0,25	50

Задача 8

На основании данных, приведенных в нижеследующих таблицах (10, 11, 12), рассчитать коэффициенты прямых и полных материальных затрат.

Таблица 10 – Исходные данные к задаче 8 (А)

Потребляющие отрасли	Производящие отрасли			Конечный продукт
	1	2	3	
1	50	60	80	60
2	25	90	40	105
3	25	60	40	85

Таблица 11 – Исходные данные к задаче 8 (Б)

Потребляющие отрасли	Производящие отрасли			Конечный продукт
	1	2	3	
1	40	18	25	71
2	16	9	25	36
3	40	45	50	115

Таблица 12 – Исходные данные к задаче 8 (В)

Потребляющие отрасли	Производящие отрасли			Конечный продукт
	1	2	3	
1	18	36	25	61
2	45	90	25	20
3	36	36	50	30

Задача 9

В таблице 13 приведены коэффициенты прямых материальных затрат и объемы конечной продукции в межотраслевом балансе для трех отраслей.

Таблица 13 – Исходные данные к задаче 9

Отрасль	Коэффициенты прямых затрат			Конечный продукт
	1	2	3	
1	0,2	0,2	0,1	50
2	0,4	0,3	0,2	40
3	0,2	0,2	0,4	30

Требуется рассчитать коэффициенты полных материальных затрат и найти объемы валовой продукции отраслей.

Задача 10

В таблице 14 приведены коэффициенты прямых материальных затрат и объемы конечной продукции в межотраслевом балансе для трех отраслей.

Таблица 14 – Исходные данные к задаче 10

Отрасль	Коэффициенты прямых затрат	Конечный

	1	2	3	продукт
1	0,3	0,4	0,2	40
2	0,2	0,1	0,3	15
3	0,1	0,2	0,2	10

Требуется рассчитать коэффициенты полных материальных затрат и найти объемы валовой продукции отраслей.

Задача 11

На основе данных задачи 9 восстановите схему межотраслевого материального баланса.

Задача 12

На основе данных задачи 10 восстановите схему межотраслевого материального баланса.

Задача 13

Используя данные баланса (таблица), определите объемы производства валовой продукции, коэффициенты прямых и полных материальных затрат.

Таблица 15 – Исходные данные к задаче 13

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли		Конечный продукт
	1	2	
1	10	17	23
2	20	15	35

Задача 14

Используя данные баланса (таблица 16), определите объемы производства валовой продукции, коэффициенты прямых и полных материальных затрат.

Таблица 3.16 – Исходные данные к задаче 14

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли		Конечный продукт
	1	2	
1	70	45	25
2	25	30	40

Задача 15

Используя коэффициенты прямых материальных затрат, представленных в таблице 17 и объемы конечного продукта по отраслям рассчитать полные материальные затраты и объемы производства валовой продукции.

Таблица 17 – Исходные данные к задаче 15

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли		Конечный продукт
	1	2	
1	0,22	0,54	20
2	0,38	0,26	17

К числу важнейших аналитических возможностей балансового метода относится определение прямых и полных затрат труда на единицу продукции и разработка на этой основе балансовых продуктово-трудовых моделей, исходной моделью при этом служит

отчетный межпродуктовый баланс в натуральном выражении. В этом балансе по строкам представлено распределение каждого отдельного продукта на производство других продуктов и конечное потребление (первый и второй квадранты схемы межотраслевого баланса). Отдельной строкой дается распределение затрат живого труда в производстве всех видов продукции. Предполагается, что трудовые затраты выражены в единицах труда одинаковой степени сложности.

Обозначим затраты живого труда в производстве j -го продукта через L_j , а объем производства этого продукта (валовой выпуск), как и раньше, через X_j . Тогда, прямые затраты труда на единицу j -го вида продукции (*коэффициент прямой трудоемкости*) можно задать следующей формулой:

$$t_j = \frac{L_j}{X_j}; j = \overline{1, n}. \quad (12)$$

Из данной формулы следует, что

$$L_j = X_j t_j. \quad (13)$$

Если межотраслевые прямые затраты труда обозначить через l_{ij} , то они будут соответственно равны:

$$l_{ij} = x_{ij} t_i. \quad (14)$$

Введем понятие *прямых затрат труда* как суммы прямых затрат живого труда и затрат овеществленного труда, перенесенных на продукт через израсходованные средства производства. Если обозначить величину полных затрат труда на единицу продукции j -го вида через T_j , то произведения вида $a_{ij} T_j$ отражают затраты овеществленного труда, перенесенного на единицу j -го продукта через i -ое средство производства; при этом предполагается, что коэффициенты прямых материальных затрат a_{ij} выражены в натуральных единицах. Тогда полные трудовые затраты на единицу j -го вида продукции (*коэффициент полной трудоемкости*) будут равны:

$$T_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} T_i + t_j; j = \overline{1, n}. \quad (15)$$

Введем в рассмотрение вектор-строку коэффициентов прямой трудоемкости $t = (t_1, t_2, \dots, t_n)$ и вектор строку коэффициентов полной трудоемкости $T = (T_1, T_2, \dots, T_n)$.

Тогда, с использованием уже рассматриваемой выше матрицы коэффициентов прямых материальных затрат A (в натуральном выражении) систему уравнений (15) можно переписать в матричном виде:

$$T = TA + t. \quad (16)$$

Произведя очевидные матричные преобразования с использованием единичной матрицы E

$$T - TA = TE - TA = T(E - A) = t,$$

получим следующее соотношение для вектора коэффициентов полной трудоемкости:

$$T = t(E - A)^{-1}. \quad (17)$$

Матрица $(E - A)^{-1}$, это матрица B коэффициентов полных материальных затрат, так что последнее равенство можно переписать в виде:

$$T = tB. \quad (17')$$

Обозначим через L величину совокупных затрат живого труда по всем видам продукции, которая с учетом формулы (12) будет равна:

$$L = \sum_{j=1}^n L_j = \sum_{j=1}^n t_j X_j = tX. \quad (18)$$

Используя соотношения (18), приходим к следующему неравенству:

$$tX = TY, \quad (19)$$

где t и T – вектор-строки коэффициентов прямой валовой и конечной продукции соответственно.

На основе коэффициентов прямой и полной трудоемкости могут быть разработаны межотраслевые и межпродуктовые балансы затрат труда и использования трудовых ресурсов. Схематически эти балансы строятся по общему типу матричных моделей.

Развитие основной модели межотраслевого баланса достигается также путем включения в нее показателей фондоемкости продукции. В простейшем случае модель дополняется отдельной строкой, в которой указаны в стоимостном выражении объемы производственных фондов Φ_j , занятые в каждой j -ой отрасли. На основании этих данных и объемов валовой продукции всех отраслей определяются коэффициенты прямой фондоемкости продукции j -ой отрасли:

$$f_j = \frac{\Phi_j}{X_j}; j = \overline{1, n}. \quad (20)$$

Стоимость основных производственных фондов, занятых в каждой j -ой отрасли соответственно равна:

$$\Phi_j = X_j f_j. \quad (21)$$

Стоимость производственных фондов j -ой отрасли, занятых при производстве продукции для i -ой отрасли будет равна:

$$\phi_{ij} = x_{ij} f_j. \quad (22)$$

Коэффициент прямой фондоемкости показывает величину производственных фондов, непосредственно занятых в производстве данной отрасли, в расчете на единицу ее валовой продукции. В отличии от этого показателя коэффициент полной фондоемкости F_j отражает объем фондов, необходимых во всех отраслях для выпуска единицы конечной продукции j -ой отрасли. Если a_{ij} – коэффициент прямых материальных затрат, то для коэффициента полной фондоемкости справедливо равенство, аналогичное равенству (13) для коэффициента полной трудоемкости:

$$F_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} F_i + f_j; j = \overline{1, n}. \quad (23)$$

Если ввести в рассмотрение вектор-строку коэффициентов прямой фондоемкости $f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ и вектор-строку коэффициентов полной фондоемкости $F = (F_1, F_2, \dots, F_n)$, то систему уравнений (23) можно переписать в матричной форме:

$$F = FA + f, \quad (24)$$

откуда с помощью преобразований, аналогичных применяемым выше для коэффициентов трудоемкости, можно получить матричное соотношение:

$$F = fB, \quad (25)$$

где $B = (E - A)^{-1}$ – матрица коэффициентов полных материальных затрат.

Задача 16

Межотраслевой баланс производства и распределения продукции представлен в таблице 18.

Таблица 18 – Исходные данные к задаче 16

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	232,6	51,0	291,8	200,0	775,3
2	155,1	255,0	0,0	100,0	510,1
3	232,6	51,0	145,9	300,0	729,6
Условно чистая продукция	155,0	153,1	291,9		
Валовая продукция	775,3	510,0	729,6		

Заданы затраты живого труда (трудовые ресурсы) в трех отраслях: $L_1 = 1160$, $L_2 = 460$, $L_3 = 875$ в некоторых единицах измерения трудовых затрат. Требуется определить

коэффициенты прямой и полной трудоемкости и составить межотраслевой баланс затрат труда.

Решение

1) Находим коэффициенты прямой трудоемкости

$$t_j = \frac{L_j}{X_j},$$

$$t_1 = \frac{1160}{775,3} = 1,5; \quad t_2 = \frac{460}{510,1} = 0,9; \quad t_3 = \frac{875}{729,6} = 1,2.$$

2) Рассчитаем матрицу коэффициентов полных материальных затрат

а) Вычислим коэффициенты прямых затрат (a_{ij}) по формуле:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n.$$

$$a_{11} = 232,6 : 775,3 = 0,3; \quad a_{12} = 51,0 : 510,1 = 0,1; \quad a_{13} = 291,8 : 729,6 = 0,4;$$

$$a_{21} = 155,1 : 775,3 = 0,2; \quad a_{22} = 255,0 : 510,1 = 0,5; \quad a_{23} = 0,0 : 729,6 = 0;$$

$$a_{31} = 232,6 : 775,3 = 0,3; \quad a_{32} = 51,0 : 510,1 = 0,1; \quad a_{33} = 145,9 : 729,6 = 0,2.$$

Рассчитаем матрицу B :

$$B = (E - A)^{-1} = \begin{pmatrix} 2,041 & 0,612 & 1,020 \\ 0,816 & 2,245 & 0,408 \\ 0,867 & 0,510 & 1,684 \end{pmatrix}.$$

Находим коэффициенты полной трудоемкости:

$$T = tB \Rightarrow T = (1,5; 0,9; 1,2) \cdot \begin{pmatrix} 2,041 & 0,612 & 1,020 \\ 0,816 & 2,245 & 0,408 \\ 0,867 & 0,510 & 1,684 \end{pmatrix} = (4,84; 3,55; 3,92).$$

Умножая первую, вторую и третью строки первого и второго квадрантов межотраслевого материального баланса на соответствующие коэффициенты прямой трудоемкости, получаем схему межотраслевого баланса труда (в трудовых измерителях):

$$l_{ij} = x_{ij} t_i,$$

$$l_{11} = 232,6 \cdot 1,5 = 348,9, \quad l_{12} = 51,0 \cdot 1,5 = 76,5, \quad l_{13} = 291,8 \cdot 1,5 = 437,7,$$

$$l_{y1} = 200 \cdot 1,5 = 300,$$

$$l_{21} = 155,1 \cdot 0,9 = 139,6, \quad l_{22} = 255,0 \cdot 0,9 = 229,5, \quad l_{23} = 0,0 \cdot 0,9 = 0,$$

$$l_{y2} = 100 \cdot 0,9 = 90,$$

$$l_{31} = 232,6 \cdot 1,2 = 279,1, \quad l_{32} = 51,0 \cdot 1,2 = 61,2, \quad l_{33} = 145,9 \cdot 1,2 = 175,1,$$

$$l_{y3} = 300 \cdot 1,2 = 360.$$

Ответ:

Межотраслевой баланс затрат труда

Таблица 19 – Итоговая матрица задачи 16

Отрасль	Межотраслевые затраты овеществленного труда	Затраты труда на конечную продукцию	Затраты труда в отраслях
---------	---	-------------------------------------	--------------------------

	1	2	3		
1	348,9	76,5	437,7	300,0	1163,0
2	139,6	229,5	0,0	90,0	459,1
3	279,1	61,2	175,1	360,0	875,5

Замечание: незначительные расхождения между полученными данными в таблице 19 и исходными данными по затратам живого труда вызваны погрешностью округления при вычислении.

Задача 17

По данным межотраслевого баланса, представленного в таблице 20 и затратам живого труда $L_1 = 80$, $L_2 = 45$, $L_3 = 90$, определить коэффициенты прямой и полной трудоемкости.

Таблица 20 – Исходные данные к задаче 17

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	18	7	5	21	51
2	6	8	2	20	36
3	3	15	14	23	55

Задача 18

По данным межотраслевого баланса, представленного в таблице 21 и затратам живого труда $L_1 = 300$, $L_2 = 290$, $L_3 = 450$, определить коэффициенты прямой и полной трудоемкости.

Таблица 21 – Исходные данные к задаче 18

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	90	56	64	240	450
2	45	85	210	310	650
3	83	98	101	518	800

Задача 19

По данным межотраслевого баланса, представленного в таблице 22 и стоимости производственных фондов $\Phi_1 = 1250$, $\Phi_2 = 1700$, $\Phi_3 = 1010$, определить коэффициенты прямой и полной фондаемкости.

Таблица 22 – Исходные данные к задаче 19

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	180	210	115	405	748
2	250	80	170	620	1120
3	112	87	35	276	510

Задача 20

По данным межотраслевого баланса, представленного в таблице 23 и стоимости производственных фондов $\Phi_1 = 83$, $\Phi_2 = 58$, $\Phi_3 = 75$, определить коэффициенты прямой и полной фондаемкости.

Таблица 23 – Исходные данные к задаче 20

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	9	5	6	37	57
2	4	7	1	23	35
3	11	8	6	45	70

Задача 21

По данным схемы межотраслевого баланса, представленного в таблице 24, и затрат труда $L_1 = 2950$, $L_2 = 3100$, $L_3 = 1500$, составить схему межотраслевого баланса труда.

Таблица 24 – Исходные данные к задаче 21

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	830	715	390	1980	3915
2	650	817	235	1200	2902
3	350	185	148	737	1420

Задача 22

По данным схемы межотраслевого баланса, представленного в таблице 25 и затрат труда $L_1 = 100$, $L_2 = 102$, $L_3 = 163$, составить схему межотраслевого баланса труда.

Таблица 25 – Исходные данные к задаче 22

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	15	22	12	31	80
2	17	13	23	15	68
3	35	15	10	37	97

Задача 23

По данным схемы межотраслевого баланса, представленного в таблице 26 и стоимости производственных фондов каждой из отраслей $\Phi_1 = 1053$, $\Phi_2 = 1200$, $\Phi_3 = 3090$, составить схему межотраслевого баланса производственных фондов.

Таблица 26 – Исходные данные к задаче 23

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	250	345	127	682	1404
2	101	485	320	809	1715
3	713	305	513	1044	2575

Задача 24

По данным схемы межотраслевого баланса, представленного в таблице 27 и стоимости производственных фондов каждой из отраслей $\Phi_1 = 809$, $\Phi_2 = 673$, $\Phi_3 = 1005$, составить схему межотраслевого баланса производственных фондов.

Таблица 27 – Исходные данные к задаче 24

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			Конечная продукция	Валовая продукция
	1	2	3		
1	310	218	415	790	1733
2	98	170	53	315	636
3	436	275	119	710	1540

3. Защита решения задачи.

2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).

Тема: «Экономические задачи, решаемые с применением корреляционно-регрессионного анализа и организация статистического моделирования с применением программы Statistica»

На ЛР-4 происходит привитие навыков решения задач с применением специальных методов и алгоритмов на основе специально подобранных примеров нарастающей сложности, выстроенных по типу **практикума** (особый вид проведения учебных занятий, покрывающий определенную тему образовательной области, имеющий целью практическое усвоение основных положений предмета), а также применяется метод ПОПС-формулы. На занятии студенты высказывают свою точку зрения, отношение к предложенной проблеме. ПОПС-формула применяется для закрепления изученного материала на лекционном занятии. Каждый студент выбирает одну из предложенных задач или создает свою. В случае необходимости студент может усложнить выбранную задачу, повторно решив ее, используя компьютерную симуляцию. После решения задачи студент защищает решение по методу ПОПС-формулы, высказывая: П-позицию (объясняет, в чем заключена точка зрения студента); О-обоснование (не просто объясняет свою позицию, но и доказывает); П-пример (при разъяснении сути позиции пользуется конкретными примерами); С-следствие (делает вывод в результате обсуждения определенной проблемы).

2.4.1 Цель работы: изучить виды экономических задач, решаемые с применением корреляционно-регрессионного анализа и организация статистического моделирования с применением программы Statistica»

2.4.2 Задачи работы:

1. Изучение видов экономических задач, решаемые с применением корреляционно-регрессионного анализа
2. Использование при организации статистического моделирования программного продукта Statistica

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер
2. Microsoft Office Word,
3. Microsoft Office Excel,
4. ППП Statistica.

2.4.4 Описание (ход) работы:

1. Постановка задачи. Ввод данных в ППП Statistica.

Различают два типа связей между различными явлениями и их признаками: *функциональную*, или *жестко детерминированную*, с одной стороны, и *статистическую*, или *стохастически детерминированную*, – с другой. Стого определить различие этих типов связи можно тогда, когда они получают математическую формулировку. Для простоты будем говорить о связи двух явлений или двух признаков, математически отображаемой в форме уравнения связи двух переменных.

Если с изменением значения одной из переменных вторая изменяется строго определенным образом, т.е. значению одной переменной обязательно соответствует одно или несколько точно заданных значений другой переменной, связь между ними является *функциональной*.

Нередко говорят о строгом соответствии лишь одного значения второй из переменных каждому значению первой из них, но это неверно. Например, связь между u и x является

строго функциональной, если $y = 4x$; но значению $x = 4$ соответствует не одно, а два значения: $y_1 = +2$, $y_2 = -2$. Уравнения более высоких степеней могут иметь несколько корней, связь, разумеется остается функциональной.

Функциональная связь двух величин возможна лишь при условии, что вторая из них зависит только от первой. В реальной природе (и тем более в обществе) таких связей нет; они являются лишь абстракциями, полезными и необходимыми при анализе явлений, но упрощающими реальность. Функциональная зависимость данной величины y от многих факторов X_1, X_2, \dots, X_n возможна только в том случае, если величина y всегда зависит только от перечисленного набора факторов X_1, X_2, \dots, X_n и ни от чего более. Все явления и процессы реального мира связаны между собой, и нет такого конечного числа переменных k , которое абсолютно полно определяло бы собой зависимую величину y . Следовательно, множественная функциональная зависимость переменных есть тоже абстракция, упрощающая реальность.

Однако, механика, электротехника, акустика, политическая экономия и другие науки успешно используют представление связей как функциональных не только в аналитических целях, но нередко и в целях прогнозирования. Это возможно потому, что в простых системах интересующая нас переменная величина зависит в основном (скажем, на 99% или даже на 99,99%) от немногих других переменных или только от одной переменной, т.е. связь является хотя и не абсолютно функциональной, но практически очень близкой к таковой.

Стохастически детерминированная связь не имеет ограничений и условий, присущих функциональной связи. Если с изменением значения одной из переменных вторая может в определенных пределах принимать любые значения с некоторыми вероятностями, но ее среднее значение или иные статистические (массовые) характеристики изменяются по определенному закону, связь является статистической. Иными словами, при статистической связи разным значениям одной переменной соответствуют разные распределения значений другой переменной.

В настоящее время наука не знает более широкого определения связи. Все связи, которые могут быть измерены и выражены численно, подходят под определение «статистические связи», в том числе и функциональные. Последние представляют собой частный случай статистических связей, когда значениям одной переменной соответствуют «распределения» значений второй, состоящие из одного или нескольких значений и имеющие вероятность, равную единице. Конечно, качественное различие действительно вероятностных распределений и отдельных значений, имеющих вероятность единицы (достоверных), настолько велико, что хотя функциональные связи и могут рассматриваться как предельный случай статистической связи, все же с полным основанием можно говорить о двух типах связей.

Корреляционной связью называют важнейший частный случай статистической связи, состоящий в том, что разным значениям одной переменной соответствуют различные средние значения другой. С изменением значения признака x закономерным образом изменяется среднее значение признака y , в то время как в каждом отдельном случае значение признака y (с различными вероятностями) может принимать множество различных значений.

Если же с изменением значения признака x среднее значение признака y не изменяется закономерным образом, но закономерно изменяется другая статистическая характеристика (показатели вариации, асимметрии, эксцесса и т.п.), то связь не является корреляционной, но статистической.

Статистическая связь между двумя признаками (переменными величинами) предполагает, что каждый из них имеет случайную вариацию индивидуальных значений относительно средней величины. Если же такую вариацию имеет только один из признаков, а значения другого являются жестко детерминированными, то говорят лишь о регрессии. Например, при анализе динамических рядов можно измерять регрессию уровней ряда урожайности (имеющих случайную колеблемость) на номера лет. Но нельзя говорить о

корреляции между ними и применять показатели корреляции с соответствующей интерпретацией.

Корреляционная связь между признаками может возникнуть разными путями. Первый (важнейший) путь – *причинная зависимость* результативного признака (его вариации) от вариации факторного признака. Например, признак x – балл оценки плодородия почв, признак y – урожайность сельскохозяйственной культуры. Здесь совершенно ясно логически, какой признак выступает как независимая переменная (фактор x), какой – как зависимая переменная (результат y).

Второй путь – *сопряженность*, возникающая при наличии общей причины. Известен классический пример: если в качестве признака x взять число пожарных команд в городе, а за признак y – сумму убытков за год в городе от пожаров, то между признаками x и y в совокупности городов России существовала прямая корреляция: в среднем чем больше пожарников в городе, тем больше и убытков от пожаров. Возникает вопрос – не сами ли пожарники занимались поджогами, тем самым создавая себе работу. Но дело в другом. Данную корреляцию нельзя интерпретировать как связь причины и следствия; оба признака – следствия общей причины – размера города. Вполне логично, что в крупных городах больше пожарных частей, но больше и пожаров, и убытков от них за год, чем в малых городах.

Третий путь возникновения корреляции – *взаимосвязь признаков*, каждый из которых и причина, и следствие. Такова, например, корреляция между уровнями производительности труда рабочих и уровнем оплаты 1 ч труда (тарифной ставкой). С одной стороны, уровень зарплаты – следствие производительности труда: чем она выше, тем выше и оплата. Но, с другой стороны, установленные тарифные ставки и расценки играют стимулирующую роль: при правильной системе оплаты они выступают в качестве фактора, от которого зависит производительность труда. В такой системе признаков допустимы обе постановки задачи; каждый признак может выступать в роли независимой переменной x и в качестве зависимой переменной y .

Парная линейная корреляция. Простейшей системой корреляционной связи является линейная связь между двумя признаками – *парная линейная корреляция*.

Практическое ее значение в том, что есть системы, в которых среди всех факторов, влияющих на результативный признак, выделяется один важнейший фактор, который в основном определяет вариацию результативного признака. Измерение парных корреляций составляет необходимый этап в изучении сложных, многофакторных связей. Есть и такие системы связей, при изучении которых следует предпочесть парную корреляцию. Внимание к линейным связям объясняется ограниченной вариацией переменных и тем, что в большинстве случаев нелинейные формы связей для выполнения расчетов преобразуются в линейную форму (линеаризуются).

Уравнение парной линейной корреляционной связи называется *уравнением парной регрессии* и имеет вид:

$$y = a + bx, \quad (1)$$

где y – среднее значение результативного признака y при определенном значении факторного признака x ;

a – свободный член уравнения;

b – коэффициент регрессии, измеряющий среднее отношение отклонения результативного признака от его средней величины к отклонению факторного признака от его средней величины на одну единицу его измерения, – вариация y , приходящаяся на единицу вариации x .

Линейные связи являются основными. Однако встречаются и нелинейные связи, хорошо описываемые параболой, гиперболой и т.д.

Параболическая корреляция. Уравнение регрессии в форме параболы 2-го порядка имеет следующий вид:

$$y = a + bx + cx^2. \quad (2)$$

Если при линейной связи среднее изменение результативного признака на единицу фактора постоянно по всей области вариации фактора, то при параболической корреляции изменение признака x на единицу признака y меняется равномерно с изменением величины фактора. В результате связь может даже поменять знак на противоположный, из прямой превратится в обратную, из обратной в прямую. Такой характер связи объективно присущ многим системам. Например, с увеличением дозы удобрений урожайность сельскохозяйственных культур сначала повышается, но если превысить оптимальную величину дозы, то при дальнейшем росте дозы удобрений растения угнетаются и урожайность снижается.

Гиперболическая корреляция. Уравнение регрессии в форме гиперболы имеет следующий вид:

$$y = a + b/x. \quad (3)$$

Если величина b положительна, то при увеличении значений факторного признака x значения результативного признака уменьшаются, причем это уменьшение все время замедляется, и при $x \rightarrow \infty$ средняя величина признака y будет равна a . Если же параметр b отрицателен, то значения результативного признака с ростом фактора возрастают, причем их рост замедляется, и в пределе при $x \rightarrow \infty$, $y = a$. Таким образом, гиперболические зависимости характерны для связей, в которых результативный признак не может варьировать неограниченно, его вариация имеет односторонний предел. Например, при освоении нового оборудования его производительность возрастает, но рост замедляется по мере приближения к конструктивно-технологическому пределу производственной мощности агрегата. Совершенствуя двигатель, можно увеличивать его КПД, но тоже не выше предела, допустимого данным видом преобразования энергии. Таков же характер связи между уровнем душевого дохода x в семье и долей семей, имеющих телевизоры, y ; он приближен к пределу (100%) в наиболее обеспеченной группе семей.

Показатели тесноты связи. Для практического использования моделей регрессии большое значение имеет их адекватность, т.е. соответствие фактическим статистическим данным.

Корреляционный и регрессионный анализ обычно (особенно в условиях так называемого малого и среднего бизнеса) проводится для ограниченной по объему совокупности. Поэтому показатели регрессии и корреляции – параметры уравнения регрессии, коэффициенты корреляции и детерминации могут быть искажены действием случайных факторов. Чтобы проверить, насколько эти показатели характерны для всей генеральной совокупности, необходимо проверить адекватность построенных статистических моделей.

При численности объектов анализа до 30 единиц возникает необходимость проверки значимости (существенности) каждого коэффициента регрессии. При этом выясняют, насколько вычисленные параметры характерны для отображения комплекса условий: не являются ли полученные значения параметров результатами действия случайных или сторонних причин.

Значимость коэффициентов простой линейной регрессии (применительно к совокупностям, у которых $n < 30$) осуществляют с помощью t -критерия Стьюдента. При этом вычисляют расчетные (фактические) значения t -критерия для параметров уравнения.

Вычисленные по вышеприведенным формулам значения сравнивают их с критическими t , которые определяют по таблице Стьюдента с учетом принятого уровня значимости α и числом степеней свободы вариации $v = n - 2$. В социально-экономических исследованиях уровень значимости α обычно принимают равным 0,05. Параметр признается значимым (существенным) при условии, если $t_{\text{расч}} > t_{\text{табл}}$. В таком случае практически невозможно, что найденные значения параметров обусловлены только случайными совпадениями.

Проверка адекватности регрессионной модели может быть дополнена корреляционным анализом. Для этого необходимо определить *тесноту* корреляционной связи между переменными x и k . Теснота корреляционной связи, как и любой другой, может

быть измерена эмпирическим корреляционным отношением k , когда n (межгрупповая дисперсия) характеризует отклонения групповых средних результативного признака от общей средней.

Говоря о корреляционном отношении как о показателе измерения тесноты зависимости, следует отличать от эмпирического корреляционного отношения – *теоретическое*.

Теоретическое корреляционное отношение n представляет собой относительную величину, получающуюся в результате сравнения среднего квадратического отклонения выровненных значений результативного признака δ , то есть рассчитанных по уравнению регрессии, со средним квадратическим отношением эмпирических (фактических) значений результативности признака σ . Изменение значения n объясняется влиянием факторного признака.

Множественная корреляция. Выше рассматривалась зависимость между двумя признаками, то есть речь шла о парной корреляции. На практике же чаще всего изменение изучаемого признака зависит от нескольких причин. В таких случаях изучение корреляционной связи не может ограничиться парными зависимостями, и в анализ необходимо включить другие признаки – факторы, существенно влияющие на изучаемую зависимую переменную.

Если обозначить факторы через $x_1, x_2, x_3 \dots x_m$, то линейное уравнение множественной зависимости может быть записано следующим образом:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_mx_m. \quad (4)$$

По параметрам уравнения можно оценить долю каждого из факторов в изменении уровня результативного показателя y . Это может быть сделано путем прямой оценки по величине коэффициентов регрессии при каждом из факторов, а также по коэффициентам эластичности и стандартизованным частным коэффициентам регрессии.

При построении многофакторных корреляционных моделей одной из предпосылок обоснованности конечных результатов является требование наименьшей коррелированности включенных в модель признаков-факторов (отсутствие мультиколлинеарности). В случае наличия линейной зависимости между факторами система нормальных уравнений не будет иметь однозначного решения, в результате чего коэффициенты регрессии и другие оценки окажутся неустойчивыми.

Изучение как парной, так и множественной корреляции наиболее удобно осуществлять в специализированных статистических программных продуктах, каким и является программный комплекс Statistica. Данный программный комплекс предназначен для статистического анализа данных в среде Windows. Кроме парной и множественной корреляции, Statistica реализует другие углубленные методы анализа данных на компьютере в области экономики, маркетинга, рекламы, бизнеса и других сфер.

Рассмотрим основы работы в программном комплексе Statistic и, в частности, его применение для решения задач корреляционно-регрессионного моделирования.

После запуска программы Statistica появится Рабочее Окно системы (рисунок 1):

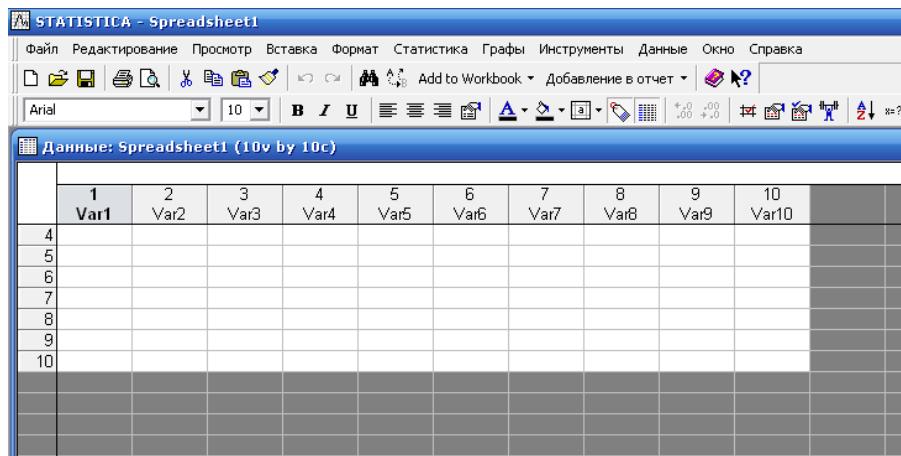


Рисунок 1 – Рабочее Окно системы Statistica

Рабочее окно системы Statistica имеет следующую структуру: верхний заголовок Statistica: Basic Statistics and Tables (Основные статистики и таблицы), – запущен модуль Basic Statistics and Tables, (если бы был запущен другой модуль, то его название указывалось бы в заголовке); строка меню, панель инструментов и рабочая область, занимающая большую часть окна. В рабочую область выводятся все документы системы, которые получаются в процессе анализа.

В строке заголовка находятся три кнопки, позволяющие изменять размеры окна:

 Кнопка минимизации размеров окна. Окно модуля будет свернуто до размеров кнопки на панели задач Windows.

 Кнопка восстановления размеров окна. Она появляется, если Statistica запущена в полноэкранном режиме (основное окно занимает весь экран целиком). Если щелкнуть на ней, то размер окна уменьшится, а вид самой кнопки изменился на кнопку максимизации размера окна, при помощи которой вновь можно развернуть окно до размеров полного экрана.

 **КНОПКА ЗАКРЫТИЯ ОКНА. ЩЕЛЧОК НА НЕЙ ПРИВЕДЕТ К ЗАКРЫТИЮ ОКНА И ВЫХОДУ ИЗ ОТКРЫТОГО МОДУЛЯ.**

Меню занимает вторую строку основного окна модуля и содержит в себе систему выпадающих меню. Ряд пунктов меню: **Файл, Правка, Вид, Окно, Справка**, стандартен для Windows, пункт **Анализ** специфичен для Statistica.

Панель инструментов содержит кнопки для быстрого доступа к командам меню. При помощи щелчка мышью на какой-либо кнопке можно получить быстрый доступ к соответствующей команде. Каждому типу документа Statistica соответствует своя панель инструментов. Внешний вид панели инструментов и ее расположение в окне системы можно настроить при помощи команды **Toolbar** (Панель инструментов) из меню **View** (Вид). Эти установки действуют для текущего сеанса работы. Панель инструментов может быть выведена в одну и две строчки и может быть расположена в разных частях основного окна системы. Постоянный вид панели инструментов установлен в меню **Options** (Опции) командой **Display** (Экран).

При следующих запусках автоматически открывается последний файл. В рабочей области может находится только один файл с **исходными данными**.

Исходные данные в системе Statistica организованы в виде электронной таблицы, где они имеют разные смысловые значения.

Столбцы электронной таблицы с исходными данными называются **Variables (Переменные)**, а строки **Cases (Случаи)**. В качестве переменных обычно выступают исследуемые величины, а случаи – это значения, которые принимают переменные в отдельных измерениях.

Система может работать как с численными, так и с **текстовыми данными**, это важно в практических статистических исследованиях. Также, они поддерживают различные типы операций

с использованием буфера обмена Windows; операции с выделенными блоками значений, в том числе и с использованием метода *drag-and-drop*, автозаполнение блоков и т.д.

Открытие файла данных

Подведите курсор мыши к пункту меню **Файл** и щелкните левой кнопкой. В выпадающем меню, которое появилось на экране, выберите **Открытие**, либо нажмите сочетание клавиш Ctrl+O на клавиатуре.

Выберите в каталоге stat\examples файл cars.sta, как показано на рисунок 2. Нажмите кнопку **OK**.

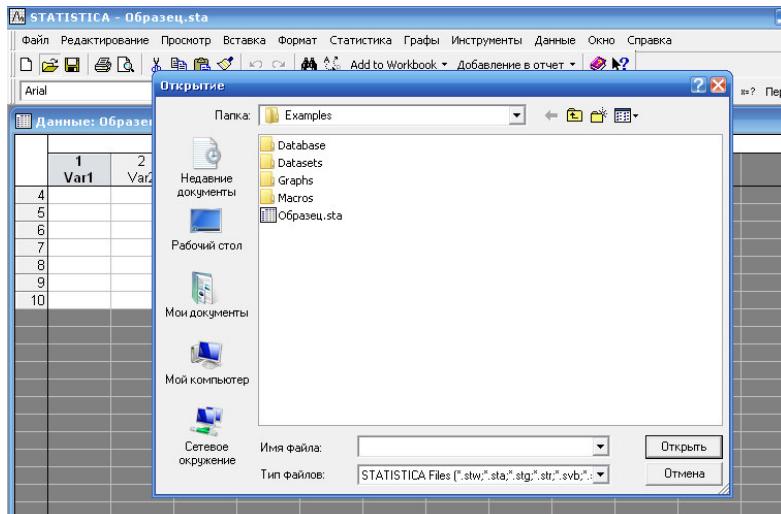


Рисунок 2 – Открытие файла образец.sta из каталога stat\examples

2. Решение задач в ППП Statistica. Анализ решения и экономическая интерпретация.

Примеры создания файлов данных

Исходное положение: вы находитесь в основном рабочем окне системы Statistica.

Начальные действия: подведите курсор мыши к строке меню к пункту **Файл** и щелкните левой кнопкой.

В верхней части окна расположена строка меню. В выпадающем меню, появившемся на экране после щелчка мыши, выберите команду **НОВЫЙ**.

Пример создания файла *Реклама 1.STA*

В таблице 1 приведены данные о размере рекламного объявления и его цене при размещении на полосе газеты.

Создадим файл **Statistica** с этими данными.

Таблица 1 – Исходные данные

Длина (мм)	Ширина (мм)	Площадь (мм)	Цена (руб.)
47	35	1645	1446000
47	73	3431	2768000
47	111	5217	3974000
47	149	7003	5147000
47	209	9823	6290000
47	225	10575	7537000
47	263	12361	882800
47	301	14147	10230000

Шаг 1. Создание электронной таблицы. Выберите команду **НОВЫЙ** из меню **Файл**. В появившемся диалоговом окне **Создание нового документа** переставьте галочку меню **Размещение** на позицию «**В новой рабочей книге**» (рисунок 3).

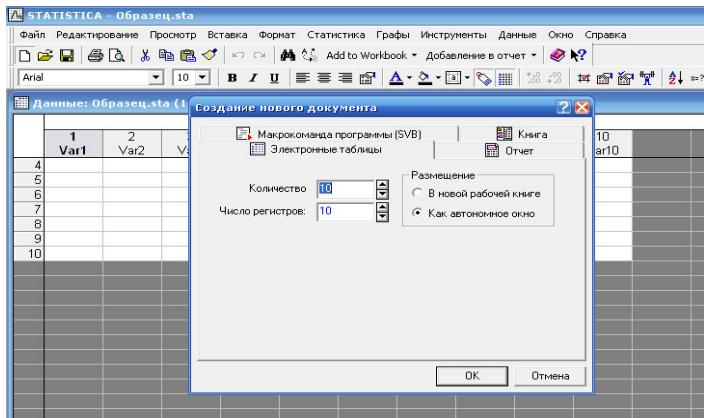


Рисунок 3 – Создание нового файла

Нажмите кнопку **OK** в правом нижнем углу окна. **Statistica** автоматически откроет пустую электронную таблицу с именем Spreadsheet#, в новой рабочей книге Workbook# которая и появится на экране (рисунок 4)

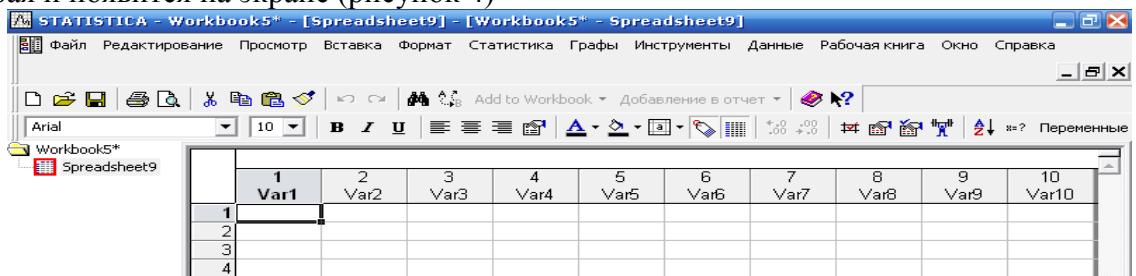


Рисунок 4 – Пустая электронная таблица для ввода данных

Вы можете пользоваться этой таблицей как страницей в записной книжке и внести в нее необходимые вам данные.

В заголовке окна электронной таблицы автоматически отображается имя файла Spreadsheet# и название рабочей книги Workbook#.

Размер таблицы по умолчанию принят 10 на 10 (10 переменных с именами VAR1, VAR2, VAR3... VAR10 и 10 пронумерованных строк).

Сделаем в таблице столько строк и столбцов, сколько нужно. Нам нужно, чтобы в таблице имелось 4 переменные и 8 случаев.

Задайте имя таблице, нажав меню **ФАЙЛ/ Сохранить**, далее появится следующее меню (рисунок 5).

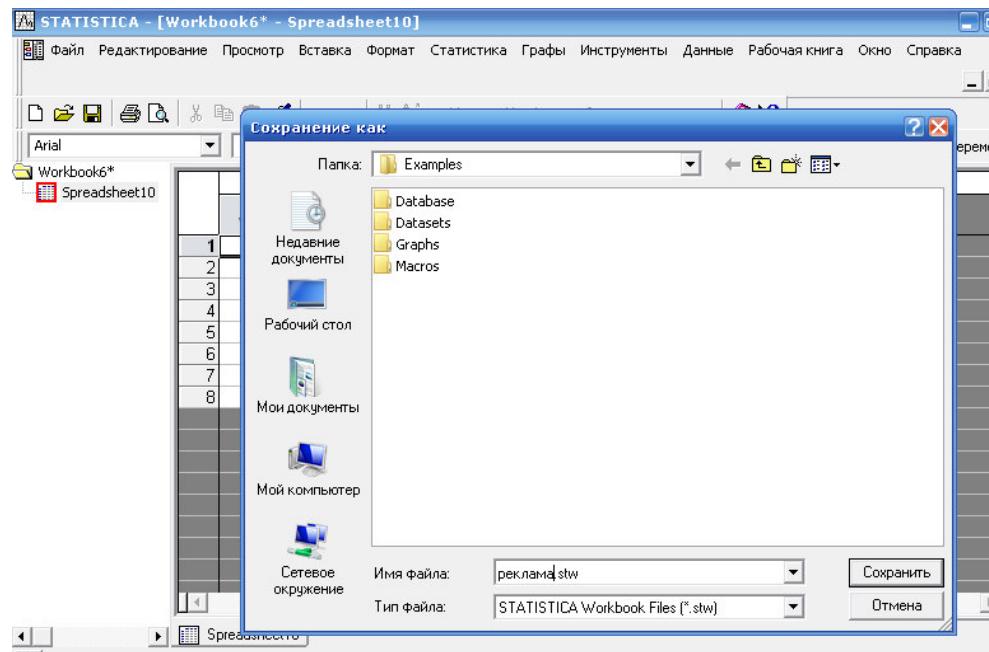


Рисунок 5 – Задание имени таблицы

В поле **имя файла** введите «Реклама» и затем переименуйте рабочий лист (рисунок 6).

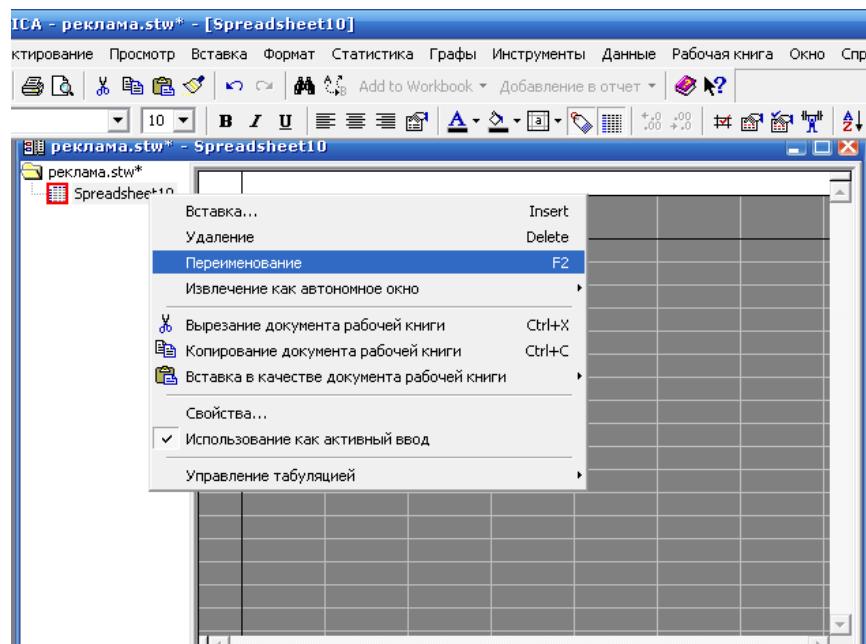


Рисунок 6 – Переименование листа

В появившемся поле ввода запишите реклама 1.

Шаг 2. Настройка таблицы. Произведем настройку размеров таблицы. Для данных рекламного объявления требуется четыре переменных: ширина рекламы, длина, площадь, цена.

Нажмите кнопку **Переменные** на панели инструментов и выберите команду **Удалить**. В диалоговом окне **Delete Variables (Удаление переменных)** укажите диапазон удаляемых переменных, как показано на рисунках 7. и 8. Нажмите кнопку **OK**.

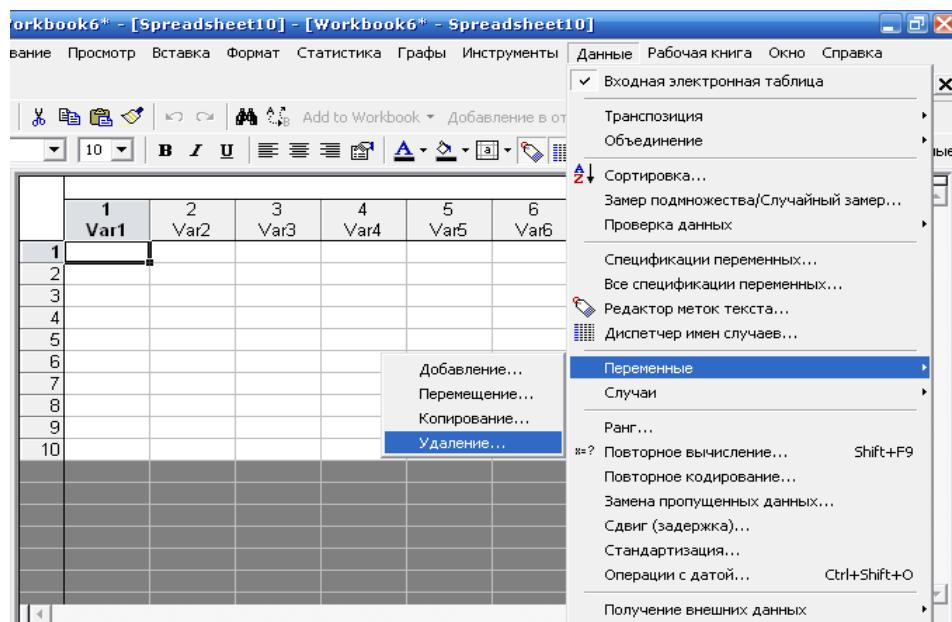


Рисунок 7 – Окно удаления ненужных переменных

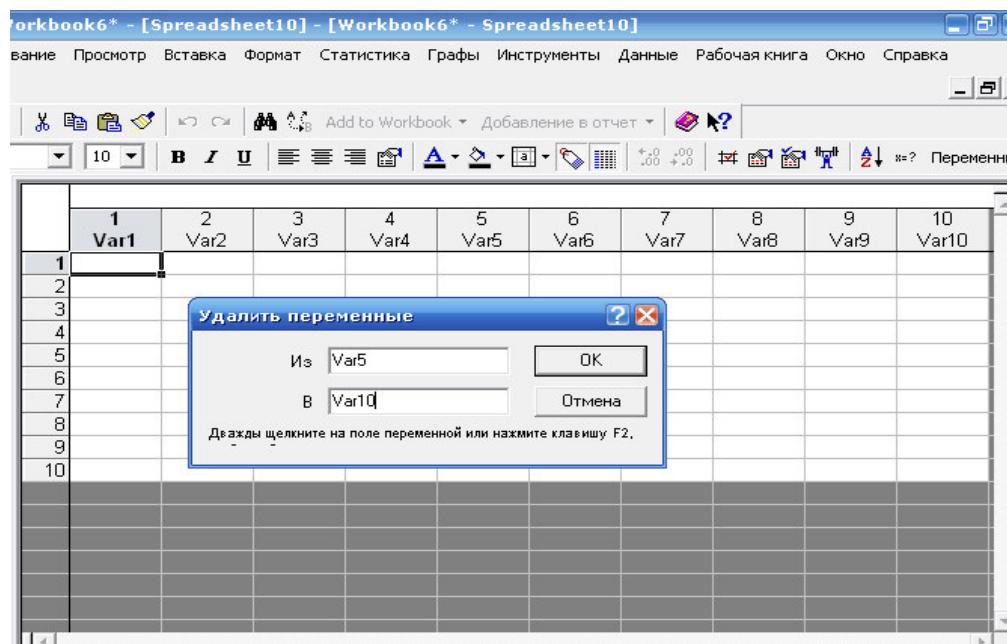


Рисунок 8 – Окно удаления ненужных переменных (продолжение)

Необходимое число случаев – 8. В созданной таблице число случаев равно 10. Два лишних случая из таблицы следует удалить.

Для удаления лишних случаев аналогичным способом происходит удаление случаев (рисунок 9).

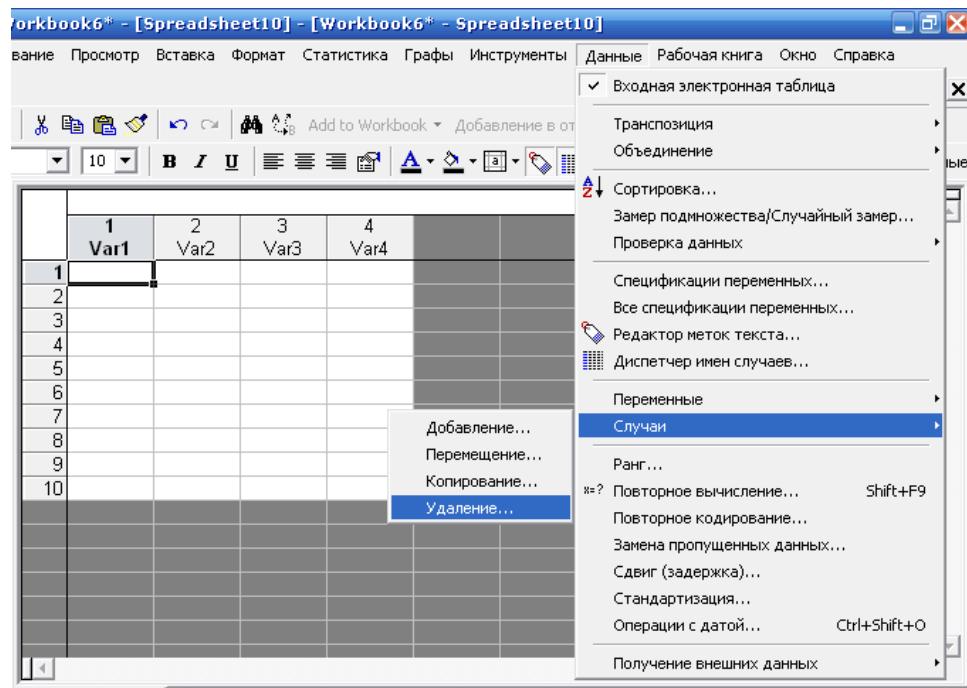


Рисунок 9 – Окно удаления лишних случаев

Задайте диапазон удаляемых случаев в диалоговом окне **Удалить случаи**. Нажмите кнопку **OK**. Теперь электронная таблица выглядит согласно рисунка 10.

	1	2	3	4	
	Var1	Var2	Var3	Var4	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Рисунок 10 – Пустая таблица с четырьмя переменными и восемью случаями

Шаг 3. Подготовка таблицы к вводу данных, заголовок таблицы и имена переменных. Дважды щелкните мышью на белом поле в таблице под словами: Data: REKLAMALSTA4V*8C.

На экране появится окно **Data File Header** (Заголовок файла данных), в котором можно задать заголовок таблицы и дополнительную информацию о данных. Введем заголовок таблицы: ЦЕНА РЕКЛАМЫ, теперь таблица выглядит как показано на рисунке 11.

	1	2	3	4		
1	Var1	Var2	Var3	Var4		
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Рисунок 11 – Таблица с заголовком

Таблица почти готова к вводу данных, но придадим ей еще более удобный вид: введем имена переменных, которые отражают смысл записей, и специфицируем их.

Задайте имена переменных.

Дважды щелкните на имени переменной VAR1 в электронной таблице. На экране появится окно спецификации переменной VAR1 (рисунок 12). В поле **Name (Имя)** напишите: ЦЕНА. Длина имени не должна превышать 8 символов.

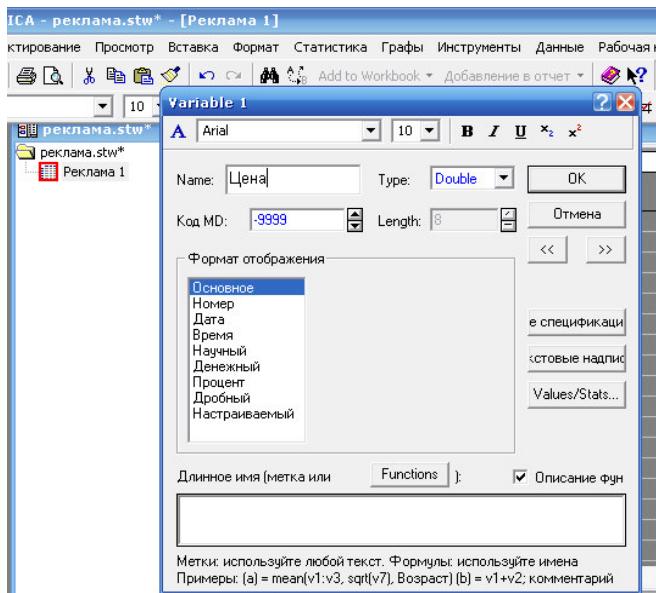


Рисунок 12 – Окно спецификации переменной VAR1

Нажмите кнопку **OK**.

То же сделайте для переменной VAR2, ей присвойте имя ДЛИНА, переменной VAR3 присвойте имя ПЛОЩАДЬ. Переменной VAR4 присвойте имя ЦЕНА (рисунок 13).

Рисунок 13 – Таблица с новыми именами переменных

Теперь таблица готова к тому, чтобы ввести в нее данные.

Шаг 4. Ввод данных в электронную таблицу. Введите данные, как показано на рисунке 14.

Рисунок 14 – Таблица с введенными с клавиатуры данными

Данные вводятся только в колонки ДЛИНА, ШИРИНА, ЦЕНА.

Колонка ПЛОЩАДЬ остается пустой.

Введем данные в колонку ПЛОЩАДЬ. Сделаем это прямым подсчетом площади прямоугольника по длине и ширине.

Дважды щелкните на имени переменной ПЛОЩАДЬ в электронной таблице. На экране появится окно спецификации переменной ПЛОЩАДЬ (рисунок 15.).

В поле **Long names (Длинные имена)** запишите формулу $=v1*v2$ (рисунок 15.). Площадь прямоугольника равна произведению длины на ширину. Нажмите кнопку **OK**.

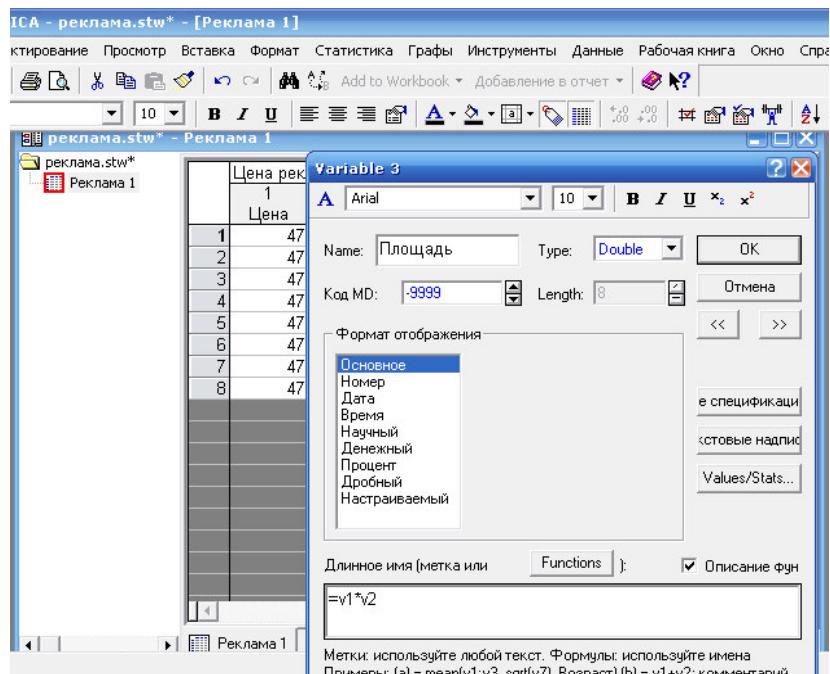


Рисунок 15 – Вычисление значений переменной ПЛОЩАДЬ

Площадь рекламных объявлений будет подсчитана и занесена в ячейки переменной VAR3. Полностью заполненная таблица стоимости рекламных объявлений на полосе газет появится на вашем экране (рисунок 16).

	Цена рекламы	1	2	3	4	
1	Цена	47	35	1645	146000	
2	Длина	47	73	3431	2768000	
3	Площадь	47	111	5217	3974000	
4	Цена	47	149	7003	5147000	
5		47	187	8789	6290000	
6		47	225	10575	7537000	
7		47	263	12361	8828000	
8		47	301	14147	10260000	

Рисунок 16 – Полностью заполненная электронная таблица с исходными данными

Шаг 5. Сохранение файла данных. Для сохранения созданного файла нажмите мышью на кнопку Save Data File (Сохранить файл данных).

Задания

Задача 1

Предприятие на протяжении длительного времени выпускает носочные изделия. Запланировав модернизацию производства, руководство предприятия решило провести исследования, цель которых состоит в выявлении зависимости цены носков от ряда приведенных факторов, таких, как плотность, состав и фирма-производитель. Цена носков –

это зависимая переменная Y . В качестве независимых, объясняющих переменных были выбраны:

- плотность. Обозначим через x_1 ;
- содержание шерсти. Обозначим через x_2 ;
- содержание хлопка. Обозначим через x_3 ;
- фирма-производитель. Обозначим через x_4 .

Для решения задачи имеются исходные данные, представленные в приложении 1, которые необходимо занести в программный комплекс **Statistica**. Для в главном меню выбираем команду Файл – Новый (рисунок 17).

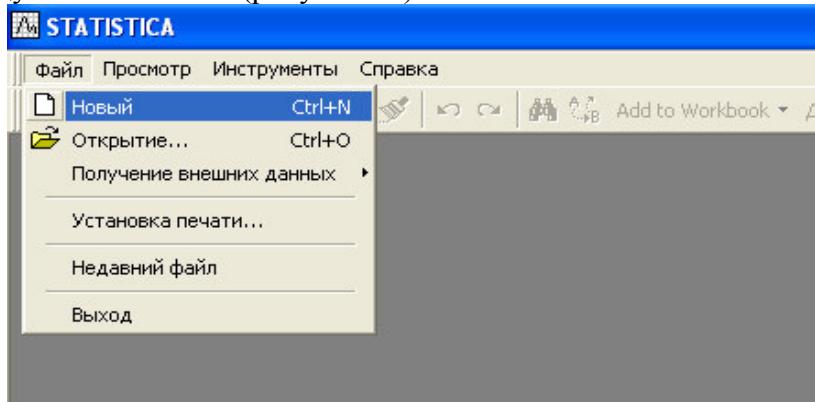


Рисунок 17 – Открытие нового файла

Откроется диалог для создания новой таблицы (рисунок 18).

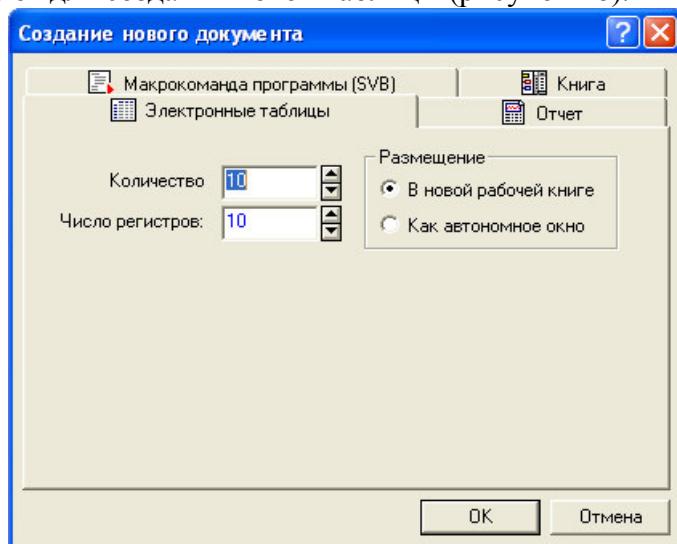


Рисунок 4.18 – Создание нового документа

Нужно изменить значения параметров «Количество», указывающее на число факторов и «Число регистров», указывающее на их количество. В случае нашей задачи получится 5 на 45.

После создания таблицы занесем в нее данные (рисунок 19).

	1 Price	2 DEN	3 Sherst	4 Hlopok	5 Firm	
1	45	20	86	14	0	
2	48	20	97	3	1	
3	49	20	97	3	1	
4	51	20	90	17	0	
5	56	30	79	21	0	
6	74	30	79	21	0	
7	81	30	85	15	1	
8	44	40	85	13	1	
9	43	40	88	10	1	
10	68	40	86	14	1	
11	63	40	82	18	0	
12	44	40	83	14	1	
13	48	40	84	16	0	
14	96	40	82	18	1	
15	29	40	85	15	0	

Рисунок 19 – Занесение данных

Для удобства можно переименовать названия столбцов. Для этого два раза кликнем на заголовке столбца и в открывшемся диалоге изменяем значение поля Name.

Сначала покажем *парную корреляцию* результативного фактора y и одного из образующих факторов. Для примера возьмем зависимость цены от плотности носок (x_2).

Для этого нужно в главном меню выбрать Статистика – Множественная регрессия (рисунок 20).

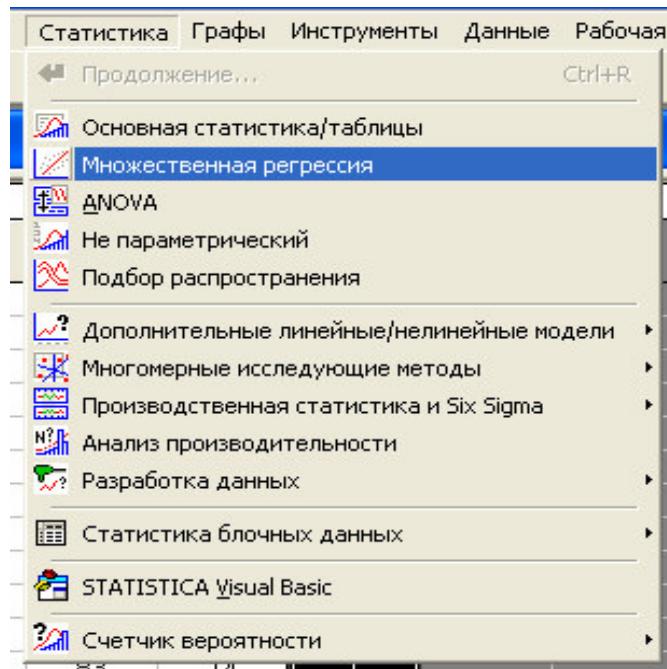


Рисунок 20 – Активизация множественной регрессии

В открывшемся диалоговом окне нажимаем кнопку Variables и выбираем в качестве зависимой переменной Price (первый столбец), а в качестве независимой – показатель плотности DEN (второй столбец) (рисунок 21).

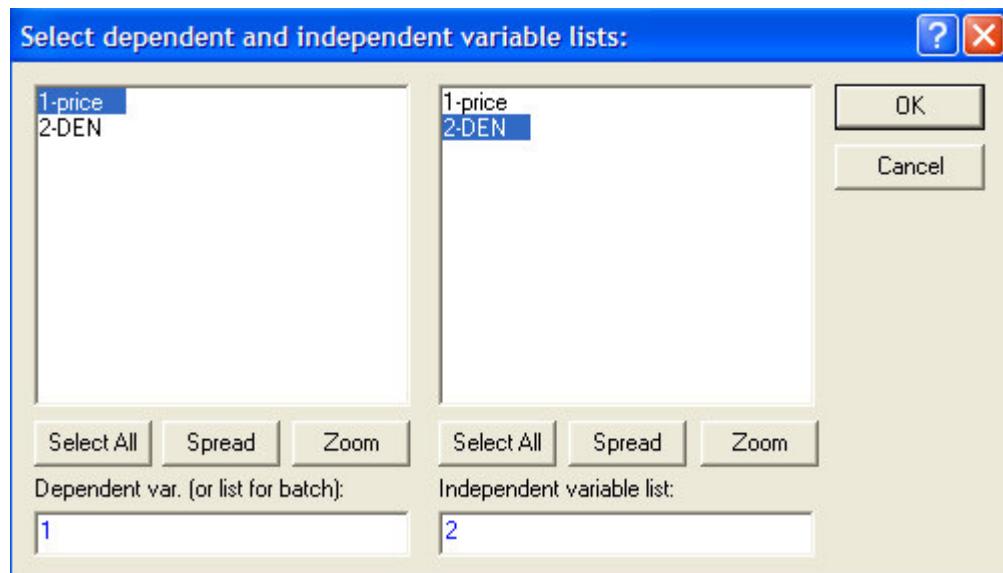


Рисунок 21 – Выбор зависимой и независимой переменных

Нажимаем кнопку OK. В вернувшемся окне также нажимаем OK, ничего не меняя в параметрах (рисунок 22).

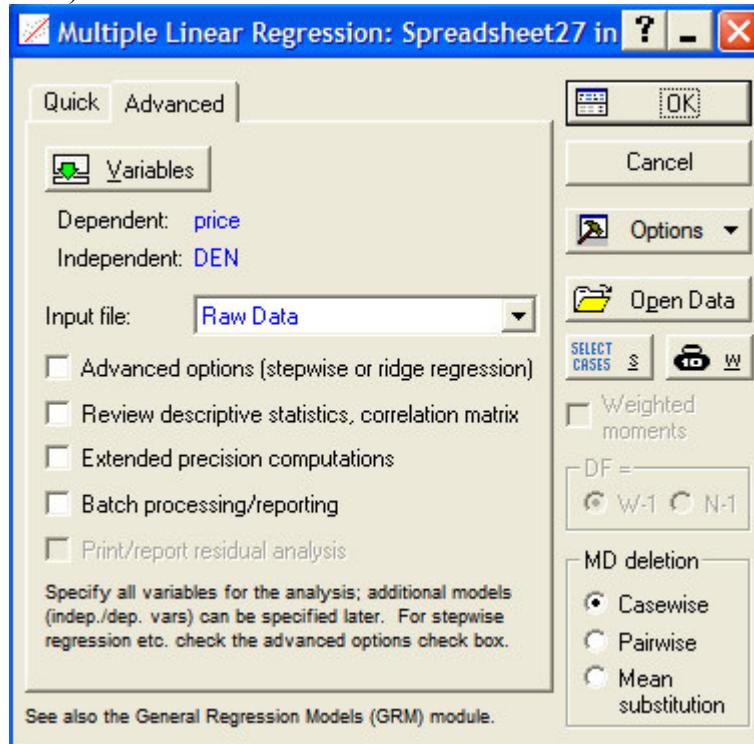


Рисунок 22 – Линейная регрессии

В результате получаем отчет, из которого нам необходимо получить таблицу с коэффициентами. Для этого нажимаем кнопку Summary: Regressions Results внизу окна (рисунок 23).

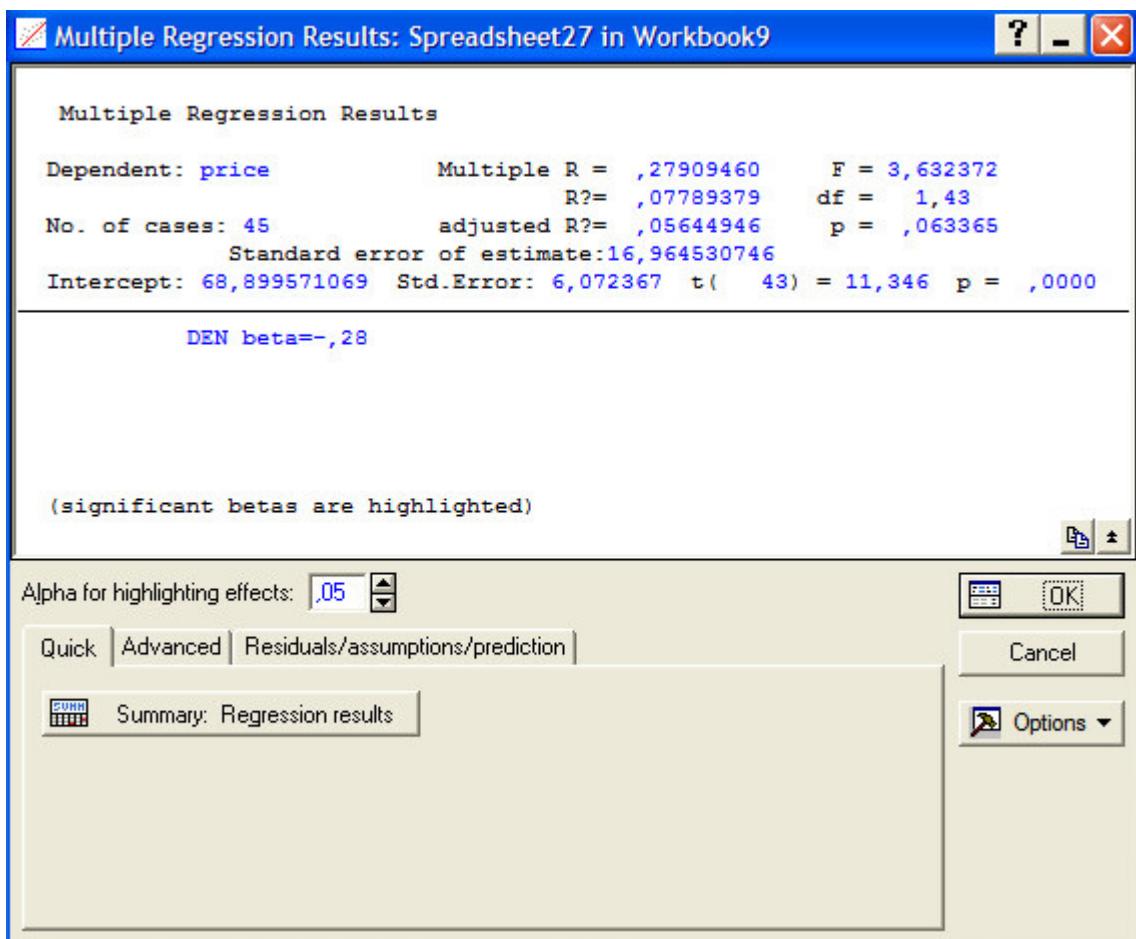


Рисунок 23 – Результат регрессии

В итоге получаем следующую таблицу, изображенную на рисунке 24.

Regression Summary for Dependent Variable: price (Spreadsheet27 in Workbook9) R= ,27909460 R?= ,07789379 Adjusted R?= ,05644946 F(1,43)=3,6324 p<,06336 Std.Error of estimate: 16,965						
N=45	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(43)	p-level
Intercept			68,89957	6,072367	11,34641	0,000000
DEN	-0,279095	0,146439	-0,26378	0,138402	-1,90588	0,063365

Рисунок 24 – Таблица анализа коэффициентов

По данным таблицы построим уравнение регрессии. Свободный член равен 68,89, коэффициент регрессии -0,26:

$$y = 68,90 - 0,26 \cdot x_2 \quad (5)$$

Теперь найдем множественную корреляцию результативного признака y и всех представленных независимых факторов. Для этого заново выбираем в главном меню Статистика – Множественная регрессия (рисунок 20).

В открывшемся окне переходим на вкладку Расширенный. Ставим галочку «Посмотреть описательную статистику» и инициируем Variables (Переменные).

В новом диалоговом окне (рисунок 25) в левой колонке указываем зависимую переменную (Dependent), а в правой – независимые переменные (Independent). В качестве

зависимой переменной выбираем **цену товара**, в качестве независимых – все имеющиеся факторы, как показано на рисунке. Нажимаем кнопку OK.

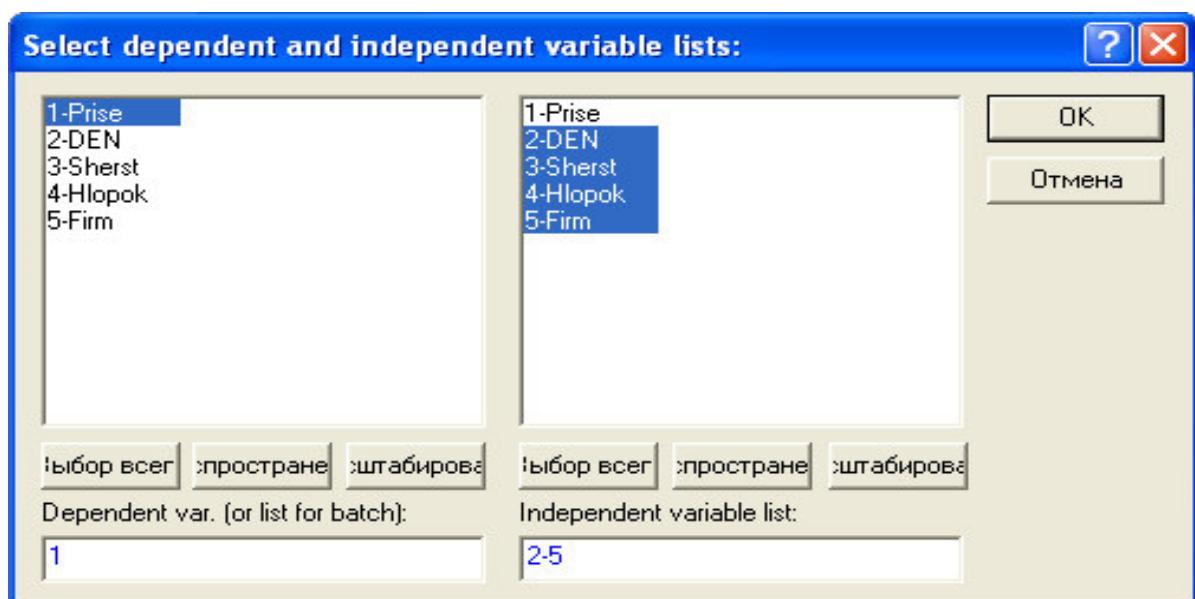


Рисунок 25 – Выбор зависимостей и множества независимых переменных

В новом окне (рисунок 26) переходим на вкладку Расширенный и выбираем Correlations (Корреляции):

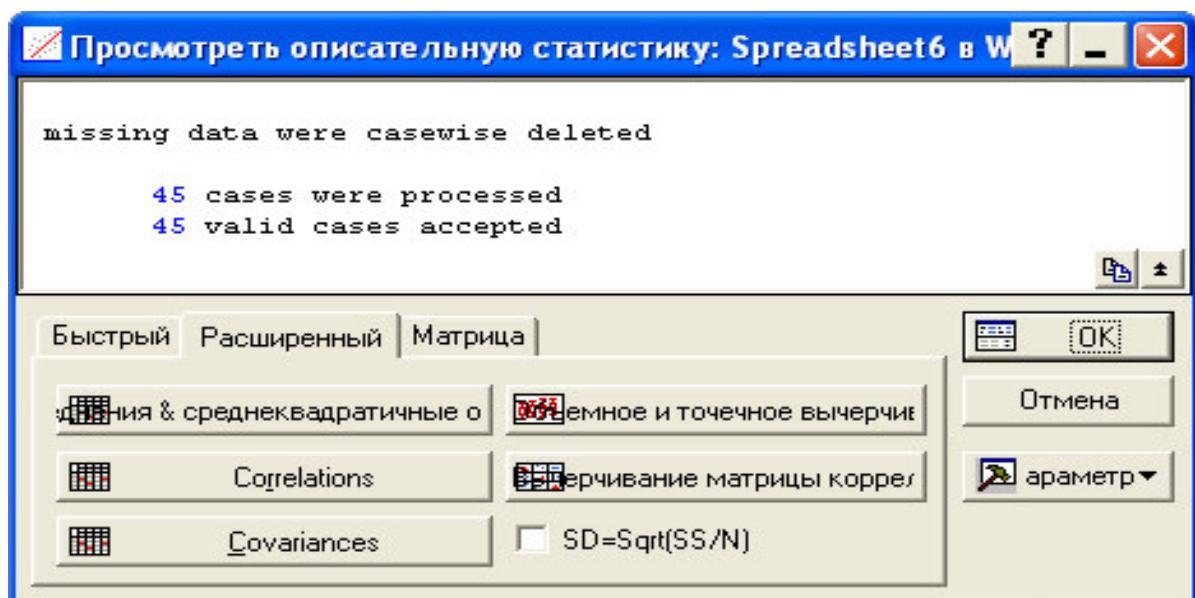


Рисунок 26 – Просмотр описательной статистики

В результате получаем матрицу парных коэффициентов корреляции (рисунок 27). Если в матрице присутствуют мультиколлинеарные факторы, (то есть превышение парным коэффициентом корреляции величины 0,8), то для получения корректного регрессионного уравнения в каждой такой паре необходимо избавиться от того фактора, который наименее влияет на результативный. В нашем случае проявления факторами мультиколлинеарности отсутствует. Однако имеются факторы, практически не влияющие на цену. Их также следует исключить для получения более адекватной модели.

Корреляции (Spreadsheet6 в Workbook1)					
Переменная	DEN	Sherst	Hlopok	Firm	Prise
DEN	1.000000	-0.421886	0.435579	-0.103535	-0.279095
Sherst	-0.421886	1.000000	-0.667259	0.060901	-0.085989
Hlopok	0.435579	-0.667259	1.000000	-0.439123	0.097683
Firm	-0.103535	0.060901	-0.439123	1.000000	0.060980
Prise	-0.279095	-0.085989	0.097683	0.060980	1.000000

Рисунок 27 – Матрица парных коэффициентов корреляции

В данном случае мы исключим фактор X4 (Фирма-производитель), так как среди рассматриваемых факторных признаков он оказывает на цену наименьшее влияние (коэффициент парной корреляции составляет 0,06).

Для получения уравнения регрессии, описывающего влияние факторов производства на цену товара, проведем в **Statistica** многофакторный регрессионный анализ. Для этого в окне «Посмотреть описательную статистику...» нажмем кнопку Отмена и вернемся в окно «Составная линейная регрессия». Снимем флагок с опции «Посмотреть описательную статистику». В Variables, удерживая клавишу Ctrl, выберем те факторы, которые остались после исключения фактора x_4 (рисунок 28).



Рисунок 28 – Повторный выбор факторов

Нажав кнопку OK, перейдем к результатам построения модели (рисунок 29).

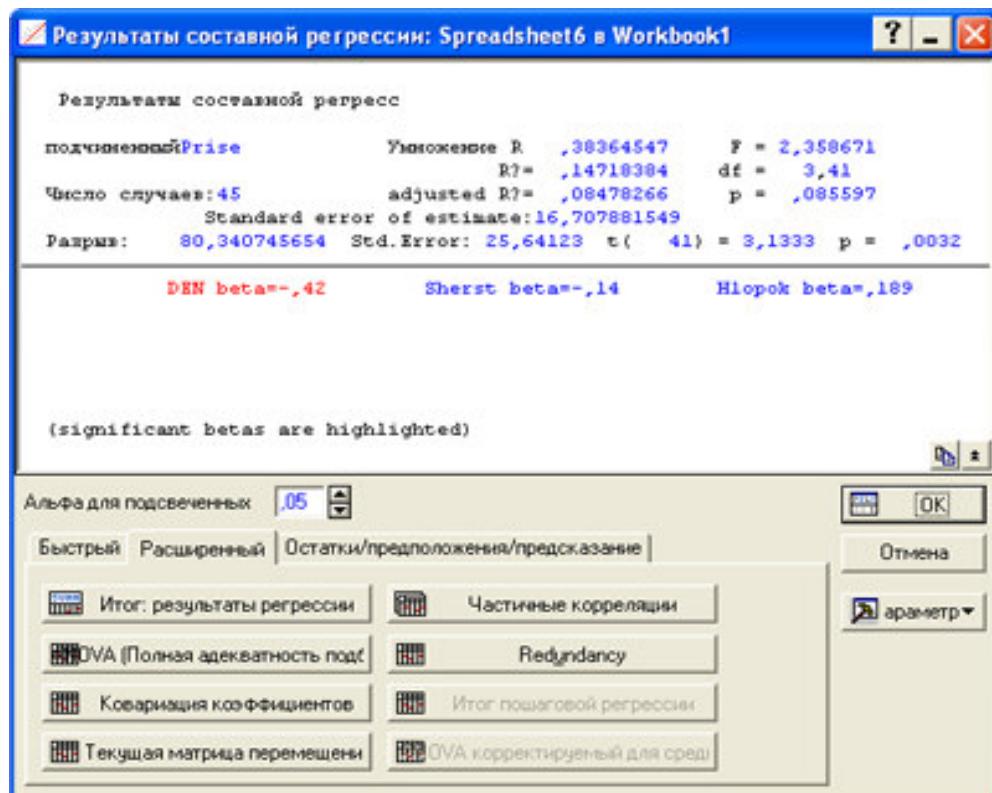


Рисунок 29 – Результаты составной регрессии

После нажатия на кнопку Итог: результаты регрессии, в рабочей области WorkBook получим две таблички: оцененные параметры модели и основные показатели адекватности построения регрессии.

Рассмотрим показатели адекватности построения модели (рисунок 30).

Statistic	Summary St
	Значени
Умножение R	0,38365
Multiple R?	0,14718
Adjusted R?	0,08478
F(3,41)	2,35867
p	0,03560
Std.Err. of Estimate	16,70788

Рисунок 30 – Показатели адекватности построенной модели

Умножение R (Множественный коэффициент корреляции МКК) является обобщением коэффициента линейной парной корреляции и отражает тесноту связи между зависимой переменной и одновременно всеми учтенными в модели независимыми переменными. Множественный коэффициент корреляции всегда неотрицателен и изменяется от 0 до 1. Чем ближе значение R к 1, тем больше одновременное влияние оказывают независимые переменные. В данном случае МКК равен 0,38365. Он показывает, что связь между вариацией результативного показателя у и вариацией факторных признаков средняя.

Multiple R (Множественный коэффициент детерминации) измеряет долю полной вариации переменной у, объясняемую множественной регрессией. Величина изменяется от 0 до 1. Согласно полученным результатам, лишь 14% вариаций переменной у объясняется задействованными факторами.

Adjusted R (Скорректированный коэффициент детерминации) – неубывающая функция от количества факторов, входящих в модель. Может быть использован для выбора лучшей модели.

P (Вероятность) – если значение Р меньше принятого значения а (альфа), то гипотеза о равенстве всех коэффициентов регрессии нулю отвергается. В нашем случае значение вероятности попадает в необходимые рамки.

Рассмотрим вторую таблицу, содержащую параметры модели (рисунок 31).

N=45	Regression Summary for Dependent Variable: Prise (Spreadsheet) R= ,38364547 R?= ,14718384 Adjusted R?= ,08478266 F(3,41)=2,3587 p<,08560 Std.Error of estimate: 16,708					
	Бета	Std.Err. of Beta	B	Std. Err. of B	t(41)	p-level
OTPEZOK			80.34075	25.64123	3.13326	0.003188
DEN	-0.419092	0.163382	-0.39609	0.15442	-2.56510	0.014071
Sherst	-0.136655	0.197454	-0.16476	0.23807	-0.69208	0.492786
Hlopok	0.189047	0.198879	0.41845	0.44021	0.95056	0.347397

Рисунок 31 – Таблица параметров

В четвертом столбце В содержатся значения параметров регрессионного уравнения. Таким образом, мы получили следующее уравнение:

$$y = 80,34 - 0,396 \cdot x_1 - 0,165 \cdot x_2 + 0,419 \cdot x_3 . \quad (6)$$

Полученные значения можно интерпретировать следующим образом. Если при прочих равных условиях расход шерсти на производство носков увеличится на 1%, то цена товара снизится на 0,165 руб. Аналогично и с другими параметрами.

В пятом столбце (Std.Err. of B) указаны стандартные ошибки коэффициентов уравнения. Стандартные ошибки показывают статистическую надежность коэффициента. Значения стандартных ошибок используются для построения доверительных интервалов.

Задача 2

Рассмотрим решение задачи о влиянии метеорологических условий на урожайность некоторой сельскохозяйственной культуры, например яровой пшеницы.

На основе собранных данных о метеорологических условиях местности необходимо выявить влияние погодных условий на урожайность яровой пшеницы в хозяйстве и на основе полученных результатов провести экономический анализ, а также осуществить прогноз на перспективу. На результативный признак (урожайность) оказывают влияние множество факторов. К показателям погодных (метеорологических) условий, оказывающих влияние на урожайность, относятся температура, количество осадков, высота снежного покрова и т.д. Данные для решения задачи представлены в таблице 2.

Необходимо найти коэффициенты корреляции всех факторов. Для выполнения расчетов занесем значения приведенных выше факторов в программный комплекс Statistica 6.0 и проведем множественную регрессию.

Для запуска программного комплекса Statistica 6.0 необходимо кликнуть по ярлыку  на рабочем столе, либо запустить программу из меню «Пуск».

После запуска программы Statistica появится **Рабочее Окно** системы (рисунок 32).

Таблица 2 – Исходные данные к задаче

Номер года	Урожайность, ц/га	Запас влаги в метровом слое почвы, мм		Высота снежного покрова, см		Количество осадков, мм				Среднемесячная температура, С°	
		Май	Июнь	Март	Январь	Май	Июнь	Июль	Август	Июль	Август
		Y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_{10}
1.	11,5	86	74	50,4	43,3	48	8	24	38	22,5	20,1
2.	11,5	91	140	37	41,3	39	71	57	43	19	16,2
3.	5,7	68	85	41,7	29,3	14	30	23	41	19,9	16,3
4.	23,6	96	73	64	60	27	11	30	44	17,3	15,9
5.	6,7	59	160	49	45	8	86	100	98	19,2	14,6
6.	11,1	93	164	50	39	19	59	85	45	15,5	17,3
7.	7	83	100	33	30	41	47	3	30	21,1	18,4
8.	13	85	83	47	44	31	22	23	50	21,2	16,3
9.	14,4	194	165	51	49	106	43	50	4	18,1	16,4
10.	5,4	191	158	73	57	2	18	30	31	23,3	19,2

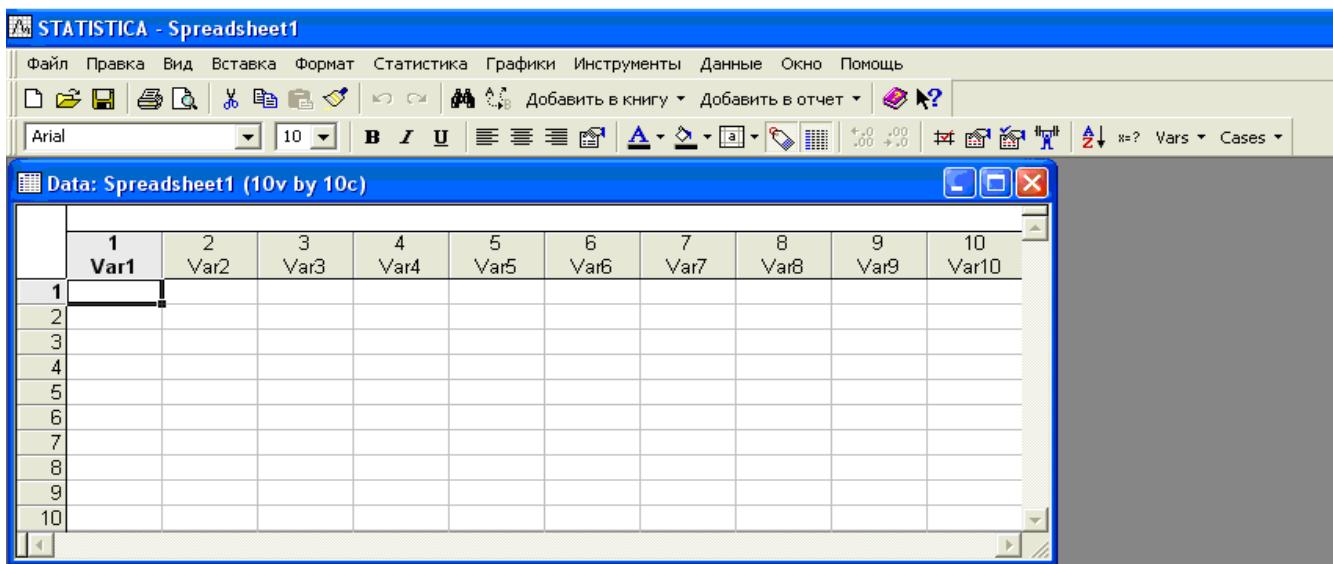


Рисунок 32 – Рабочее окно системы Statistica

Необходимо перенести данные из таблицы 1 (набранной в Excel) в электронную таблицу программы Statistica. Для этого сначала необходимо добавить в электронную таблицу программы Statistica дополнительный столбец, так как в таблице 1 у нас 11 столбцов с данными, а в таблице Statistica лишь 10. Среди команд главного меню программного комплекса Statistica выбираем **Вставка – Добавить переменные**. Откроется диалог **Add Variables** для добавления в электронную таблицу дополнительных столбцов с переменными (рисунок 33).

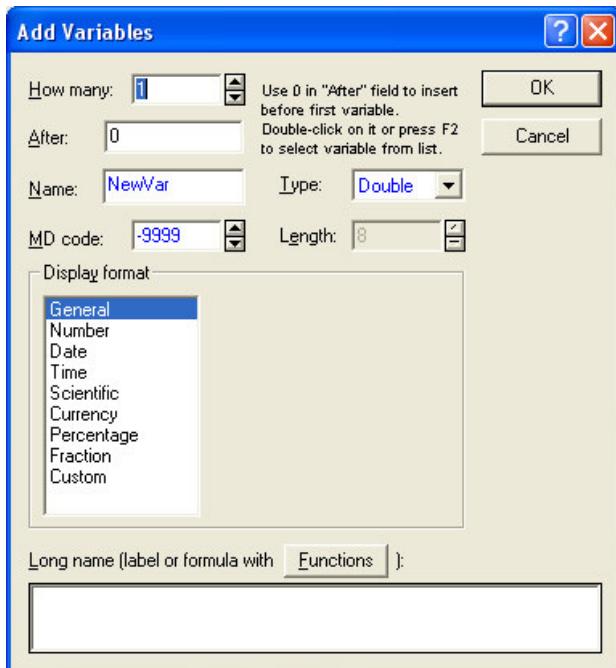


Рисунок 33 – Диалоговое окно для добавления дополнительных столбцов с переменными.

Нажимаем ОК и получаем электронную таблицу уже с 11 столбцами данных (рисунок 34).

	1 NewVar	2 Var1	3 Var2	4 Var3	5 Var4	6 Var5	7 Var6	8 Var7	9 Var8	10 Var9
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Рисунок 34 – Подготовленная электронная таблица

Копируем исходные данные для задачи из таблицы 2 в электронную таблицу. Кликая двойным щелчком по каждой из ячеек в верхней строке таблицы для каждого столбца вводим название переменных, при этом следует учитывать, что в столбце **New Var** будет вписана **Урожайность**. Например, кликнув на ячейку **Var 1**, открывается диалоговое окно **Variable 1 (Переменная 1)**, где в поле **Name (Имя)** задается название столбца. Проделав указанные действия получаем следующую таблицу (рисунок 35).

	1 Урожайность	2 Май 1	3 Июнь 1	4 Март	5 Январь	6 Май 2	7 Июнь 2	8 Июль 1	9 Август 1	10 Июль 2	11 Август 2
1	11,5	86	74	50,4	43,3	48	8	24	38	22,5	20,1
2	11,5	91	140	37	41,3	39	71	57	43	19	16,2
3	5,7	68	85	41,7	29,3	14	30	23	41	19,9	16,3
4	23,6	96	73	64	60	27	11	30	44	17,3	15,9
5	6,7	59	160	49	45	8	86	100	98	19,2	14,6
6	11,1	93	164	50	39	19	59	85	45	15,5	17,3
7	7	83	100	33	30	41	47	3	30	21,1	18,4
8	13	85	83	47	44	31	22	23	50	21,2	16,3
9	14,4	194	165	51	49	106	43	50	4	18,1	16,4
10	5,4	191	158	73	57	2	18	30	31	23,3	19,2

Рисунок 35 – Заполненная электронная таблица

Далее в меню программы Statistica выбираем пункт **Статистика -Множественная регрессия**. Появляется диалоговое окно, в котором необходимо кликнуть по кнопке **Variables**, в открывшемся окне в левом столбце указываем зависимую переменную (Dependent var.), а в правом независимые (Independent variable list) (рисунок 36).

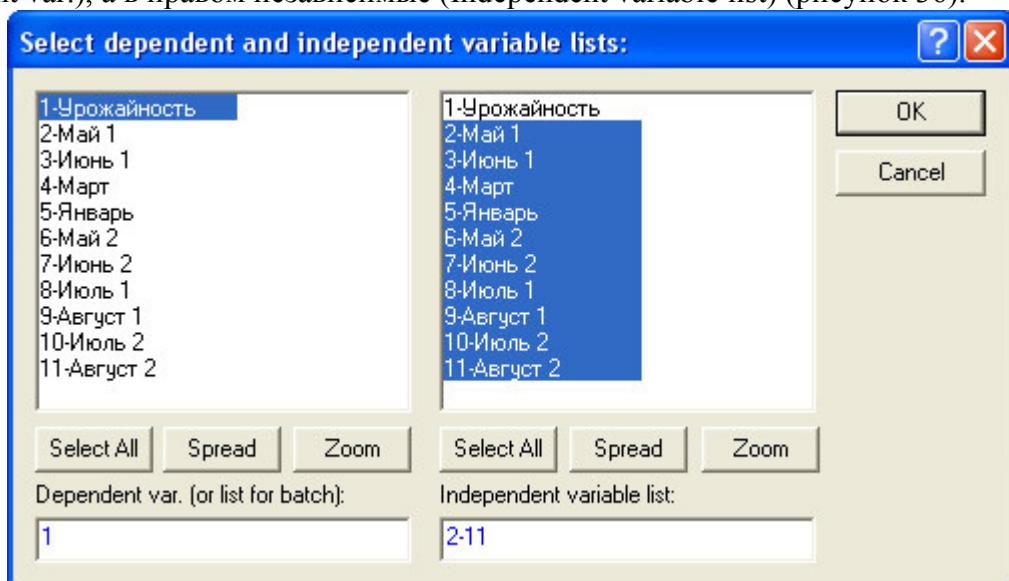


Рисунок 36 – Выделенные зависимая и независимые переменные

Нажимаем OK, в открытом диалоговом на вкладке **Advanced (Настройки)** ставим галочку напротив пункта **Review descriptive statistics, correlation matrix**. Нажимаем OK, в следующем окне на вкладке **Quick** кликаем по кнопке **Correlations**. В результате получаем матрицу парных коэффициентов корреляции, записанную в таблице 3.

Таблица 3 – Матрица парных коэффициентов корреляции

	Май1	Июнь1	Март	Январь	Май2	Июнь2	Июль1	Авг1	Июль2	Авг2	Урож
Май1	1,00	0,48	0,57	0,55	0,43	-0,26	-0,10	-0,67	0,15	0,30	0,06
Июнь1	0,48	1,00	0,16	0,15	0,07	0,66	0,72	0,04	-0,30	-0,18	-0,32
Март	0,57	0,16	1,00	0,87	-0,24	-0,48	0,06	-0,06	0,11	0,18	0,27
Январь	0,55	0,15	0,87	1,00	0,02	-0,34	0,12	-0,04	-0,01	-0,03	0,56
Май2	0,43	0,07	-0,24	0,02	1,00	-0,05	-0,14	-0,65	-0,16	0,04	0,36
Июнь2	-0,26	0,66	-0,48	-0,34	-0,05	1,00	0,75	0,48	-0,43	-0,54	-0,34
Июль1	-0,10	0,72	0,06	0,12	-0,14	0,75	1,00	0,56	-0,58	-0,52	-0,06
Авг1	-0,67	0,04	-0,06	-0,04	-0,65	0,48	0,56	1,00	-0,08	-0,49	-0,19
Июль2	0,15	-0,30	0,11	-0,01	-0,16	-0,43	-0,58	-0,08	1,00	0,59	-0,48
Авг2	0,30	-0,18	0,18	-0,03	0,04	-0,54	-0,52	-0,49	0,59	1,00	-0,24
Урож	0,06	-0,32	0,27	0,56	0,36	-0,34	-0,06	-0,19	-0,48	-0,24	1,00

Одним из основных препятствий эффективного применения множественного регрессионного анализа является коллинеарность или мультиколлинеарность, которая возникает в случаях существования достаточно тесных линейных статистических связей между объясняющими переменными. Если две переменные находятся между собой в линейной зависимости, то говорят, что они коллинеарны.

О наличии мультиколлинеарности факторов говорят, когда более чем два фактора связаны между собой линейной зависимостью, т.е. имеет место совокупное воздействие факторов друг на друга. Поскольку одним из условий построения множественной регрессии является независимость действия факторов, то если факторы явно коллинеарны, то один из них рекомендуется исключить из регрессии. Предпочтение при этом отдается не фактору, более тесно связанному с результатом, а тому фактору, который при достаточно тесной связи с результатом имеет наименьшую тесноту связи с другими факторами.

Точных количественных критериев для определения наличия или отсутствия реальной мультиколлинеарности не существует. Тем не менее существуют некоторые эвристические рекомендации по ее выявлению. В первую очередь анализируют матрицу парных коэффициентов корреляции (ту ее часть, которая относится к объясняющим переменным).

В этом отношении существует ряд мнений и о наличии коллинеарности (мультиколлинеарности) говорят в случае, если: коэффициент парной корреляции $r_{x_i x_j}$ принимает значение:

- а) $r_{x_i x_j} \geq 0,7^{1)}$;
- б) $|r_{x_i x_j}| \geq 0,75 - 0,80$;
- в) $|r_{x_i x_j}| \geq 0,80$.

В таблице 3 жирным шрифтом выделены значения парной корреляции для мультиколлинеарных факторов (согласно третьему подходу, превышение парным коэффициентом корреляции величины 0,8).

В данном случае мы исключим фактор «май1» (среднемесячный запас влаги в почве в мае), так как среди рассматриваемых факторных признаков он оказывает на урожайность наименьшее влияние (коэффициент парной корреляции составляет 0,06). Кроме того, исключаем из последующего рассмотрения и фактор «март» (высота снежного покрова в марте), так как этот фактор мультиколлинеарен с фактором «январь» и оказывает на результативный показатель меньшее воздействие (коэффициент парной корреляции составляет 0,27).

Для этого нажимаем в рабочей книге (**Workbook 1**) на кнопку **Review descriptive statistics** (рисунок 37).

Variable												
Май 1	1,000000	0,483769	0,570912	0,545482	0,426686	-0,261372	-0,101023	-0,671751	0,146376	0,297052		
Июнь 1	0,483769	1,000000	0,158913	0,154262	0,072717	0,656604	0,717254	0,038958	-0,298458	-0,181244		
Март	0,570912	0,158913	1,000000	0,866564	-0,235814	-0,481835	0,056508	-0,057589	0,111148	0,184477		
Январь	0,545482	0,154262	0,866564	1,000000	0,019878	-0,336605	0,121914	-0,036313	-0,007846	-0,033638		
Май 2	0,426686	0,072717	-0,235814	0,019878	1,000000	-0,050023	-0,138375	-0,648862	-0,157916	0,039565		
Июнь 2	-0,261372	0,656604	-0,481835	-0,336605	-0,050023	1,000000	0,749561	0,475646	-0,434885	-0,544530		
Июль 1	-0,101023	0,717254	0,056508	0,121914	-0,138375	0,749561	1,000000	0,560622	-0,584998	-0,521962		
Август 1	-0,671751	0,038958	-0,057589	-0,036313	-0,648862	0,475646	0,560622	1,000000	-0,081380	-0,486425		
Июль 2	0,146376	-0,298458	0,111148	-0,007846	-0,157916	-0,434885	-0,584998	-0,081380	1,000000	0,591990		
Август 2	0,297052	-0,181244	0,184477	-0,036388	0,039565	-0,544530	-0,521962	-0,486425	0,591990	1,000000		
Урожайность	0,056179	-0,322267	0,266107	0,556875	0,363554	-0,338616	-0,056491	-0,186671	-0,480937	-0,242092		

Рисунок 37 – Рабочая книга с данными

В открывшемся окне нажимаем **Cancel (Отмена)**, затем кликаем по кнопке **Variables** и в следующем окне **Select Dependent and independent variable list** в правом столбце исключаем из выделенных переменных, нажав клавишу **Ctrl**, факторы «май 1» и «март» (рисунок 38).

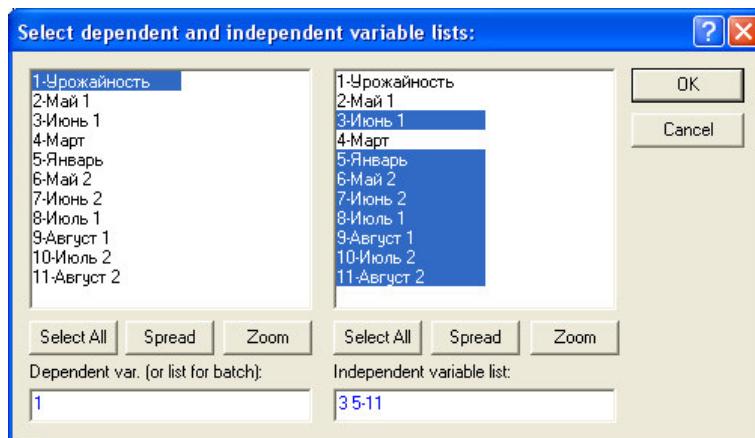


Рисунок 38 – Таблица с исключенными факторами «май 1» и «март»

Нажимаем **OK**, снимаем галочку с пункта **Review descriptive statistics**, нажимаем **OK**, а затем **Summary: regression results**.

В результате получаем две таблички: оцененные параметры модели и основные показатели адекватности построения регрессии.

Чтобы просмотреть показатели адекватности построения модели необходимо в рабочей книге перейти на вкладку **Summary statistics** (рисунок 39) и записать данные в отдельную таблицу 4.

Summary Statistics; DV: Урожайность (Spreadsheet1.sta)	
Statistic	Value
Multiple R	0,990586
Multiple R?	0,981261
Adjusted R?	0,831347
F(8,1)	6,545517
p	0,293901
Std.Err. of Estimate	2,244217

Рисунок 39 – Показатели адекватности построения модели

Таблица 4 – Показатели адекватности множественного уравнения регрессии

	Значение
Multiple R	0,990586
Multiple R?	0,981261
Adjusted R?	0,831347
F (8,1)	6,545517
P	0,293901
Std.Err.of Estimate	2,244217

Multiple R (Множественный коэффициент корреляции) является обобщением коэффициента линейной парной корреляции и отражает тесноту связи между зависимой переменной и одновременно всеми учтенными в модели независимыми переменными. Множественный коэффициент корреляции всегда неотрицателен и изменяется от 0 до 1. Чем

ближе значение R к 1, тем более одновременное влияние оказывают независимые переменные.

В данном случае множественный коэффициент корреляции равен 0,990586. Он показывает, что связь между вариацией результативного показателя «урожайность» и вариацией факторных признаков сильная.

Multiple R? (Множественный коэффициент детерминации) измеряет долю полной вариации переменной y , объясняемую множественной регрессией. Величина изменяется от 0 до 1.

Согласно полученным результатам (таблица 4.4) $R^2=0,981261$, это свидетельствует о том, что 98,13% вариации переменной «урожайность» объясняется задействованными факторами.

Adjusted R? (Скорректированный коэффициент детерминации) – неубывающая функция от количества факторов, входящих в модель. Может быть использован для выбора лучшей модели, $\text{Adjusted } R = 0,831347$.

$F(8,1)$ – F-статистика Фишера служит для проверки модели на адекватность. Необходимо сопоставить табличное значение F-критерия при $\alpha = 0,05$ и $v_1 = 8$, $v_2 = 1$ с фактическим значением $F(8, 1) = 6,545517$. Табличное значение F-критерия можно посмотреть в статистических таблицах Стьюдента-Фишера на пересечении 8-го столбца и 1-ой строки. При данных условиях табличное значение критерия составляет 238,9, т.е. получаем $F_{\text{табл.}} > F_{\text{факт.}}$, следовательно модель статистически незначима.

P (Вероятность) – если значение вероятности меньше принятого значения α (в нашем случае $\alpha = 0,05$), то нулевая гипотеза о равенстве всех коэффициентов регрессии нулю отвергается. Из таблицы 4.4 видно, что $P > 0,05$, следовательно гипотеза о равенстве всех коэффициентов регрессии нулю не отвергается.

Чтобы рассмотреть вторую таблицу, содержащую параметры модели, для этого необходимо перейти на вкладку **Regression Summary for Dependent Variable** (рисунок 40).

N=10	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(1)	p-level
Intercept			23,19355	14,46361	1,60358	0,354976
Июнь 1	-0,905164	0,650849	-0,12230	0,08794	-1,39074	0,396863
Январь	0,821187	0,245279	0,44990	0,13438	3,34797	0,184781
Май 2	0,220782	0,314926	0,04089	0,05833	0,70106	0,610747
Июнь 2	0,413965	0,511974	0,08573	0,10603	0,80857	0,567135
Июль 1	0,024747	0,727581	0,00444	0,13050	0,03401	0,978356
Август 1	-0,180180	0,737966	-0,04203	0,17216	-0,24416	0,847547
Июль 2	-0,600253	0,380998	-1,36796	0,86828	-1,57547	0,360050
Август 2	0,118772	0,249186	0,38635	0,81057	0,47664	0,716840

Рисунок 40 – Результаты оценивания множественного уравнения регрессии

Переносим данные в отдельную таблицу 5 и проведем необходимый анализ.

Таблица 5 – Результаты оценивания множественного уравнения регрессии

	Бета	Std.Err.of Beta	B	Std.Err.of B	t(1)	p-level
ОТРЕЗОК			23,19355	14,46361	1,60358	0,354976
июнь1	-0,905164	0,650849	-0,12230	0,08794	-1,39074	0,396863
январь	0,821187	0,245279	0,44990	0,13438	3,34797	0,184781
май2	0,220782	0,314926	0,04089	0,05833	0,70106	0,610747
июнь2	0,413965	0,511974	0,08573	0,10603	0,80857	0,567135
июль1	0,024747	0,727581	0,00444	0,13050	0,03401	0,978356
авг1	-0,180180	0,737966	-0,04203	0,17216	-0,24416	0,847547
июль2	-0,600253	0,380998	-1,36796	0,86828	-1,57547	0,360050
авг2	0,118772	0,249186	0,38635	0,81057	0,47664	0,716840

Рассмотрим результаты оценки параметров уравнения регрессии по столбцам. В первом столбце перечислены члены регрессионного уравнения, ОТРЕЗОК – свободный член уравнения.

Во втором столбце (Бета) содержатся β -коэффициенты. Они являются абстрактными величинами, указывающими на сколько среднеквадратических отклонений увеличится зависимая переменная при изменении соответствующей независимой переменной на 1 среднеквадратическое отклонение. На практике данный показатель используется для выявления фактора, оказывающего наибольшее влияние на зависимую переменную. В нашем случае наибольшее (положительное) влияние оказывает показатель «январь» – высота снежного покрова в январе ($\beta = 0,821187$).

В четвертом столбце (B) содержатся значения параметров регрессионного уравнения. Таким образом, мы получили следующее уравнение:

$$y = 23,194 - 0,122x_2 + 0,450x_4 + 0,041x_5 + 0,086x_6 + 0,004x_7 - 0,042x_8 - 1,368x_9 + 0,386x_{10}. \quad (7)$$

Полученные значения можно интерпретировать таким образом: Если при прочих равных условиях ($a_2 = -0,122$) запас влаги в метровом слое почвы в июне увеличится на 1 мм, то урожайность уменьшится на 0,122 ц/га. Для четвертого параметра: если при прочих равных условиях ($a_4 = 0,450$) высота снежного покрова в январе увеличится на 1 мм, то урожайность увеличится на 0,450 ц/га. Аналогично, можно сделать выводы по всем остальным параметрам полученного уравнения регрессии.

В пятом столбце (Std.Err. of B) указаны стандартные ошибки коэффициентов уравнения. Стандартные ошибки показывают статистическую надежность коэффициента. Значения стандартных ошибок используются для построения доверительных интервалов.

t(1) – выводит расчетное значение t-статистики Стьюдента. Ее значение используется для проверки значимости соответствующего коэффициента путем сравнения с ним табличного значения t-критерия при $\alpha = 0,05$ и $df = 1$. Данное значение равно 12,706, сравним его с расчетными значениями:

$$\begin{aligned} a_0 &= |1,60358| < 12,706 \text{ – параметр статистически незначим;} \\ a_2 &= |-1,39074| < 12,706 \text{ – параметр статистически незначим;} \\ a_4 &= |3,34797| < 12,706 \text{ – параметр статистически незначим;} \\ a_5 &= |0,70106| < 12,706 \text{ – параметр статистически незначим;} \\ a_6 &= |0,80857| < 12,706 \text{ – параметр статистически незначим;} \\ a_7 &= |0,03401| < 12,706 \text{ – параметр статистически незначим;} \\ a_8 &= |-0,24416| < 12,706 \text{ – параметр статистически незначим;} \\ a_9 &= |-1,57547| < 12,706 \text{ – параметр статистически незначим;} \\ a_{10} &= |0,47664| < 12,706 \text{ – параметр статистически незначим.} \end{aligned}$$

Полученная множественная регрессионная модель незначима по всем параметрам. В этом случае, необходимо исключить из рассмотрения фактор «июль1» (количество осадков в июле), так как среди рассматриваемых факторных признаков он оказывает на урожайность наименьшее влияние ($t = 0,03401$) и повторить описанные операции сначала (следует отметить, что данный фактор можно было исключить еще на первом этапе (стр.84), так как коэффициент парной корреляции между «июль1» и «июль2» равен 0,75 и между «июль1» и «июль2» равен 0,72, а ряд исследователей считает, что факторы будут коллинеарны, если коэффициент парной корреляции превышает значение 0,7).

В результате получим значения, записанные в таблице 6.

В данном случае множественный коэффициент корреляции равен 0,99058, т.е. связь между вариацией результативного показателя «урожайность» и вариацией факторных признаков сильная.

Multiple R? = 0,98124, это свидетельствует о том, что 98,12% вариации переменной «урожайность» объясняется задействованными факторами.

Adjusted R? = 0,91558.

Таблица 6 – Показатели адекватности множественного уравнения регрессии

	Значение
Умножение R	0,99058
Multiple R?	0,98124
Adjusted R?	0,91558
F (7,2)	14,94357
P	0,06414
Std.Err.of Estimate	1,58782

F(7,2) – при данных условиях табличное значение критерия составляет 19,35, т.е. получаем Fтабл. > Fфакт., следовательно модель статистически незначима.

Рассмотрим таблицу 7, содержащую параметры модели.

Таблица 7 – Результаты оценивания множественного уравнения регрессии

	Бета	Std.Err.of Beta	B	Std.Err.of B	t(2)	p-level
ОТРЕЗОК			23,23202	10,20188	2,27723	0,150487
июнь1	-0,885918	0,227523	-0,11970	0,03074	-3,89376	0,060075
январь	0,819181	0,168444	0,44880	0,09228	4,86323	0,039776
май2	0,228317	0,158372	0,04229	0,02933	1,44165	0,286132
июнь2	0,405791	0,319842	0,08404	0,06624	1,26872	0,332219
авг1	-0,157604	0,228197	-0,03677	0,05324	-0,69065	0,561171
июль2	-0,611559	0,131717	-1,39372	0,30018	-4,64298	0,043391
авг2	0,122202	0,161226	0,39750	0,52444	0,75795	0,527614

Рассмотрим результаты оценки параметров уравнения регрессии по столбцам. Во втором столбце (Бета) содержатся β -коэффициенты, в нашем случае наибольшее (положительное) влияние оказывает показатель «январь» – высота снежного покрова в январе ($\beta = 0,819181$).

В четвертом столбце (B) содержатся значения параметров регрессионного уравнения. Таким образом, мы получили следующее уравнение:

$$y = 23,232 - 0,120x_2 + 0,449x_4 + 0,042x_5 + 0,084x_6 - 0,037x_8 - \\ - 1,394x_9 + 0,398x_{10}. \quad (8)$$

t(2) – расчетное значение t-статистики Стьюдента равно 4,3020; сравним его с расчетными значениями:

$$\begin{aligned} a_0 &= |2,27723| < 4,3020 - \text{параметр статистически незначим}; \\ a_2 &= |-3,89376| < 4,3020 - \text{параметр статистически незначим}; \\ a_4 &= |4,86323| > 4,3020 - \text{параметр статистически значим}; \\ a_5 &= |1,26872| < 4,3020 - \text{параметр статистически незначим}; \\ a_6 &= |1,44165| < 4,3020 - \text{параметр статистически незначим}; \\ a_8 &= |-0,69065| < 4,3020 - \text{параметр статистически незначим}; \\ a_9 &= |-4,64298| > 4,3020 - \text{параметр статистически значим}; \\ a_{10} &= |0,75795| < 4,3020 - \text{параметр статистически незначим}. \end{aligned}$$

Полученная множественная регрессионная модель имеет параметры, которые статистически незначимы. В этом случае, необходимо исключить из рассмотрения фактор «август2» (среднемесячная температура в августе), так как среди рассматриваемых факторных признаков он оказывает на урожайность наименьшее влияние ($t = 0,75795$) и повторить описанные операции сначала.

В результате получим значения, записанные в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели адекватности множественного уравнения регрессии

	Значение
Умножение R	0,98785
Multiple R?	0,97585
Adjusted R?	0,92755
F (6,3)	20,20406
P	0,01595
Std.Err.of Estimate	1,47091

В данном случае множественный коэффициент корреляции равен 0,98785, т.е. связь между вариацией результативного показателя «урожайность» и вариацией факторных признаков сильная.

Multiple R? = 0,97585, это свидетельствует о том, что 97,59% вариации переменной «урожайность» объясняется задействованными факторами.

Adjusted R? = 0,92755.

F(6,3) – при данных условиях табличное значение критерия составляет 8,94, т.е. получаем Fтабл. < Fфакт., следовательно модель статистически значима.

Рассмотрим таблицу 9, содержащую параметры модели (8).

Таблица 9 – Результаты оценивания множественного уравнения регрессии

	Бета	Std.Err.of Beta	B	Std.Err.of B	t(3)	p-level
ОТРЕЗОК			28,97959	6,322205	4,58378	0,019497
июнь1	-0,832092	0,200241	-0,11242	0,027054	-4,15546	0,025337
январь	0,779062	0,148138	0,42682	0,081160	5,25904	0,013394
май2	0,214454	0,145729	0,03972	0,026992	1,47159	0,237515
июнь2	0,324725	0,279236	0,06725	0,057829	1,16291	0,328962
авг1	-0,187110	0,208297	-0,04365	0,048594	-0,89829	0,435232
июль2	-0,563312	0,106824	-1,28377	0,243449	-5,27326	0,013295

Рассмотрим результаты оценки параметров уравнения регрессии по столбцам. Во втором столбце (Бета) содержатся β -коэффициенты, в нашем случае наибольшее (положительное) влияние оказывает показатель «январь» – высота снежного покрова в январе ($\beta = 0,779062$).

В четвертом столбце (B) содержатся значения параметров регрессионного уравнения. Таким образом, мы получили следующее уравнение:

$$y = 28,980 - 0,112x_2 + 0,427x_4 + 0,040x_5 + 0,067x_6 - 0,044x_8 - 1,284x_9. \quad (9)$$

t(3) – расчетное значение t-статистики Стьюдента равно 3,1820; сравним его с расчетными значениями:

$a_0 = |4,58378| > 3,1820$ - параметр статистически значим;

$a_2 = |-4,15546| > 3,1820$ - параметр статистически значим;

$a_4 = |5,25904| > 3,1820$ - параметр статистически значим;

$a_5 = |1,47159| < 3,1820$ - параметр статистически незначим;

$a_6 = |1,16291| < 3,1820$ - параметр статистически незначим;

$a_8 = |-0,89829| < 3,1820$ - параметр статистически незначим;

$a_9 = |-5,27326| > 3,1820$ - параметр статистически значим.

Полученная множественная регрессионная модель имеет параметры, которые статистически незначимы. В этом случае, необходимо исключить из рассмотрения фактор «июнь2» (количество осадков в июне), так как среди рассматриваемых факторных признаков

он оказывает на урожайность наименьшее влияние ($t = 1,16291$) и повторить описанные операции сначала.

В результате получим следующие показатели (таблица 10).

Таблица 10 – Показатели адекватности множественного уравнения регрессии

	Значение
Умножение R	0,98233
Multiple R?	0,96496
Adjusted R?	0,92117
F (5,4)	22,03350
P	0,00518
Std.Err.of Estimate	1,53433

В данном случае множественный коэффициент корреляции равен 0,98233, т.е. связь между вариацией результативного показателя «урожайность» и вариацией факторных признаков сильная.

Multiple R? = 0,96496, это свидетельствует о том, что 96,50% вариации переменной «урожайность» объясняется задействованными факторами.

Adjusted R? = 0,92117.

F(5,4) – при данных условиях табличное значение критерия составляет 6,26, т.е. получаем Fтабл. < Fфакт., следовательно модель статистически значима.

Результаты оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты оценивания множественного уравнения регрессии

	Бета	Std.Err.of Beta	B	Std.Err.of B	t(4)	p-level
ОТРЕЗОК			31,34691	6,243567	5,02067	0,007382
июнь1	-0,627341	0,099487	-0,08476	0,013442	-6,30577	0,003234
январь	0,643099	0,094891	0,35233	0,051987	6,77727	0,002474
май2	0,305482	0,128222	0,05658	0,023749	2,38244	0,075788
авг1	0,009360	0,127091	0,00218	0,029649	0,07364	0,944829
июль2	-0,614124	0,101682	-1,39957	0,231731	-6,03964	0,003790

Рассмотрим результаты оценки параметров уравнения регрессии по столбцам. Во втором столбце (Бета) содержатся β -коэффициенты, в нашем случае наибольшее (положительное) влияние оказывает показатель «январь» - высота снежного покрова в январе ($\beta = 0,643099$).

В четвертом столбце (B) содержатся значения параметров регрессионного уравнения. Таким образом, мы получили следующее уравнение:

$$y = 31,347 - 0,085x_2 + 0,352x_4 + 0,057x_5 + 0,002x_8 - 1,400x_9. \quad (10)$$

t(4) – расчетное значение t-статистики Стьюдента равно 2,7760; сравним его с расчетными значениями:

$a_0 = |5,02067| > 2,7760$ – параметр статистически значим;

$a_2 = |-6,30577| > 2,7760$ – параметр статистически значим;

$a_4 = |6,77727| > 2,7760$ – параметр статистически значим;

$a_5 = |2,38244| < 2,7760$ – параметр статистически незначим;

$a_8 = |0,07364| < 2,7760$ – параметр статистически незначим;

$a_9 = |-6,03964| > 2,7760$ – параметр статистически значим.

Полученная множественная регрессионная модель имеет параметры, которые статистически незначимы. В этом случае, необходимо исключить из рассмотрения фактор

«август1» (количество осадков в августе), так как среди рассматриваемых факторных признаков он оказывает на урожайность наименьшее влияние ($t = 0,07364$) и повторить описанные операции сначала.

В результате получим следующие показатели адекватности (таблица 12).

Таблица 12 – Показатели адекватности множественного уравнения регрессии

	Значение
Умножение R	0,98230
Multiple R?	0,96492
Adjusted R?	0,93685
F (4,5)	34,37904
P	0,00079
Std.Err.of Estimate	1,37328

В данном случае множественный коэффициент корреляции равен 0,98230 т.е. связь между вариацией результативного показателя «урожайность» и вариацией факторных признаков по прежнему сильная.

Multiple R? = 0,96492, это свидетельствует о том, что 96,49% вариации переменной «урожайность» объясняется задействованными факторами.

Adjusted R? = 0,93685.

F(4,5) – при данных условиях табличное значение критерия составляет 5,19, т.е. получаем Fтабл. < Fфакт., следовательно модель статистически значима.

Результаты оценивания приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Результаты оценивания множественного уравнения регрессии

	Бета	Std.Err.of Beta	B	Std.Err.of B	t(5)	p-level
ОТРЕЗОК			31,55399	4,989398	6,32421	0,001457
июнь1	-0,626964	0,088926	-0,08471	0,012015	-7,05038	0,000887
январь	0,642814	0,084860	0,35218	0,046492	7,57502	0,000636
май2	0,299126	0,084871	0,05540	0,015720	3,52448	0,016839
июль2	-0,615779	0,088758	-1,40334	0,202276	-6,93774	0,000955

Рассмотрим результаты оценки параметров уравнения регрессии по столбцам. Во втором столбце (Бета) содержатся β -коэффициенты, в нашем случае наибольшее (положительное) влияние оказывает показатель «январь» - высота снежного покрова в январе ($\beta = 0,642814$).

В четвертом столбце (B) содержатся значения параметров регрессионного уравнения. Таким образом, мы получили следующее уравнение:

$$y = 31,554 - 0,085x_2 + 0,352x_4 + 0,055x_5 - 1,403x_9. \quad (11)$$

где x_2 – июнь1; x_4 – январь1; x_5 – май2; x_9 – июль2.

$t(5)$ – расчетное значение t-статистики Стьюдента равно 2,5700; сравним его с расчетными значениями:

$a_0 = |6,32421| > 2,5700$ – параметр статистически значим;

$a_2 = |-7,05038| > 2,5700$ – параметр статистически значим;

$a_4 = |7,57502| > 2,5700$ – параметр статистически значим;

$a_5 = |3,52448| > 2,5700$ – параметр статистически значим;

$a_9 = |-6,93774| > 2,5700$ – параметр статистически значим.

Полученная скорректированная множественная регрессионная модель значима по всем параметрам. При этом показатели Умножение R, Multiple R? и Adjusted R? в скорректированной модели снизились, а Std.Err. of Estimate возросло.

Последний столбец таблицы (p-level) - показывает вероятность принять или отвергнуть гипотезу о равенстве нулю соответствующего коэффициента. Если значение вероятности ниже уровня значимости $\alpha = 0,05$, то гипотеза H_0 отвергается и соответствующий коэффициент не равен нулю. В нашем случае, все параметры статистически значимы.

Для получения расчетной урожайности подставим в полученное уравнение множественной регрессии 4.11 фактические параметры погоды за исследуемый период:

$$\begin{aligned}y_1 &= 31,554 - 0,085 \cdot 74 + 0,352 \cdot 43,3 + 0,055 \cdot 48 - 1,403 \cdot 22,5 = 19,6781; \\y_2 &= 31,554 - 0,085 \cdot 140 + 0,352 \cdot 41,3 + 0,055 \cdot 39 - 1,403 \cdot 19 = 16,5196; \\y_3 &= 31,554 - 0,085 \cdot 85 + 0,352 \cdot 29,3 + 0,055 \cdot 14 - 1,403 \cdot 19,9 = 14,6569; \\y_4 &= 31,554 - 0,085 \cdot 73 + 0,352 \cdot 60 + 0,055 \cdot 27 - 1,403 \cdot 17,3 = 29,9101; \\y_5 &= 31,554 - 0,085 \cdot 160 + 0,352 \cdot 45 + 0,055 \cdot 8 - 1,403 \cdot 19,2 = 14,2084; \\y_6 &= 31,554 - 0,085 \cdot 164 + 0,352 \cdot 39 + 0,055 \cdot 19 - 1,403 \cdot 15,5 = 16,2205; \\y_7 &= 31,554 - 0,085 \cdot 100 + 0,352 \cdot 30 + 0,055 \cdot 41 - 1,403 \cdot 21,1 = 13,8617; \\y_8 &= 31,554 - 0,085 \cdot 83 + 0,352 \cdot 44 + 0,055 \cdot 31 - 1,403 \cdot 21,2 = 19,5804; \\y_9 &= 31,554 - 0,085 \cdot 165 + 0,352 \cdot 49 + 0,055 \cdot 106 - 1,403 \cdot 18,1 = 21,7287; \\y_{10} &= 31,554 - 0,085 \cdot 158 + 0,352 \cdot 57 + 0,055 \cdot 2 - 1,403 \cdot 23,3 = 13,9961.\end{aligned}$$

Затем перенесем расчетные и фактические значения в программу Microsoft Excel (рисунок 41).

	Расчетная урожайность	Фактическая урожайность
1		
2	19,6781	11,5
3	16,5196	11,5
4	14,6569	5,7
5	29,9101	23,6
6	14,2084	6,7
7	16,2205	11,1
8	13,9961	7
9	19,5804	13
10	21,7287	14,4
11	13,8617	5,4
12		

Рисунок 41 – Заполнение значений в MS Excel

Далее построим графики фактической и расчетной урожайности яровой пшеницы (рисунок 42).

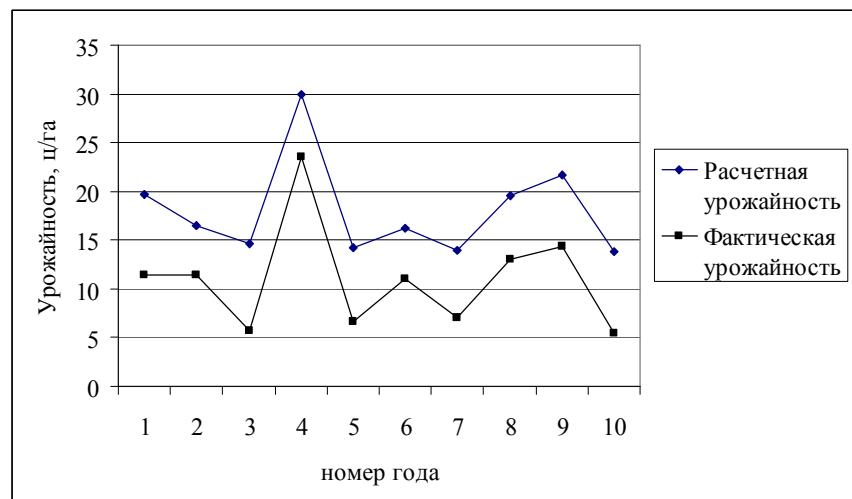


Рисунок 42 – Графики фактической и расчетной урожайности яровой пшеницы

Сравним фактическую и расчетную урожайность яровой пшеницы (таблица 4).

Таблица 14 – Сравнение динамических рядов фактической и расчетной урожайностей яровой пшеницы

№ года	Фактическая урожайность, ц/га	Расчетная урожайность, ц/га	Отклонение фактических значений от расчетных, ц/га
1.	11,5	19,68	-8,18
2.	11,5	16,52	-5,02
3.	5,7	14,66	-8,96
4.	23,6	29,91	-6,31
5.	6,7	14,21	-7,51
6.	11,1	16,22	-5,12
7.	7,0	13,86	-6,86
8.	13,0	19,58	-6,58
9.	14,4	21,73	-7,33
10.	5,4	14,00	-8,60

На протяжении анализируемого периода фактическая урожайность была меньше расчетной. Отклонение колеблется от 5,02 до 8,96 ц /га. Такое отклонение может быть вызвано некачественным посевным фондом или несоблюдением агротехнических сроков мероприятий. Снижение фактической урожайности также может быть связано с гибелю посевов в результате засухи или уничтожения вредителями. На снижение фактической урожайности немалое влияние может оказывать нехватка финансовых средств, а также неинтенсивные технологии производства.

Составим прогноз на основе рассмотрения парной зависимости между временным фактором и расчетной урожайностью. Для этого воспользуемся данными таблицы 4.15, вынесенными для удобства из таблицы 14.

Таблица 15 – Динамика расчетной урожайности яровой пшеницы

Номер года	Расчетная урожайность, ц/га
1.	19,68
2.	16,52
3.	14,66
4.	29,91
5.	14,21
6.	16,22
7.	13,86
8.	19,58
9.	21,73
10.	14,00

Для этого откроем новый файл и внесем данные из таблицы 4.15. Для этого в главном меню выбираем **Файл – Новый** (рисунок 43).

	1 Var1	2 Var2	3 Var3	4 Var4	5 Var5	6 Var6	7 Var7	8 Var8	9 Var9	10 Var10
1	1	19,68								
2	2	16,52								
3	3	14,66								
4	4	29,91								
5	5	14,21								
6	6	16,22								
7	7	13,86								
8	8	19,58								
9	9	21,73								
10	10	14								

Рисунок 43 – Окно с заполненными данными

Затем среди команд выбираем **Статистика – Дополнительные Линейные/Нелинейные модели – Основные линейные модели** (рисунок 44).

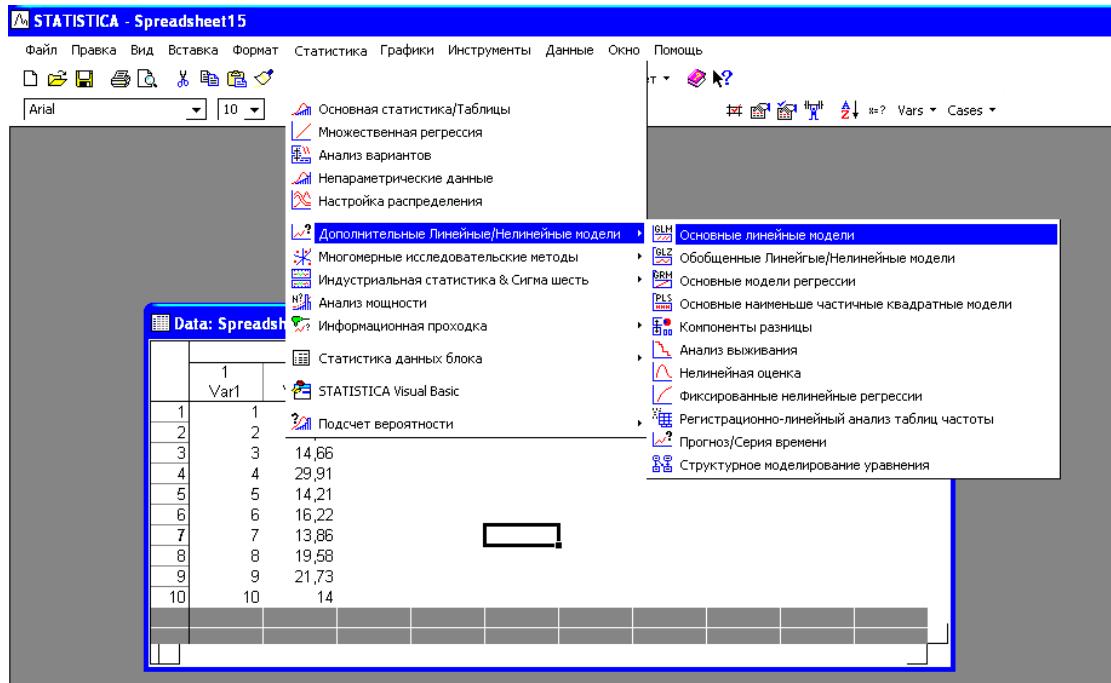


Рисунок 44 – Выбор основных линейных моделей

В появившемся окне **General Linear Models**, выбираем **Simple Regression**, затем **OK** (рисунок 45).

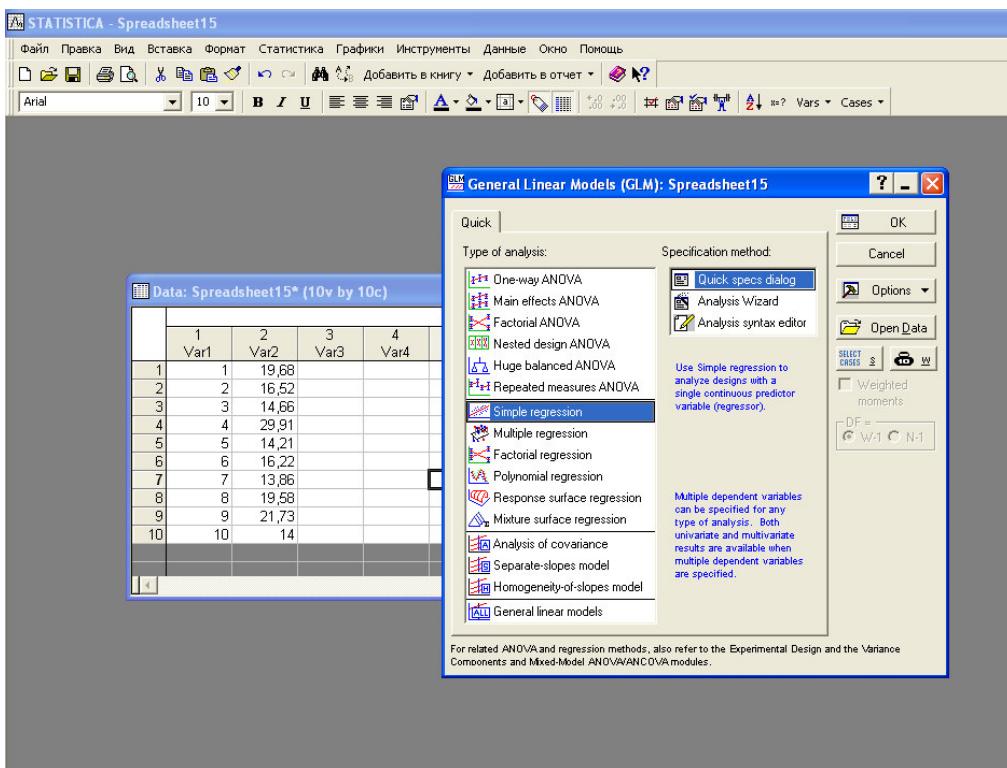


Рисунок 45 – Выбор метода

Затем нажимаем кнопку **Variables**. Выбираем зависимую (урожайность) и независимую (годы) переменные (рисунок 46).

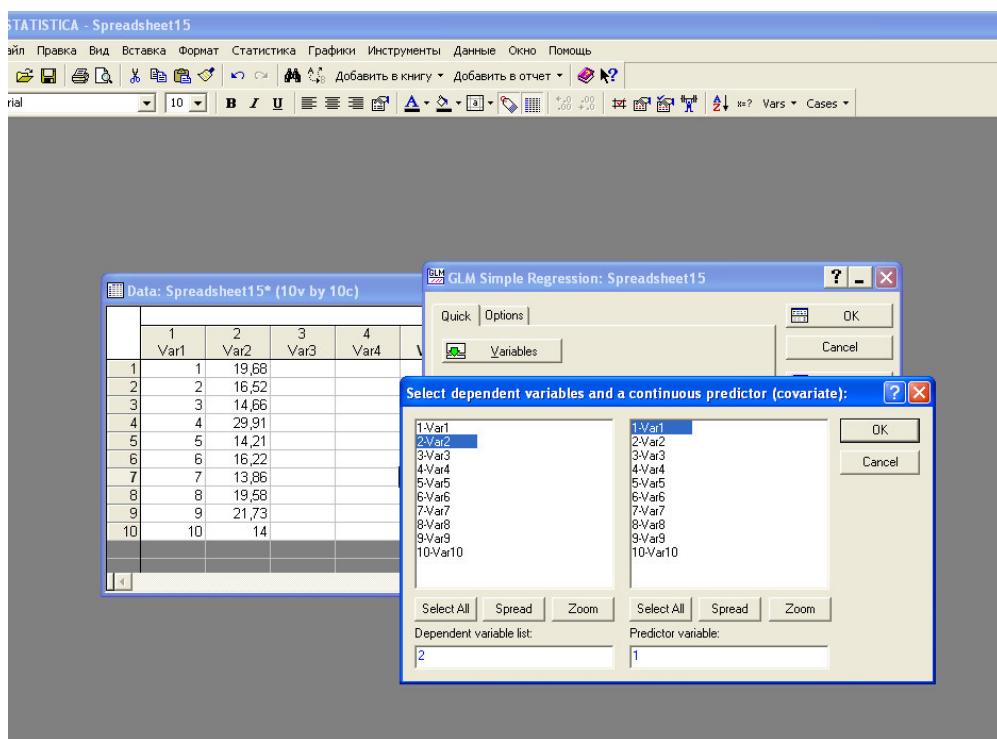


Рисунок 46 – Выбор переменных

Нажимаем **OK**.

Затем в появившемся окне выбираем вкладку **Summary** и нажимаем кнопку **Coefficients** и **Whole model R** (рисунок 47).

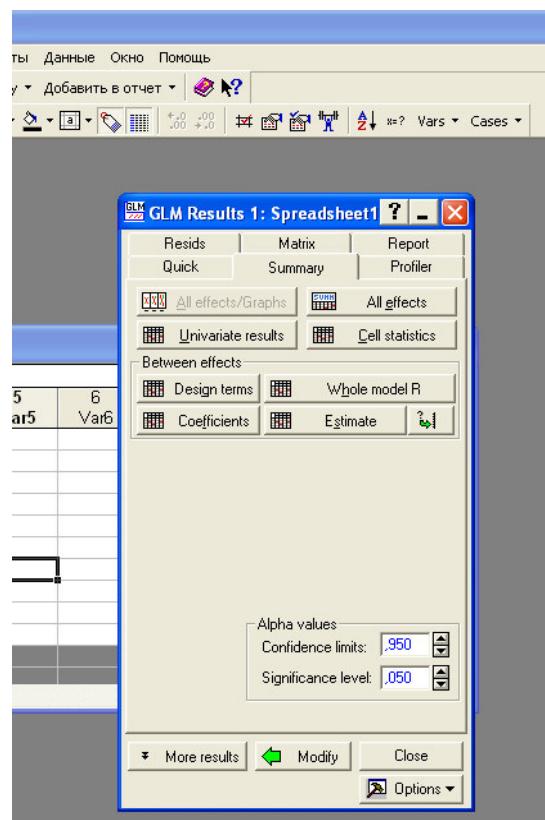


Рисунок 47 – Расчет коэффициентов
Появится окно, представленное на рисунке 48.

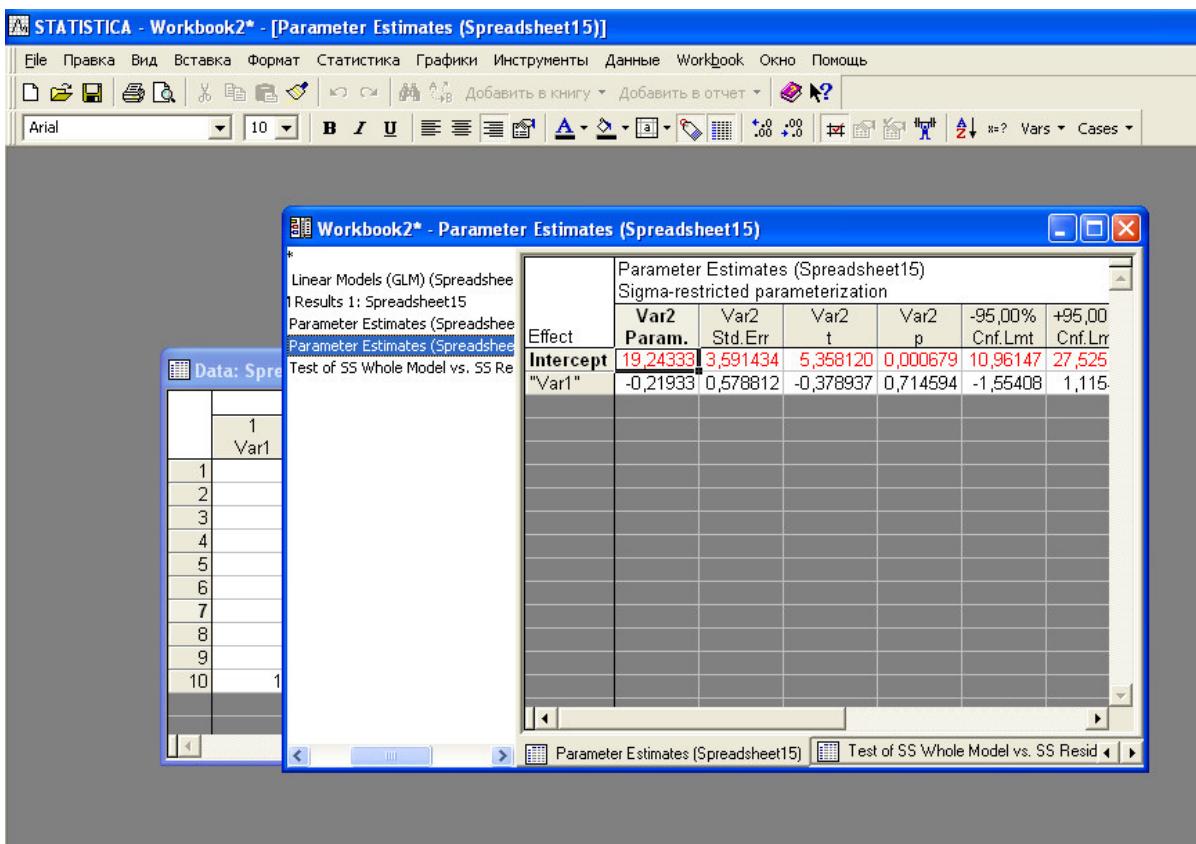


Рисунок 48 – Оценка параметров

Для наглядности представим данные в виде таблицы 16.

Таблица 16 – Параметры искомого уравнения парной линейной регрессии

Эффект	Параметр	Параметр оценивает (Spreadsheet1) Sigma-ограниченная параметризация									
		урож	урож Std.Err	урож t	урож p	-95,00% Cnf.Lmt	+95,00% Cnf.Lmt	урож Beta (?)	урож St.Err.?	-95,00% Cnf.Lmt	+95,00% Cnf.Lmt
ОТРЕЗОК	19,24238	3,591740	5,357398	0,000680	10,95981	27,52495					
"Var1"	-0,21933	0,578861	-0,378904	0,714618	-1,55419	1,11552	-0,132777	0,350423	-0,940854	0,675300	

Коэффициенты равны $a_0 = 19,24238$, $a_1 = -0,21933$.

Уравнение прямой имеет вид: $y = 19,24238 - 0,21933x$.

Вторая таблица в программе будет выглядеть так, как представлено на рисунке 49.

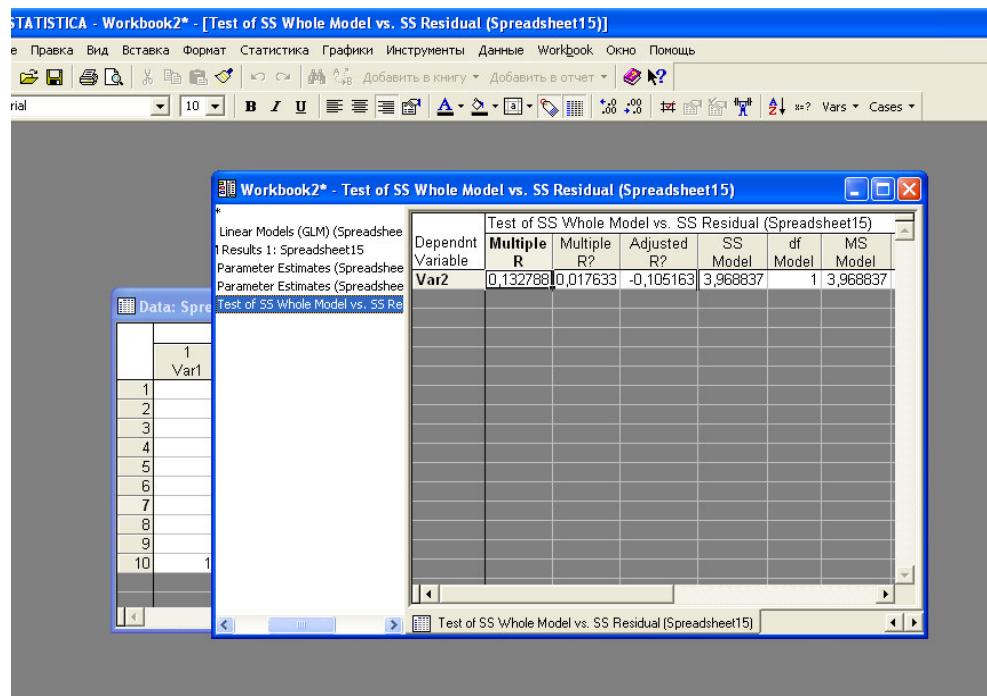


Рисунок 49 – Показатели адекватности и дисперсии

Более наглядно она представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Показатели адекватности и дисперсии уравнения регрессии

Dependnt Переменная	Test of SS Whole Model vs. SS Residual (Spreadsheet1)										
	Множеств R	Множеств R?	Назначен R?	SS Модель	df Модель	MS Модель	SS Резидент	df Резидент	MS Резидент	F	p
урож	0,132777	0,017630	-0,105167	3,968815	1	3,968815	221,1531	8	27,64413	0,143568	0,714618

Коэффициент корреляции = 0,132777

Multiple R? (коэффициент детерминации) = 0,017630

SS (Объясненная дисперсия) = 3,968815

MS (Остаточная дисперсия) = 3,968815

F-статистика Фишера = 0,143568

Поставим в полученное уравнение вместо x порядковые номера лет и получим выровненное значение расчетной урожайности яровой пшеницы за 10 лет:

$$y = 19,24238 - 0,21933x;$$

$$y_1 = 19,24238 - 0,21933 \cdot 1 = 19,02305;$$

$$\begin{aligned}
 y_2 &= 19,24238 - 0,21933 \cdot 2 = 18,80372; \\
 y_3 &= 19,24238 - 0,21933 \cdot 3 = 18,58439; \\
 y_4 &= 19,24238 - 0,21933 \cdot 4 = 18,36506; \\
 y_5 &= 19,24238 - 0,21933 \cdot 5 = 18,14573; \\
 y_6 &= 19,24238 - 0,21933 \cdot 6 = 17,9264; \\
 y_7 &= 19,24238 - 0,21933 \cdot 7 = 17,70707; \\
 y_8 &= 19,24238 - 0,21933 \cdot 8 = 17,48774; \\
 y_9 &= 19,24238 - 0,21933 \cdot 9 = 17,26841; \\
 y_{10} &= 19,24238 - 0,21933 \cdot 10 = 17,04908.
 \end{aligned}$$

Затем добавим столбец «Выровненная урожайность» в таблицу программы Microsoft Excel (рисунок 50).

	Расчетная урожайность	Фактическая урожайность	Выровненная урожайность
1			
2	19,6781	11,5	19,02305
3	16,5196	11,5	18,80372
4	14,6569	5,7	18,58439
5	29,9101	23,6	18,36506
6	14,2084	6,7	18,14573
7	16,2205	11,1	17,9264
8	13,9961	7	17,70707
9	19,5804	13	17,48774
10	21,7287	14,4	17,26841
11	13,8617	5,4	17,04908
12			
13			

Рисунок 50 – Подготовленные данные для построения графика

Построим графики расчетной и выровненной урожайности яровой пшеницы (рисунок 51).

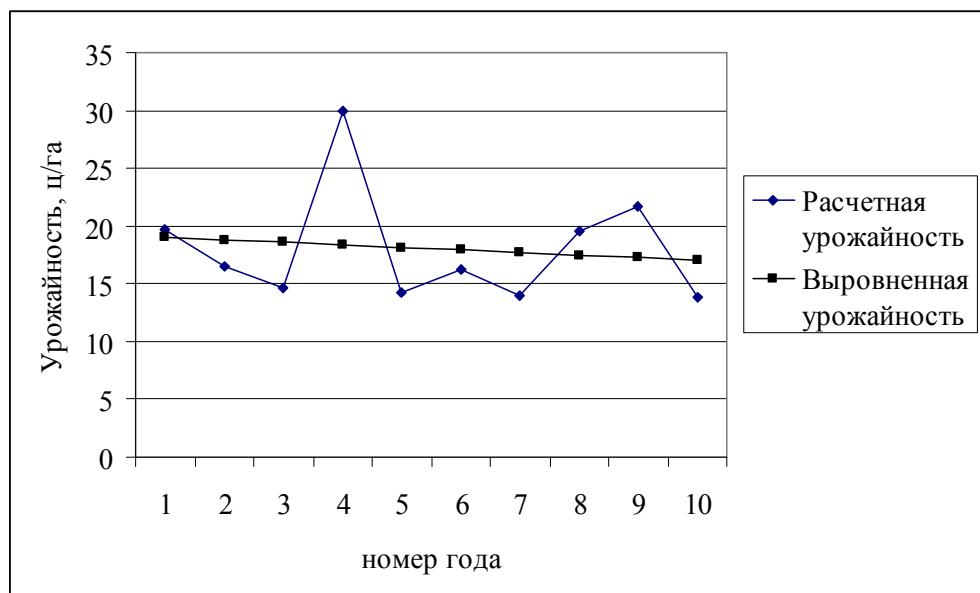


Рисунок 51 – Расчетная и выровненная урожайность яровой пшеницы

Данные расчетной и выровненной по прямой урожайности представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Динамика расчетной и выровненной урожайности яровой пшеницы

Номер года	Расчетная урожайность, ц/га	Выровненная урожайность, ц/га
1	19,6781	19,02305
2	16,5196	18,80372
3	14,6569	18,58439
4	29,9101	18,36506
5	14,2084	18,14573
6	16,2205	17,9264
7	13,9961	17,70707
8	19,5804	17,48774
9	21,7287	17,26841
10	13,8617	17,04908

Так как прогнозирование можно осуществлять только на 1/3 от исследуемого периода, то далее составим прогноз урожайности на следующие 3 года. Для этого подставим в полученную формулу прямой номера лет с 11 по 13:

$$y_{11} = 19,24238 - 0,21933 \cdot 11 = 16,82975;$$

$$y_{12} = 19,24238 - 0,21933 \cdot 12 = 16,61042;$$

$$y_{13} = 19,24238 - 0,21933 \cdot 13 = 16,39109.$$

Затем нанесем на рисунок 51 график прогнозной урожайности (рисунок 52).

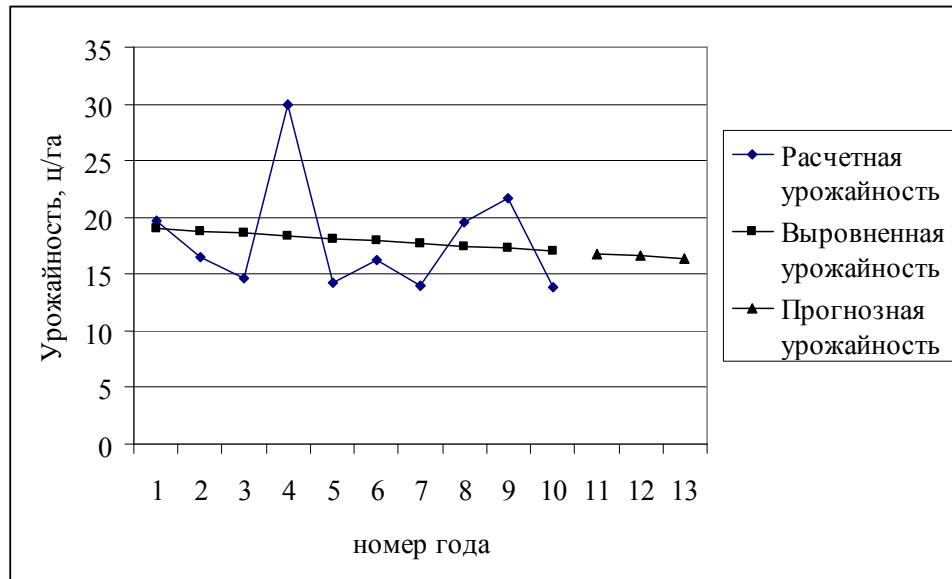


Рисунок 52 – Прогнозная урожайность

Таким образом, используя основные положения корреляционно-регрессионного моделирования, в частности, алгоритм множественной и парной корреляции, мы можем осуществлять прогнозирование на краткосрочный и среднесрочный период при условии экстраполяции полученного тренда, то есть сохранения условий и закономерностей прошлого развития исследуемого явления и процесса на будущее.

Исходные данные к задаче 1

№	prise	DEN	sherst	hlopok	firm
	Y	X1	X2	X3	X4
1	45	20	86	14	0
2	48	20	97	3	1
3	49	20	97	3	1
4	51	20	90	17	0
5	56	30	79	21	0
6	74	30	79	21	0
7	81	30	85	15	1
8	44	40	85	13	1
9	43	40	88	10	1
10	68	40	86	14	1
11	63	40	82	18	0
12	44	40	83	14	1
13	48	40	84	16	0
14	96	40	82	18	1
15	29	40	85	15	0
16	36	50	85	15	0
17	37	60	98	2	1
18	52	60	76	24	0
19	59	70	83	17	1
20	69	70	88	10	1
21	61	70	76	24	0
22	40	80	42	8	1
23	30	80	50	42	0
24	41	40	82	18	0
25	75	20	86	14	0
26	85	30	16	30	1
27	36	40	82	18	1
28	64	30	85	15	1
29	52	80	50	42	0
30	52	40	86	14	1
31	45	40	85	15	1
32	47	15	88	12	1
33	67	20	88	12	1
34	81	30	73	25	1
35	80	20	85	12	1
36	73	20	83	14	1
37	47	20	86	14	0
38	50	40	82	18	0
39	60	20	86	14	0
40	74	40	82	18	0
41	86	40	82	18	0
42	79	20	86	14	0
43	80	40	82	18	0
44	89	50	76	24	0
45	41	70	74	26	0

3. Выполнение индивидуальной расчетной работы.

2.5 Лабораторная работа №5 (1 час).

Тема: «Обзорное итоговое занятие»

На занятии происходит привитие навыков решения задач с применением специальных методов и алгоритмов на основе специально подобранных примеров нарастающей сложности, выстроенных по типу **практикума** (особый вид проведения учебных занятий, покрывающий определенную тему образовательной области, имеющий целью практическое усвоение основных положений предмета).

2.5.1 Цель работы: повторение всех вопросов, которые решались на предыдущих занятиях

2.5.2 Задачи работы:

1. Повторить этапы решения задачи линейного программирования в MS Excel
2. Повторить способы решения экономических задач на основе модели транспортной задачи
3. Повторить этапы решения экономических задач межотраслевого баланса в MS Excel
4. Повторить этапы решения экономических задач с применением корреляционно-регрессионного анализа в программном продукте Statistica

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер
2. Microsoft Office Word,
3. Microsoft Office Excel,
4. ППП Statistica.

2.5.4 Описание (ход) работы:

Студенты на обзорном итоговом занятии повторяют пройденный материал дисциплины, выполняют пропущенные лабораторные работы и иные виды деятельности для увеличения количества полученных за семестр обучения баллов рейтингового контроля.

Разработал(и): _____

Д.А. Андриенко