

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСА»

Л.В. Стоноженко, А.Н. Югов, В.Н. Карминов, Н.Г.Иванов

**Применение MS Excel и Statistica for Windows
для лесотаксационных вычислений
и обработки экспериментальных данных
методами математической статистики**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия
для направления подготовки 250100 "Лесное дело"
(квалификация (степень) "бакалавр")



Москва

Издательство Московского государственного университета леса
2012

УДК 681.3.06 : 630.5

С 81

Разработано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом ВПО 2011 г. для направления подготовки 250100 "Лесное дело" (квалификация (степень) "бакалавр").

Рецензенты: профессор кафедры лесоводства и подсочки леса,
кандидат сельскохозяйственных наук Ф.А. Никитин;

доцент кафедры информационных технологий в лесном секторе,
кандидат сельскохозяйственных наук А.С. Мухин

Работа подготовлена на кафедрах лесоустройства и охраны леса и почвоведения.

Стоноженко, Л. В.

С 81 Применение MS Excel и Statistica for Windows для лесотаксационных вычислений и обработки экспериментальных данных методами математической статистики : учеб. пособие / Л.В. Стоноженко, А.Н. Югов, В.Н. Карминов. – М. : ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012. – с.

Учебное пособие предназначено для аудиторной работы студентов, прежде всего, в интерактивных формах (компьютерных симуляций, деловых игр, разбора конкретных ситуаций). Пособие можно также использовать как самоучитель. В нем описаны возможности MS Excel на примере расчетов встречающихся в теории и практике лесного хозяйства и лесной промышленности, так же приведены примеры расчетов статистических показателей и решения оптимизационных задач. Описаны возможности Statistica для Windows для различных видов статистического анализа.

УДК 681.3.06 : 630.5

© Л. В. Стоноженко, А. Н. Югов,
В. Н. Карминов, 2012

© ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2012

Оглавление

Введение.....	5
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ EXCEL.....	7
1.1. Математические вычисления в Excel.....	7
1.1.1. <i>Общий вид (структура)</i>	7
1.1.2. <i>Перемещение по листу Excel и выделение ячеек</i>	8
1.1.3. <i>Ввод данных в ячейки Excel</i>	10
1.1.4. <i>Составные элементы формул</i>	12
1.1.5. <i>Операции и их приоритетность</i>	13
1.1.6. <i>Использование скобок для изменения порядка вычислений</i>	14
1.1.7. <i>Использование ссылок</i>	15
1.1.8. <i>Ошибки</i>	17
1.1.9. <i>Вычисления с использованием функций</i>	17
1.2. Создание диаграмм в Excel.....	19
1.2.1. <i>Мастер диаграмм</i>	19
1.2.2. <i>Порядок построения диаграммы</i>	21
1.2.3. <i>Редактирование созданных диаграмм</i>	27
1.3. Дополнительные возможности Excel.....	29
1.3.1. <i>Статистические функции</i>	29
1.3.2. <i>Решение оптимизационных задач</i>	30
1.3.3. <i>Сортировка списка</i>	31
1.3.4. <i>Сортировка с помощью панели инструментов</i>	32
1.3.5. <i>Фильтрация списка по заданному критерию</i>	33
1.4. Введение в систему Statistica.....	37
1.4.1. <i>Настройка системы Statistica</i>	38
1.4.2. <i>Элементарные понятия анализа данных</i>	38
1.4.3. <i>Простейшие описательные статистики</i>	39
1.4.4. <i>Шкалы измерений</i>	44
1.4.5. <i>Исследование связей между наблюдаемыми переменными в сравнении с экспериментальными исследованиями</i>	46
1.4.6. <i>Основные шаги обработки данных в системе</i>	46
1.4.7. <i>Построение линейного регрессионного уравнения</i>	47
1.4.8. <i>Расчет основных описательных статистик</i>	53
1.4.9. <i>Определение статистической достоверности различий средних двух выборок</i>	57

2. ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ В АКТИВНОЙ И ИНТЕРАКТИВНОЙ ФОРМЕ.....	62
2.1. Работа с файлами и простейшие действия в MS Excel (на примере расчета таксационных показателей насаждения).....	62
2.2. Работа с Мастером диаграмм (на примере построения графика высот и определения средней высоты насаждения).....	65
2.3. Расчет количественной спелости насаждения.....	67
2.4. Расчет материальной оценки лесосек.....	71
2.5. Построение вариационных рядов.....	73
2.6. Расчет статистических показателей.....	75
2.7. Постановка и решение оптимизационных задач (на примере решения транспортной задачи).....	77
Библиографический список.....	82
Приложение 1. Функции MS Excel.....	83

Введение

В 2011 году введен в действие ФГОС ВПО по направлению подготовки 250100 "Лесное дело". Одним из требований стандарта является реализация компетентностного подхода. При его реализации необходимо предусматривать использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий со студентами. Данное учебное пособие может применяться в качестве дополнительной литературы в курсах "Биометрия", "Таксация леса" и в курсе "Основы лесоустройства и государственной инвентаризации лесов" при организации занятий в форме деловых игр, компьютерных симуляций, различных тренингов и разбора конкретных ситуаций, встречающихся при решении задач в лесном хозяйстве. Первая часть пособия содержит самоучитель по освоению MS Excel и Statistica для Windows. Во второй части представлены примеры задач для организации учебного процесса в интерактивной форме.

В настоящее время существует достаточно много руководств, учебных и методических пособий по использованию MS Excel, изданных еще с 1988 года, когда впервые появился Excel (в DOS версии). Однако в большинстве из них рассматриваются возможности Excel для экономических расчетов. В настоящем пособии рассматриваются возможности процессора применительно и на примере решения задач в лесных отраслях.

Для более серьезных расчетов, различных видов статистического анализа в данном учебном пособии рассматриваются возможности Statistica 6.0.

С применением настоящего пособия студент может овладевать следующими компетенциями:

- владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- готовностью к кооперации с коллегами и работе в коллективе (ОК-3);
- стремлением к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-5);
- владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ПК-2);
- владением методами таксации, мониторинга состояния и инвентаризации в лесах (ПК-10);
- готовностью систематизировать и обобщать информацию по использованию и формированию ресурсов предприятия (ПК-27);
- способностью применять современные методы исследования лесных и урбоэкосистем (ПК-29);
- готовностью спланировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и исследовать ее (ПК-32);

- готовностью к участию в разработке проектов объектов лесного и лесопаркового хозяйства с учетом заданных технологических и экономических параметров с использованием новых информационных технологий (ПК-34);
- способностью принимать участие в обосновании конкретного технического решения при разработке технологических процессов рационального, непрерывного, неистощительного использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, направленных на повышение их продуктивности, сохранение средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций (ПК-36).

Авторы надеются, что пособие найдет применение и поможет студентам не только в освоении дисциплины "Биометрия", но также будет использовано как вспомогательная литература в курсе "Таксация леса", курсовом проектировании, дипломном проектировании и при решении многих задач, требующих вычислений, представления данных в табличной форме, работы с базами данных.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ EXCEL

1.1. Математические вычисления в Excel

1.1.1. Общий вид (структура)

Электронные таблицы Microsoft Excel очень мощное средство создания и ведения различных электронных документов.

Интерфейс программы очень схож с Microsoft Word. После запуска программы экран Excel содержит пять областей (по порядку сверху вниз):

- строка меню;
- панели инструментов;
- строка формул;
- окно книги;
- строка состояния.

Основным отличием от Word является присутствие вместо окна документа, так называемого окна книги, другими словами электронной таблицы.

Книга Excel разбита на несколько листов (таблиц). Листы можно удалять или добавлять новые. Как и всякая таблица, лист Excel состоит из строк и столбцов, пересечения которых образуют ячейки (рис.1).

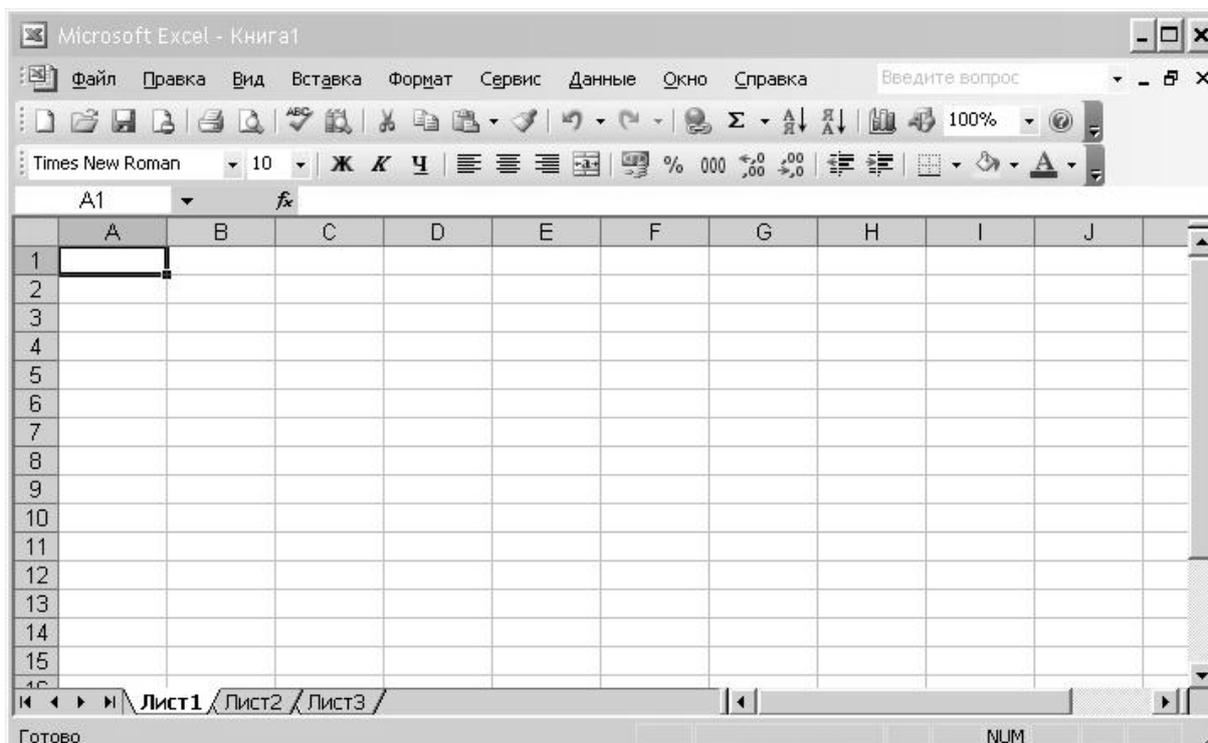


Рис. 1. Общий вид MS Excel

В нижней части окна книги находится несколько кнопок, с помощью которых можно переходить от одного листа к другому. Если видны не все ярлычки листов, то для просмотра содержания книги можно использовать четыре кнопки, расположенные в нижнем левом углу окна.

Ячейки Excel являются основными строительными единицами рабочего листа. Каждая ячейка имеет свои строго определенные координаты, или адрес ячейки, где можно хранить и отображать информацию. Ячейка, находящаяся на пересечении столбца **A** и строки **1** имеет адрес **A1**.

Зачастую границы данных таблицы выходят за пределы экрана монитора. В этом случае для просмотра содержимого листа надо использовать полосы прокрутки, расположенные вдоль правой и нижней сторон окна книги.

В верхней части рабочей области Excel расположена строка меню. Ниже находятся панели инструментов с кнопками, выполняющими наиболее часто используемые функции. Работа с этой частью рабочей области Excel аналогична работе в Word.

Ниже панели инструментов расположена строка формул.

Содержимое активной (выделенной в данный момент) ячейки Excel всегда появляется в строке формул.

Информацию можно вводить как непосредственно в ячейку, так и в строку формул.

В самом низу окна рабочей области находится строка состояния, показывающая режим работы программы.

1.1.2. Перемещение по листу Excel и выделение ячеек

Выделение с помощью мыши

Чтобы производить какие-либо действия с ячейками Excel их надо выделить. При выделении одной ячейки ее адрес появляется в поле имени в строке формул.

Самый простой и распространенный способ выделения одной ячейки – щелчок левой кнопкой мыши. Подведите курсор к нужной ячейке Excel и нажмите левую кнопку мыши. При этом вокруг ячейки появится рамка, которая говорит о том, что данная ячейка является активной, т.е. в нее можно вводить или редактировать данные.

Для ускорения выполнения операций часто бывает необходимо выделение группы ячеек или диапазона. Чтобы выделить диапазон надо установить курсор на левую верхнюю ячейку выделяемого диапазона, нажать левую кнопку мыши и, не отпуская кнопку, "тащить" мышью к правой нижней ячейке. При достижении нужной ячейки кнопку мыши надо отпустить. При этом выделенный диапазон будет подсвечен другим цветом.

Для выделения большого диапазона ячеек **Excel** можно воспользоваться приемом расширения выделения. Для этого надо выделить левую верхнюю ячейку диапазона, затем, удерживая клавишу **Shift**, щелкнуть на правой нижней ячейке, если ячейка не видна, то можно воспользоваться полосами прокрутки. Если известны координаты ячеек, то можно сделать следующее: выделить левую верхнюю ячейку, затем в поле имени в строке формул, через двоеточие ввести координаты правой нижней ячейки и нажать клавишу **Enter**.

Если необходимо выделить группу диапазонов ячеек, то для этой цели надо воспользоваться клавишей **Ctrl**.

Если необходимо выделить столбец или строку целиком, надо щелкнуть на заголовке строки или столбца.

Работа с блоком ячеек

Блок – это диапазон ячеек Excel, окруженный со всех сторон пустыми ячейками или заголовками столбцов и строк.

Активная область – это прямоугольник, который включает в себя все столбцы и строки листа, содержащие непустые ячейки.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3	D _{1.3}	Сосна	Ель	Береза	Осина		Всего
4	8	2	3	2	1		8
5	12	8	10	7	4		29
6	16	19	18	14	6		57
7	20	21	23	17	9		70
8	24	16	19	12	7		54
9	28	7	8	6	4		25
10							
11	Итого деревьев на ППП	73	81	58	31		
12							

Рис. 2.

На рисунке представлены три блока ячеек: **A3:E9**, **A11:E11**, **G3:G9**. Активная область – **A3:G11**. Если установить указатель мыши на нижней границе активной ячейки и дважды щелкнуть левой кнопкой мыши, то будет выделена нижняя ячейка блока. Если активной является самая нижняя ячейка блока, то двойной щелчок на нижней границе ячейки приведет к выделению ячейки, расположенной ниже блока. Аналогичным образом

выделяются ячейки при щелчке на правой, левой или верхней границе активной ячейки. Если дважды щелкнуть на границе ячейки при нажатой клавише **Shift**, то будут выделены все ячейки, начиная с текущей до края блока.

Перемещаться по соседним ячейкам можно при помощи клавиш управления курсором. Для перемещения к краю блока ячеек используются клавиши со стрелками при нажатой клавише **Ctrl**.

Для перемещения по листу Excel и выделения ячеек удобно пользоваться клавишами **Home**, **End**.

Home	Перемещение к первой ячейке текущей строки
Ctrl+Home	Перемещение к ячейке A1
Ctrl+End	Перемещение к последней ячейке последнего столбца активной области
End	Включение/Выключение режима End
Scroll Lock+Home	Перемещение к первой ячейке текущего окна
Scroll Lock+End	Перемещение к последней ячейке текущего окна

Для быстрого перемещения и выделения ячейки или диапазона можно пользоваться командой "Правка" – "Перейти" (F5).

1.1.3. Ввод данных в ячейки Excel

Существует два типа данных, которые можно вводить в ячейки листа Excel – константы и формулы.

Константы в свою очередь подразделяются на: числовые значения, текстовые значения, значения даты и времени, логические значения и ошибочные значения.

Числовые значения могут содержать цифры от 0 до 9, а также спецсимволы: **+** **-** **E** **e** **(** **)** **.** **,** **\$** **%** **/**.

Для ввода числового значения в ячейку необходимо выделить нужную ячейку и ввести с клавиатуры необходимую комбинацию цифр. Вводимые цифры отображаются как в ячейке, так и в строке формул. По завершению ввода необходимо нажать клавишу **Enter**. После этого число будет записано в ячейку. По умолчанию после нажатия **Enter** активной становится ячейка, расположенная на строку ниже, но командой "Сервис" – "Параметры" можно на вкладке "Правка" установить необходимое направление перехода к следующей ячейке после ввода, либо вообще исключить переход. Если после ввода числа нажать какую-либо из клавиш пере-

мещения по ячейкам (**Tab**, **Shift+Tab**...), то число будет зафиксировано в ячейке, а фокус ввода перейдет на соседнюю ячейку.

Рассмотрим особенности ввода числовых значений, использующих спецсимволы.

1. Если надо ввести отрицательное число, то перед числом необходимо поставить знак "-" (минус).
2. Числа, заключенные в скобки интерпретируются как отрицательные, даже если перед числом нет знака минуса. Т.е. (40) - для Excel означает -40.
3. При вводе больших чисел для удобства представления между группами разрядов можно вводить пробел (23 456,00). В этом случае в строке формул пробел отображаться не будет, а в самой ячейке число будет с пробелом.
4. Для ввода денежного формата используется знак доллара (\$). Для ввода процентного формата используется знак процента (%).
5. Для ввода даты и дробных значений используется знак косой черты (/). Если Excel может интерпретировать значение как дату, например, 1/01, то в ячейке будет представлена дата - 1 января. Если надо представить подобное число как дробь, то надо перед дробью ввести ноль - 0 1/01. Дробью также будет представлено число, которое не может быть интерпретировано как дата, например, 88/32.

Количество вводимых цифр зависит от ширины столбца. Если ширина недостаточна, то Excel либо округляет значение, либо выводит символы ###. В этом случае можно попробовать увеличить размер ячейки.

Ввод текста полностью аналогичен вводу числовых значений. Вводить можно практически любые символы. Если длина текста превышает ширину ячейки, то текст накладывается на соседнюю ячейку, хотя фактически он находится в одной ячейке. Если в соседней ячейке тоже присутствует текст, то он перекрывает текст в соседней ячейке.

Для настройки ширины ячейки по самому длинному тексту, надо щелкнуть на границе столбца в его заголовке. Так если щелкнуть на линии между заголовками столбцов **A** и **B**, то ширина ячейки будет автоматически настроена по самому длинному значению в этом столбце.

Если возникает необходимость ввода числа как текстового значения, то перед числом надо поставить знак апострофа, либо заключить число в кавычки – '123 или "123".

Различить какое значение (числовое или текстовое) введено в ячейку можно по признаку выравнивания. По умолчанию текст выравнивается по левому краю, в то время как числа - по правому.

При вводе значений в диапазон ячеек ввод будет происходить слева-направо и сверху-вниз. Т.е. вводя значения и завершая ввод нажатием **Enter**, курсор будет переходить к соседней ячейке, находящейся справа, а по достижении конца блока ячеек в строке, перейдет на строку ниже в крайнюю левую ячейку.

Для изменения значений в ячейке до фиксации ввода надо пользоваться, как и в любом текстовом редакторе, клавишами **Del** и **Backspace**. Если надо изменить уже зафиксированную ячейку, то надо дважды щелкнуть на нужной ячейке, при этом в ячейке появится курсор. После этого можно производить редактирование данных в ячейке. Можно просто выделить нужную ячейку, а затем установить курсор в строке формул, где отображается содержимое ячейки и затем отредактировать данные. После окончания редакции надо нажать **Enter** для фиксации изменений. В случае ошибочного редактирования ситуацию можно "отмотать" назад при помощи кнопки "Отменить" (**Ctrl+Z**).

Для защиты отдельных ячеек надо воспользоваться командой "Сервис" – "Защита" – "Защитить лист". После включения защиты изменить заблокированную ячейку невозможно. Однако, не всегда необходимо блокировать все ячейки листа. Прежде чем защищать лист, выделите ячейки, которые надо оставить незаблокированными, а затем в меню "Формат" выберите команду "Ячейки". В открывшемся окне диалога "Формат ячеек" на вкладке "Защита" снимите флажок "Защищаемая ячейка". Следует иметь в виду, что **Excel** не обеспечивает индикации режима защиты для отдельных ячеек. Если необходимо отличать заблокированные ячейки, можно выделить их цветом. В защищенном листе можно свободно перемещаться по незаблокированным ячейкам при помощи клавиши **Tab**.

1.1.4. Составные элементы формул

Формулы в **Excel** всегда начинаются со знака равенства (=), после которого указываются следующие компоненты:

- Значение. Число (**19.13**)
- Адрес ячейки. **D14, A13:D14, Лист 3!D14**
- Функция. **СУММ, СРЗНАЧ, СЧЕТ, ЛЕВСИМВ, ЕСЛИ, НАЙТИ** и т.д.
- Символ операции. **+, -, *, /, ^, >, =** и т.д.
- Скобки. Используются для задания связи с файлом, например, [перечет из методички.xls]
- Пробелы. Символы табуляции и прочие управляющие символы. Используются для облегчения чтения формулы.

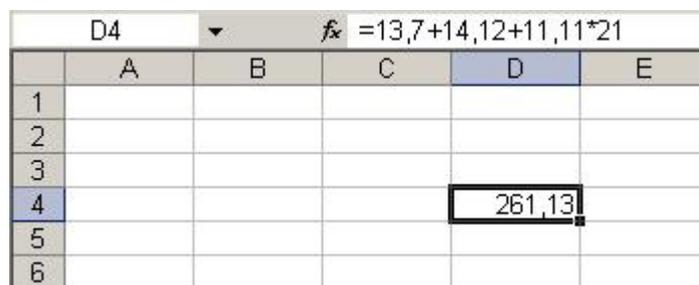
Если ячейка содержит формулу, то в такой ячейке отображается только результат вычисления по формуле. Сама же формула отображается в строке формул после выделения ячейки.

Если после ввода формулы в ячейку, вы по-прежнему видите формулу, а не её результат, убедитесь, что поставили в начале формулы знак равенства (=). Создание формул в **Excel** можно сравнить с процессом ведения

расчетов на калькуляторе. Задайте формулу слева направо, связывая значения символами операций. Например:

$$=13.7+14.12+11.11*21$$

После нажатия клавиши **Enter** в ячейке, отобразится результат вычисления по формуле, (рис. 3)



	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4				261,13	
5					
6					

Рис. 3

Большинство формул не будут (и не должны) включать числовые значения. Они должны ссылаться на другие ячейки, которые содержат значения. Ячейки этого типа часто называют *переменными*, поскольку их содержимое может изменяться, в то время как ссылка на ячейку в формуле, остается неизменной (хотя результат вычисления по формуле изменится). Эта методика позволяет быстро модифицировать данные рабочих листов без необходимости редактирования самих формул.

Постоянно встречающаяся операция – это копирование формулы. Выполняется она следующим образом. Ячейку с копируемой формулой необходимо сделать активной, выделив ее подвижной рамкой или просто щелкнув по ней курсором мыши, навести курсор на правый нижний угол рамки, чтобы курсор принял форму узкого креста **+** и, нажав левую кнопку мыши, растянуть рамку на нужное число ячеек, после чего кнопку отпустить. Копировать формулу таким образом можно только по горизонтали или по вертикали.

Вообще в Excel, как и в других программах MS необходимо обращать внимание на вид курсора мыши, от этого зависит его функции (возможности). Так курсор может быть в виде выше описанного узкого креста **+**, так и виде белого креста **+**, который служит для выделения блоков ячеек с целью дальнейшей работы с ними.

1.1.5. Операции и их приоритетность

Символы операций выполняют функцию «склеивания» других компонентов формулы. При наличии в формуле нескольких операций Excel производит вычисления слева направо. Однако, у операций имеется приоритет, влияющий на порядок вычислений. Например, формула

$$=7+4*3$$

возвратит значение **19**, а не **33**, поскольку операция умножения приоритетнее сложения.

Правила приоритетов, как правило, стандартны для мира математики и компьютеров.

В таблице 1 перечисляются доступные Excel операции в порядке убывания их приоритета. Из двух операций первой выполняется та, у которой более высокий приоритет. Операции с одинаковым приоритетом, например, операции умножения и деления, вычисляются слева направо.

Таблица 1

Операции	Описание
:	Операция ссылки (например, A1:C3)
;	Разделитель аргументов
-	Знак отрицательного числа (например, -14)
%	Знак процента
^	Возведение в степень
* и /	Умножение и деление
+ и -	Сложение и вычитание
&	Конкатенация текста
>, <, >=, <=, <>	Операторы сравнения (больше чем, меньше чем, не меньше чем, не больше чем, не равно)

Без использования приоритетов, было бы невозможно получить, однозначный результат формулы. Чтобы на практике понять важность приоритетов операций Excel, откройте пустой рабочий лист и выполните следующие действия.

1. В ячейку **A1** введите = **2+3^2**
2. В ячейку **A2** введите = **1+4*3**
3. В ячейку **A3** введите = **4+1*3**
4. В ячейку **A4** введите = **10-8/2**

Ваши формулы должны вернуть результаты **11**, **13**, **7** и **6** соответственно. Однако, используя скобки, вы можете изменить обычный порядок вычислений.

1.1.6. Использование скобок для изменения порядка вычислений

Если заключить часть формулы в скобки, Excel будет вычислять эту часть как независимое выражение. Полученный результат используется в нормальном процессе вычислений слева на право. Чтобы увидеть, каким образом скобки влияют на результаты формул, выполните следующие действия.

1. В ячейку **B1** введите = $(2+3)^2$
2. В ячейку **B2** введите = $(1+4)*3$
3. В ячейку **B3** введите = $(4+1)*3$
4. В ячейку **B4** введите = $(10-8)/2$

В данном случае формулы должны вернуть значения **25, 15, 15** и **1** соответственно.

Каждая открывающая скобка в формуле должна иметь соответствующую закрывающую. В противном случае Excel обнаружит противоречие и предложит исправить ошибку либо позволит вам самостоятельно поставить недостающую скобку.

1.1.7. Использование ссылок

Большинство формул, которые вы создадите в Excel, будут ссылаться на одну или несколько из миллионов ячеек текущей рабочей книги. Формулы зависят от ячеек, на которые создаются. Поэтому любое изменение, внесенное в эти ячейки, меняет результат вычисления в формуле.

Существует несколько способов ссылки на ячейку. Чтобы сослаться на единичную ячейку, просто укажите ее адрес, например, как в формуле **=A4*B2-25**

Для ввода данной формулы необходимо выделить ячейку в которую будет записан результат вычислений с клавиатуры ввести знак =. Затем подвести курсор  к ячейке **A4** на текущем листе и однократно нажать левую клавишу мыши, далее с клавиатуры ввести знак *, после чего ввести значение ячейки **B2** аналогично **A4**. Для того чтобы закончить ввод формулы необходимо с клавиатуры ввести знак – и число **25**. Для получения ответа требуется нажать **Enter**.

При копировании формул с помощью команд **Правка\Копировать** или **Вставить** соответствующим образом изменяются все ссылки на расположение ячеек. Такие адреса в формуле называют относительными адресами. Относительные адреса не указывают на конкретную ячейку, а просто задают относительные координаты ячейки. Например, в ячейке **A1** находится простая формула **=B3**

ссылающаяся на ячейку, расположенную на *один столбец вправо и на две строки ниже*. Если скопировать формулу из ячейки **A1** в **C15**, ссылка на ячейку будет модифицирована и по-прежнему указывать на ячейку, расположенную один столбец вправо и на две строки ниже. Для того чтобы скопировать ячейку **A1** необходимо навести курсор на ячейку и нажать правую клавишу мыши появится меню (рис. 4) в котором надо подвести курсор к строке «**Копировать**» и нажать левую клавишу мыши, затем выбираем ячейку куда необходимо вставить данные и нажать правую клавишу

мыши подвести курсор к строке «Вставить» (рис. 4) и нажать левую клавишу мыши.

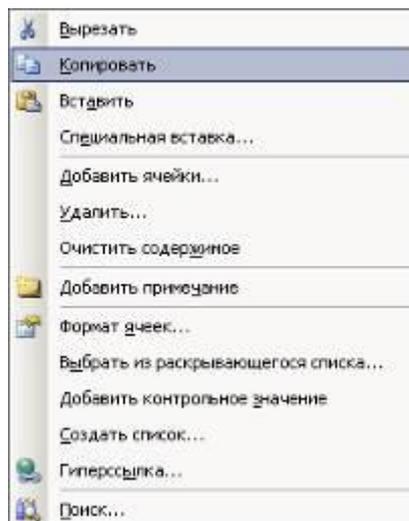


Рис. 4

Формула примет вид

=D17

Ссылки на диапазоны изменяются соответствующим образом. Поэтому формула в ячейке **A1**

=СУММ(B3:D10)

изменится на

=СУММ(D17:F24)

после копирования ячейки из **A1** в **C15**.

В формуле можно задать *абсолютную* ссылку на ячейку, которая не будет изменять свое значение поле копирования. Чтобы создать абсолютную ссылку, перед указанием столбца или строки следует использовать знак доллара.

=\$B\$3

Для этого необходимо после окончания ввода формулы установить курсор мыши в строке формул перед нужной нам ячейкой и нажать клавишу **F4**.

После копирования формула все равно будет указывать на ячейку **B3**. Ссылка на поименный диапазон (ячейку) всегда является абсолютной и никогда не изменяется при копировании формулы, если нам необходимо зафиксировать значения только по строкам, то мы удаляем знак доллара перед цифрой **=B\$3**, а если по столбцам, то перед буквой **=B\$3**

1.1.8. Ошибки

К сожалению, при составлении формулы существует масса возможностей допустить ошибку. Однако Excel может предупредить вас об этом несколькими способами и помочь найти ошибку.

Ниже приведен список кодов распространенных ошибок, возвращаемых Excel при невозможности вычислить результат формулы.

#####. Столбец слишком узок для отображения числа. Расширьте столбец либо уменьшите размер шрифта, либо измените числовой формат.

#ДЕЛ/0! Деление на ноль – недопустимая операция. И имейте в виду, что все пустые ячейки содержат нулевые значения.

#Н/Д! Данные недоступны, поскольку формула ссылается на недоступную (НД) функцию или значение.

#ИМЯ? Формула ссылается на неизвестное Excel имя.

#ЧИСЛО! Формула использует некорректное число.

#ССЫЛ! Ссылка на ячейку более не действительна. Возможно, ячейка удалена либо на ее место перемещена другая ячейка.

#ЗНАЧ! Формула содержит некорректную операцию или аргумент. Возможно, вы пытаетесь сложить текстовое и числовое значения.

В случае совершения нежелательной операции удаления, перемещения или другой операции, самый простой способ исправить ошибку это щелкнуть курсором мыши на символ  «Отменить» на панель инструментов.

1.1.9. Вычисления с использованием функций

Функции в формулах применяются для сокращения записи сложных вычислений. В Excel существуют сотни функций, выполняющих широкий спектр операций. Например, одна из самых распространенных функций **СУММ** складывает числа и содержимое одной или нескольких ячеек. Так, формула

=СУММ(A1:B5;C20;C25;3.14)

возвращает сумму числовых значений, находящихся в ячейках диапазона **A1:B5**, числа **3.14** и числовых значений в ячейках **C20** и **C25**.

Эта функция сокращает запись длинной формулы

=A1+A2+A3+A4+A5+B1+...

В Excel встроены сотни функций выполняющих множество разнообразных операций. Скорее всего, вам придется регулярно использовать лишь несколько десятков функций. С остальными можно ознакомиться при необходимости. Освоив несколько функций, вы легко сможете изучать новые. Для использования функции в вычислениях необходимо воспользоваться командой **Вставка функции** для чего необходимо на панели инструментов выбрать меню **Вставка**, далее в выпавшем меню выбрать **Функ-**

ция. При этом на экране появляется sdвоенное окно (рис. 5), в верхней части (в предыдущих версиях Excel в левой) которого дан список функций Excel по категориям, а в нижней (правой) – список функций в выбранной категории.

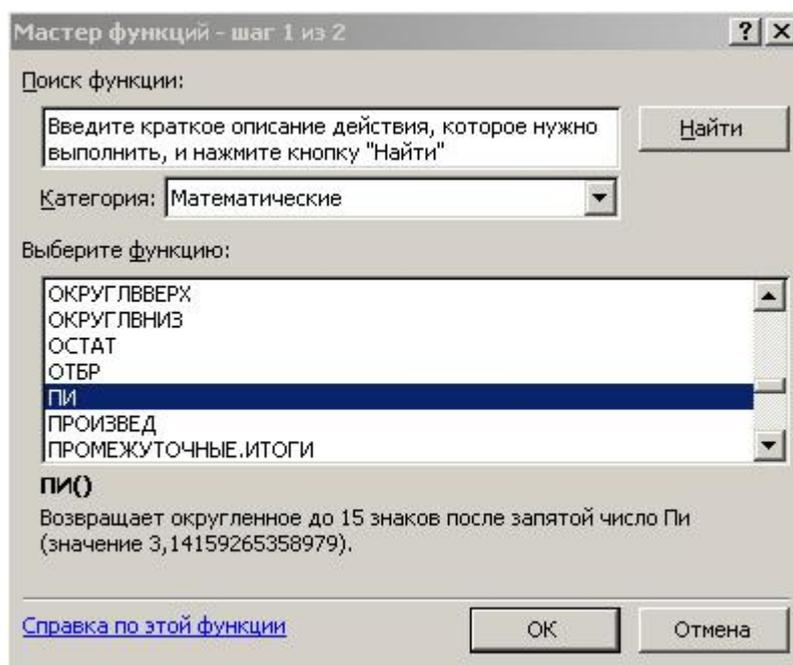


Рис. 5

При выборе какой-либо функции в нижней части окна появляется текстовая подсказка, кратко характеризующая назначение этой функции. При необходимости можно нажать курсором мыши кнопку **Справка** и получить более подробную информацию. После выбора необходимой функции надо нажать кнопку **ОК** при этом мастер переходит в режим ввода аргументов. При этом аргументы могут вводиться как с клавиатуры, так и мышью выбирая необходимое содержимое ячеек. Некоторые функции, например, **ПИ**, не имеют аргументов.

После ввода всех аргументов надо выбрать клавишу **ОК**, и функция оказывается введенной в соответствующую ячейку рабочего листа страницы.

Некоторые функции, такие как **ЧАСТОТА ()** и **ЛИНЕЙН ()**, должны быть записаны не в одиночных ячейках, а как формулы массивов. Дело в том, что результатом работы этих функций является не одно число, а массив чисел, располагающийся соседних клетках. Для ввода формулы массива сначала необходимо ввести выбранную функцию в одну клетку, как объяснялось выше. Вводить функцию необходимо с таким расчетом, чтобы она оказалась в клетке, которая являться крайней для массива результатов. После того, как функция введена, надо выделить мышкой **+** блок ячеек, в которые будет помещен результирующий массив, причем начальной ячейкой выделения блока должна быть ячейка с введенной фор-

мулой. Далее надо нажать и отпустить клавишу **[F2]**, после чего одновременно нажать **[Ctrl]**, **[Shift]**, **[Enter]**. Формула массива введена. Если все было сделано правильно, то в соответствующих ячейках должны появиться результаты работы функции.

Если при вводе формулы массива допущены, какие либо ошибки (в том числе, было выделено слишком много ячеек), то проще всего удалить весь массив и ввести формулу снова.

1.2. Создание диаграмм в Excel

1.2.1. Мастер диаграмм

Проще всего для создания диаграмм использовать «**Мастер диаграмм**», при этом вы сможете оформить (а в дальнейшем отредактировать) диаграмму как захотите.

В большинстве случаев построение диаграммы начинается с выбора исходных данных. Выбранные данные см. рис. 6 содержат следующие компоненты диаграмм.

–**Столбцы данных.** Три столбца данных **B2:B11**, **C2:C11** и **D2:D11**

–**Названия столбцов.** Заголовки столбцов, соответствующих сериям данных.

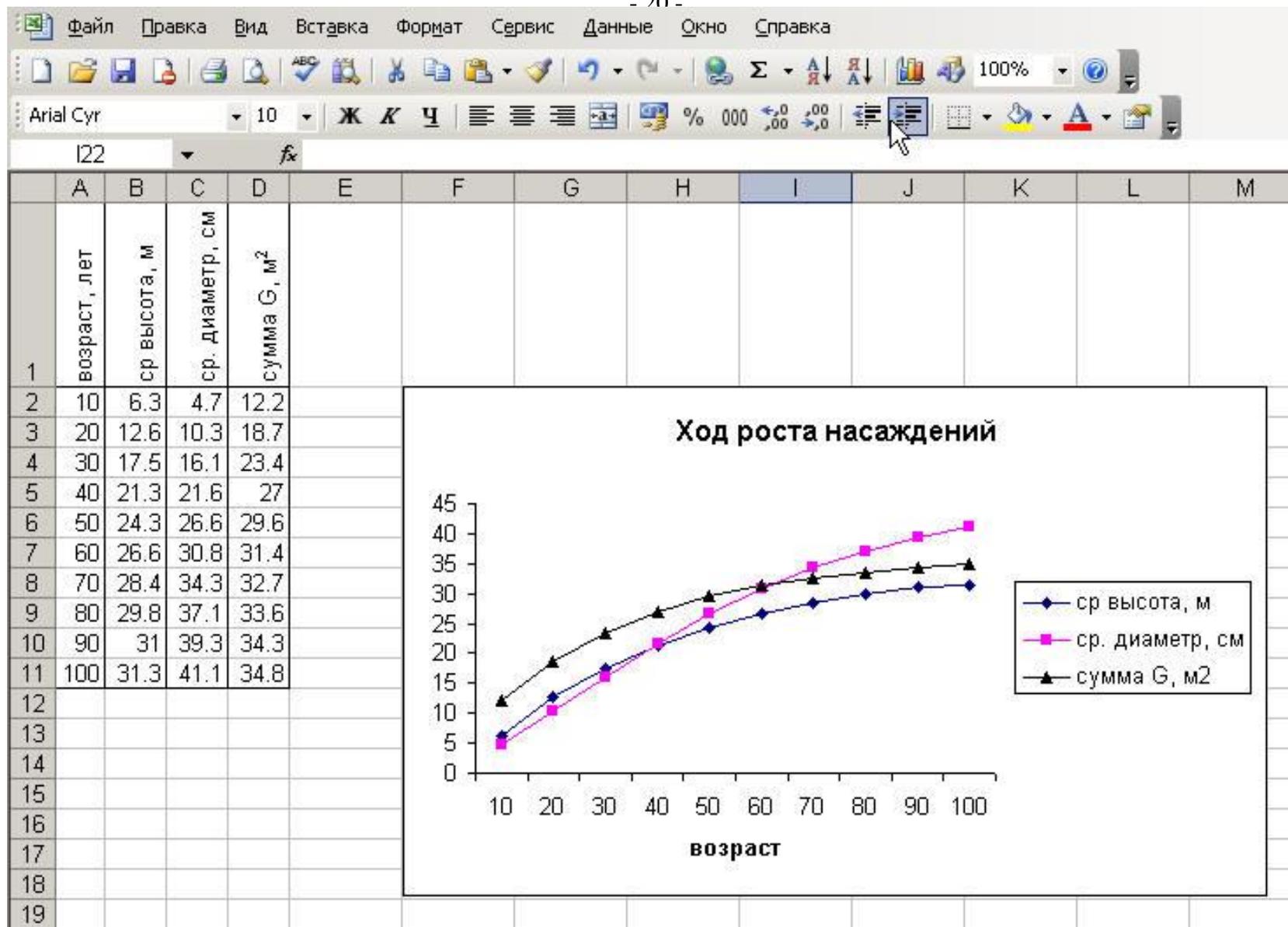


Рис. 6

–**Заголовки категорий.** Заголовки в первом столбце, выведенные вдоль оси X и определяющие каждую группу точек.

–**Текст легенды.** В нашем случае легендой диаграммы являются названия рядов (B1:D1), определяющие каждую серию данных.

Выделенные для диаграммы, данные не обязательно должны быть одним непрерывным блоком и находиться на одном рабочем листе или книге. Однако если вы выделите не непрерывные диапазоны, то каждый из них должен быть прямоугольным выделенным блоком. Например, к диаграмме на рис. 6 можно добавить большое количество рядов данных выделением десяти ячеек в строке или столбце (в соответствии с десятью ячейками, используемыми для каждого ряда данных имени ряда)

1.2.2. Порядок построения диаграммы

Выбрав в рабочем листе диапазон, для чего выделите его курсором мыши , начните создание диаграммы.

1. Щелкните по кнопке **Мастер диаграмм**  на панели инструментов **Стандартная** для запуска мастера диаграмм или выберите команду **Вставка/Диаграмма**. Откроется диалоговое окно (рис. 7).

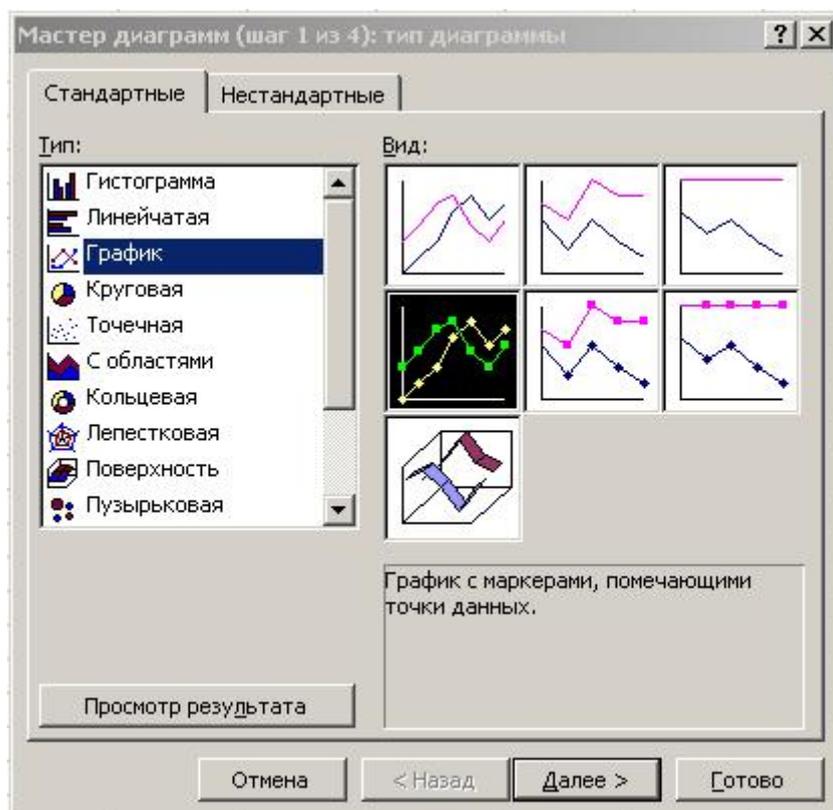


Рис. 7

2. Выберите в списке **Тип**, требуемый тип создаваемой диаграммы.
3. В области **Вид** щелкните на требуемом стиле. Вы увидите описание, появившееся под группой подтипов диаграмм.

Чтобы предварительно посмотреть, как ваши данные будут выглядеть при использовании выбранного типа диаграммы, нажмите (и удерживайте) мышью на кнопке **Просмотр результата**.

Щелкните по кнопке **Далее** и перейдите к следующему шагу мастера.

Как и остальные мастера Excel, **Мастер диаграмм**, всегда предоставляет возможность вернуться к предыдущему примеру с помощью кнопки **Назад**. Чтобы отказаться от создания диаграммы, щелкните по кнопке **Отмена** . Если необходимо создать диаграмму с текущими параметрами и отказаться от дополнительных возможностей мастера, в любом из диалоговых окон мастера щелкните по кнопке **Готово**.

Теперь необходимо определиться, каким образом следует отобразить выбранные данные. Параметры второго диалогового окна **Мастера диаграмм** содержит две вкладки. На рис. 8 показана вкладка **Диапазон данных**.

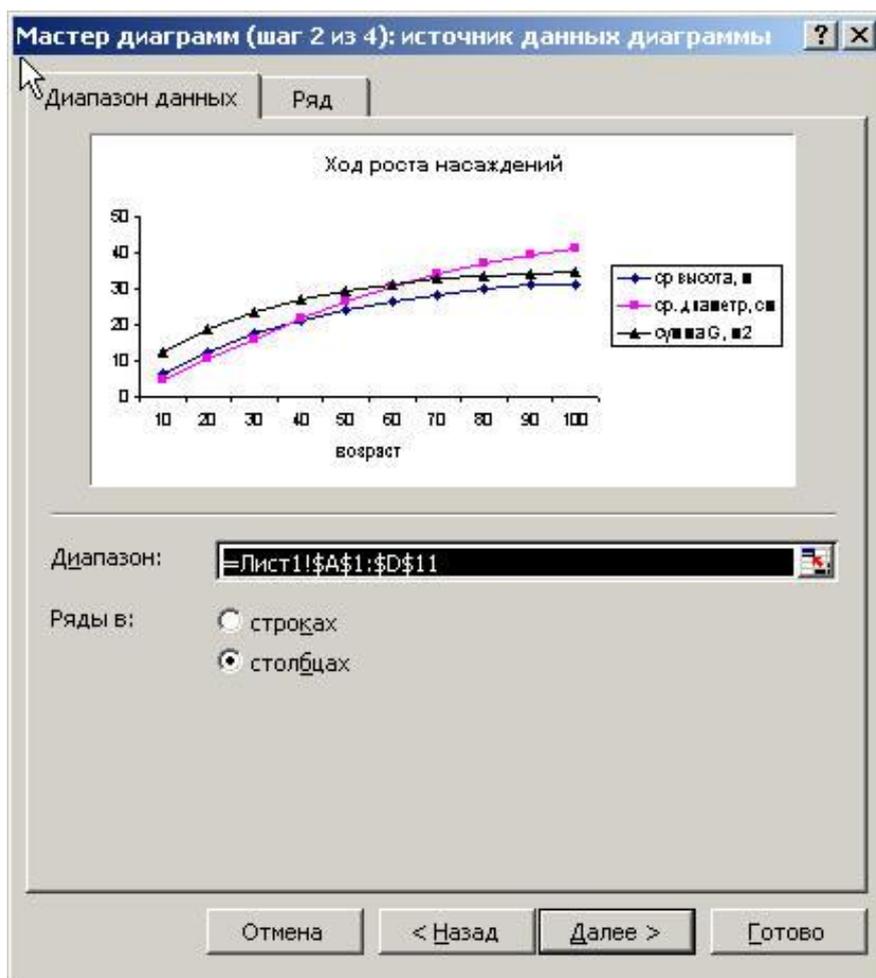


Рис. 8

Вкладка **Диапазон данных** отображает адрес диапазона **A1:D11** в рабочем листе **Лист1**, выбранного для построения диаграммы (рис. 6). У вас есть возможность убедиться, что для диаграммы выбран нужный диапазон, и при необходимости его откорректировать.

В группе **Ряды в:** можно выбирать переключатель **Строках** или **Столбцах**, чтобы ряды данных выбирались из строки или столбца. В нашем примере ряды данных расположены в столбцах.

Теперь щелкните на вкладке **Ряд** диалогового окна **Шаг 2**. В этой вкладке (рис. 9) также будет показан вид диаграммы, под которой находится следующий набор параметров.

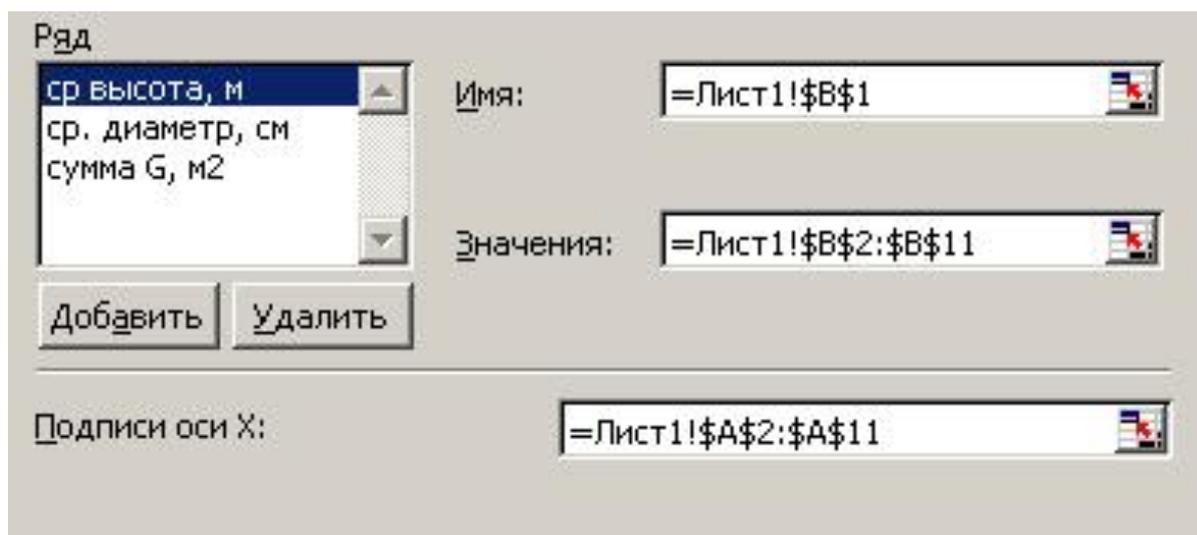


Рис. 9

На этой вкладке можно изменить ссылки на ячейки каждого ряда с помощью следующих параметров.

- Ряд.** Выберите в диаграмме один из рядов. В нашем примере доступны три ряда данных с названиями. **Ср. высота**, **Ср. диаметр**, **Сумма G**. Ссылки на текущий диапазон, выбранный вами, появятся во всех строках диалогового окна. Если щелкнуть по кнопке **Удалить**, из диаграммы будут удалены все выбранные ряды (данные в рабочем листе не пострадают – просто этот ряд не появится на диаграмме). Можно добавить дополнительные ряды данных, щелкнув для этого по кнопке **Добавить** и заполнив определенный диапазон.
- Имя.** Содержимое этой ячейки будет служить названием ряда. Например, ячейка **B1** в рабочем листе **Лист1** содержит название ряда **Ср. высота**. В качестве иного названия для ряда можно назначить другую ячейку. Можно вернуться в рабочий лист и ввести в ячейку **B1** новое название ряда.
- Значения.** Диапазон ячеек, которые содержат значения для выбранных рядов. В нашем рабочем листе данные для ряда **Ср. высота** расположены в ячейках **B2:B11**.

–**Подписи по X.** Диапазон содержит подписи, которые появятся вдоль оси категорий. В нашем случае – это диапазон **A2:A11**. (по умолчанию будут введены значения 1; 2; 3; ...)

–Щелкните по кнопке **Далее**, чтобы перейти к третьему шагу мастера диаграмм.

Примечание. Изменив параметры для одного ряда, выполните подобные действия и с другими рядами. В противном случае не исключена возможность получить ряды данных различной длины.

Третье диалоговое окно мастера (шаг 3) имеет шесть вкладок, в которых можно задать множество параметров. Вкладка **Заголовки** показана на рис 10.

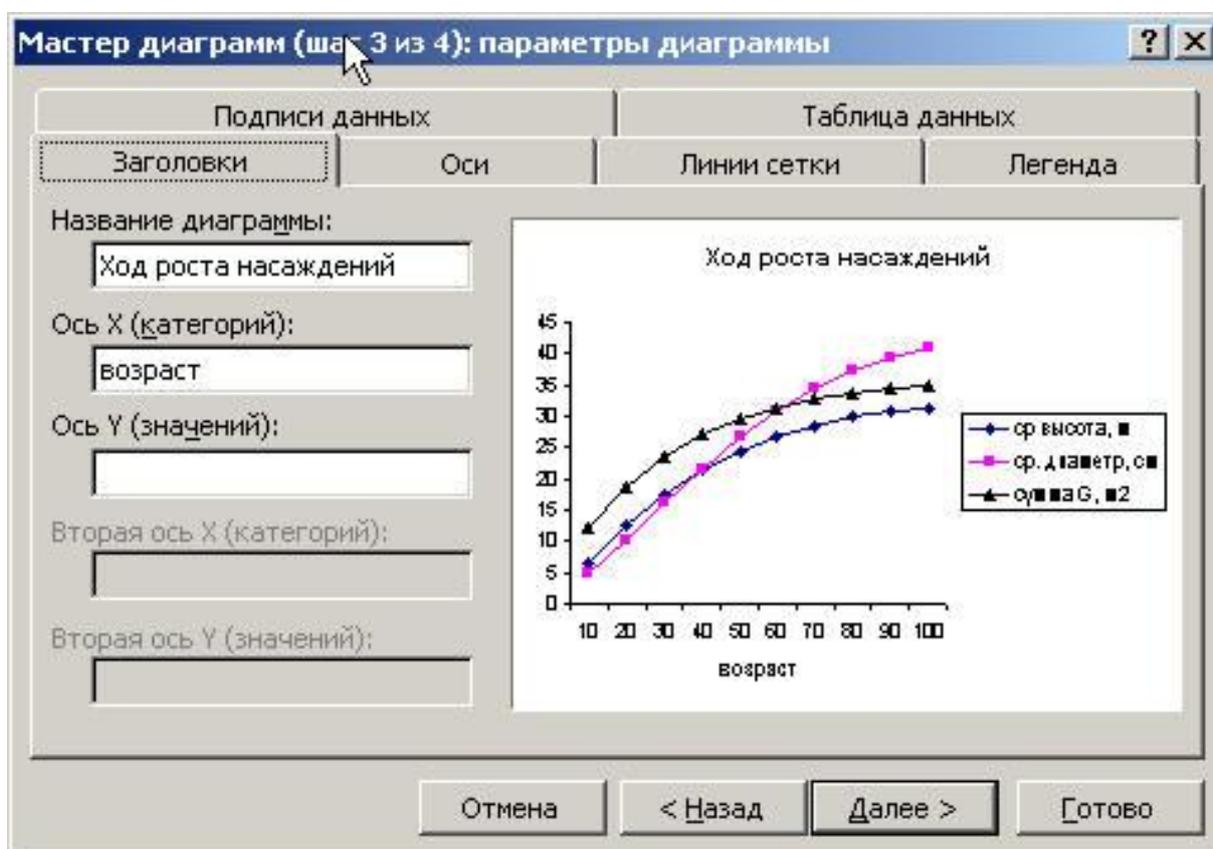


Рис. 10

1. Щелкните на вкладке **Заголовки**, если она еще не выбрана.
2. В строку **Название диаграммы** введите «Ход роста насаждения»
3. Выберите строку **Ось X (значений)**. Введите: «возраст»
4. Выберите вкладку **Линии сетки** и в зависимости от необходимости установите флажки четырех параметров (рис. 11) – линии сетки помогут считывать данные с графика (особенно на распечатанной диаграмме). И наоборот флажки можно сбросить - если требуется не загромождать рисунок.

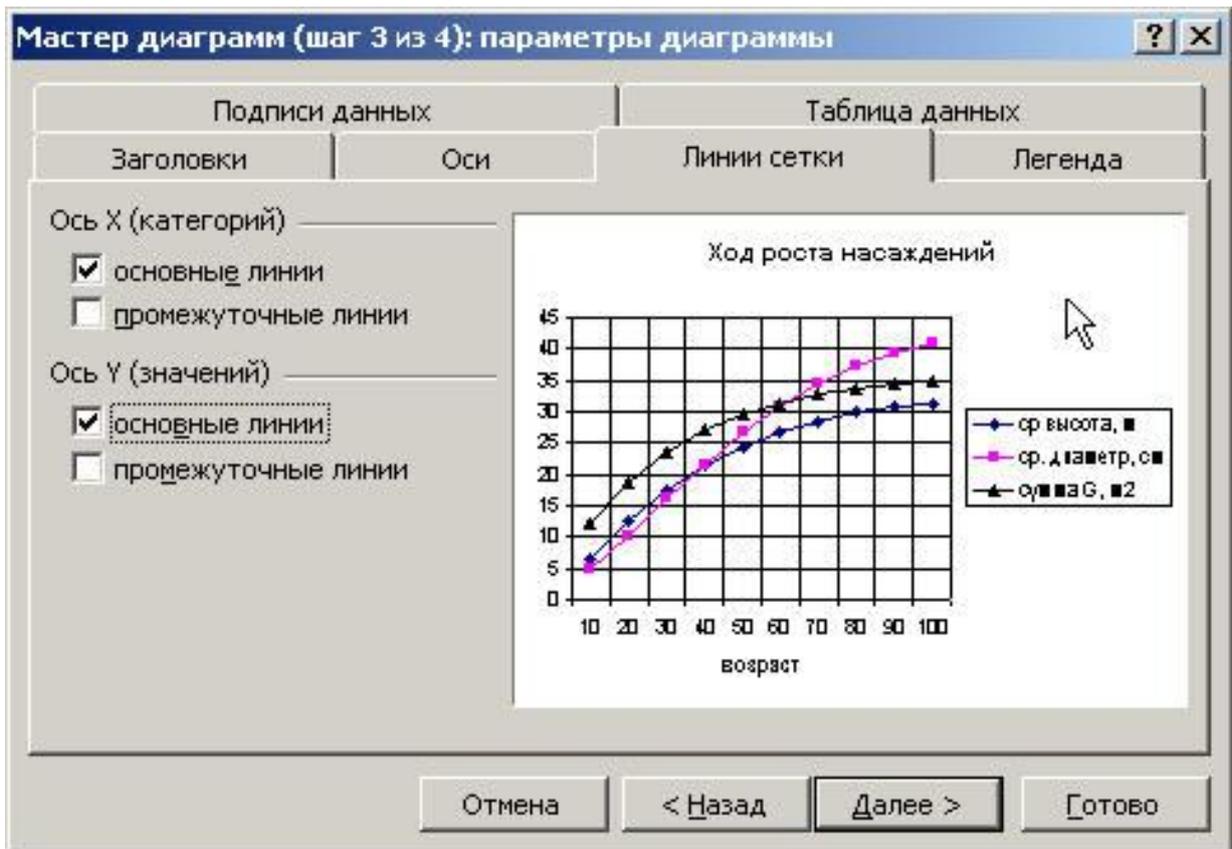


Рис. 11

5. Щелкните по вкладке **Легенда**, установите флажок **Добавить легенду**, и переключатель **Справа** (рис. 12), чтобы легенда отобразилась справа от области построения диаграммы.

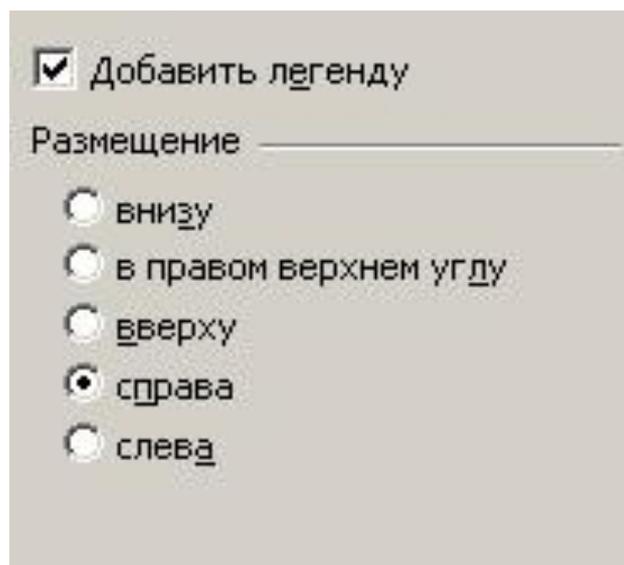


Рис. 12

6. Задав эти параметры, щелкните по кнопке **Далее**, чтобы перейти к следующему шагу.

7. Последнее диалоговое окно мастера диаграмм, **Шаг 4**, позволяет определить расположение создаваемой диаграммы (рис. 13).

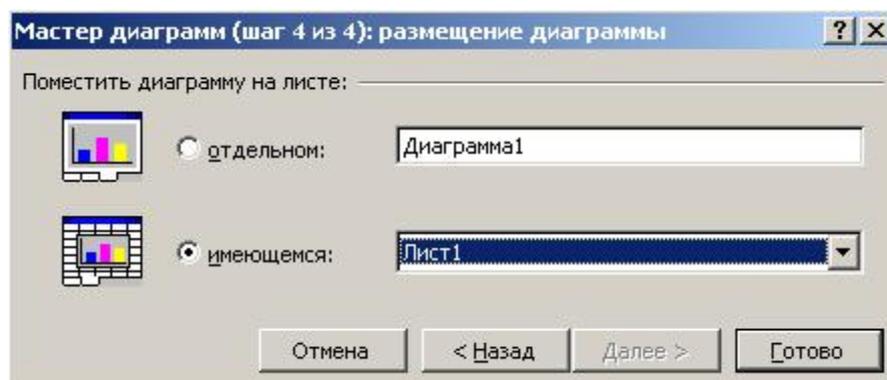


Рис. 13

–**Отдельном**. Если выбрать этот режим, то получим диаграмму на отдельном листе, полностью выделенном для нее. При этом диаграмма будет иметь максимальный размер, ограниченный только параметрами страницы. Такую диаграмму легче редактировать и печатать.

–**Имеющемся**. Выберите этот режим для создаваемой в данный момент диаграммы – и она будет внедрена в заданный рабочий лист (в нашем случае это **Лист1**). Как правило, диаграмма внедряется для того, чтобы получить возможность просматривать или печатать диаграмму вместе с данными рабочего листа, которые и являются ее исходными данными. Диаграмма будет меняться вместе с изменением исходных данных.

Задав расположение для диаграммы, щелкните по кнопке **Готово**, после чего диаграмма будет внедрена в рабочий лист. При необходимости внедренную диаграмму несложно удалить. Щелкните в области диаграммы, но только не на одном из ее компонентов левой клавишей мыши и в выпавшем меню (рис. 14) нажмите **Очистить**.

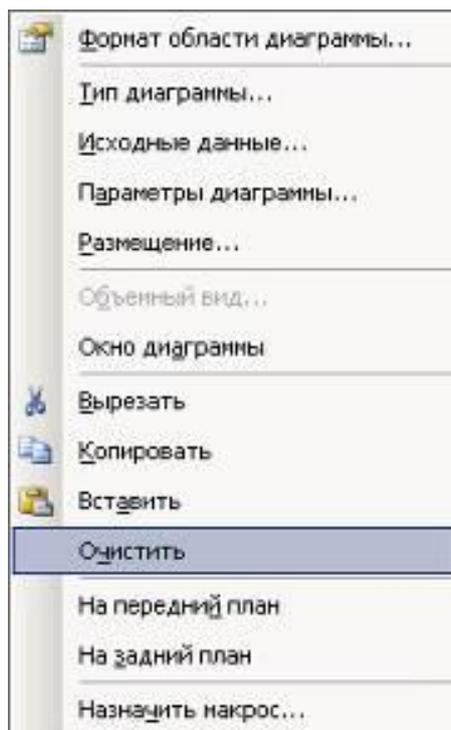


Рис. 14

1.2.3. Редактирование созданных диаграмм

Диаграмму можно редактировать и совершенствовать, манипулируя для этого многочисленными параметрами.

Вы можете изменить размер и форму внедренной диаграммы, а также переместить ее. Те же операции выполняются и с компонентами диаграммы. Например: перемещение главного заголовка в левую часть диаграммы или уменьшение области построения.

Чтобы выбрать внедренную диаграмму полностью, щелкните в любом месте области диаграммы (указатель мыши примет форму стрелки, если его расположить над областью диаграммы), но только не на одном из ее компонентов (заголовки, легенда, область построения и т.д.). По углам периметра области диаграммы и посередине каждой стороны периметра появятся маркеры выделения.

Выбрав внедренную диаграмму, вы можете переместить и изменить ее размеры стандартным способом Windows. (Можно сдвинуть диаграмму в правый нижний угол рабочего листа, чтобы открыть как можно больше исходных данных.)

Для перемещения диаграммы выберите ее область (но не один из компонентов), а далее нажмите и удерживайте левую кнопку мыши. Указатель мыши примет форму четырех стрелок, направленных в разные сто-

роны. Это означает, что вы можете перемещать диаграмму. Перетащите ее на новое место.

Если выбрать внедренную диаграмму и указать на один из маркеров выделения, указатель мыши примет форму двух противоположно направленных стрелок, что означает возможность изменения ее размеров. Существуют три способа изменения размера.

- Изменение размера диаграммы только в одном направлении: перетащите один из маркеров выделения, расположенных посередине одной из сторон. Например, если необходимо только расширить диаграмму, перетащите маркер, расположенный посередине одной из вертикальных сторон области диаграммы. Расширьте диаграмму так, чтобы подписи по оси категорий выводились горизонтально, а не под наклоном.
- Изменение размера диаграммы сразу по горизонтали и вертикали: перетащите один из угловых маркеров.
- Пропорциональное изменение размера диаграммы с сохранением соотношения между высотой и шириной: перетащите один из угловых маркеров выделения, удерживая одновременно клавишу **Shift**.

После изменения размера внедренной диаграммы Excel перерисовывает ее таким образом, чтобы она поместилась в заданную область. Например, если увеличить область диаграммы, Excel попытается вывести подписи возле каждого основного деления оси категорий. Если уменьшить размер диаграммы, Excel удалит при необходимости подписи оси категорий.

Для перемещения заголовка диаграммы, легенды или области построения щелкните на объекте, чтобы выбрать его, а затем перетащите в новое место. Для изменения размера области построения или легенды выберите объект и перетащите один из маркеров выделения.

Редактировать диаграмму (не имеет значения, какую - внедренную или расположенную на отдельном листе) и ее компоненты можно различными способами в зависимости от того, что именно следует изменить.

- Выберите область диаграммы или любой из компонентов - в строке меню появится новый пункт **Диаграмма**. С помощью этого меню можно изменить тип (первое диалоговое окно мастера), исходные данные (второе окно), разнообразные параметры (третье окно) и расположение диаграммы (четвертое диалоговое окно мастера).
- Щелкните правой кнопкой мыши в области диаграммы - появится контекстное меню с теми же командами, что и в меню **Диаграмма**, плюс команда **Окно диаграммы**, отображающая диаграмму в отдельном окне. Это облегчает работу с диаграммой, поскольку вы можете изменять размеры, перемещать или закрывать это окно, независимо от внедренной диаграммы.
- Щелкните правой кнопкой мыши на компоненте диаграммы (легенде, оси категорий, ряде данных или его заголовке) и выберите из меню пункт

Формат Объекта. Например, щелкните правой кнопкой мыши на оси категорий и выберите из контекстного меню пункт **Формат оси**. Появится диалоговое окно **Формат оси**, задающее вид и параметры оси. Если дважды щелкнуть на компоненте диаграммы, откроется диалоговое окно с соответствующими компоненту параметрами.

Вы можете также использовать кнопки и элементы управления, расположенные на панели инструментов **Диаграмма**.

Закончив редактирование, щелкните на рабочем листе вне области диаграммы, чтобы вернуться к рабочему листу. Для снятия выделения с диаграммы, нажмите один или два раза клавишу **Esc**.

1.3. Дополнительные возможности Excel

1.3.1. Статистические функции

В Excel существует большое число статистических функций. Многие из них имеют всего один аргумент – массив исходных данных:

- СРЗНАЧ** – функция вычисляет среднее арифметическое выборки;
- СРГЕОМ** - функция вычисляет среднее геометрическое выборки;
- МОДА** - функция вычисляет моду выборки;
- МЕДИАНА** - функция вычисляет медиану выборки;
- ДИСП** - функция возвращает дисперсию выборки;
- СТАНДОТКЛОН** - функция вычисляет стандартное отклонение по генеральной совокупности;
- СКОС** - функция возвращает коэффициент асимметрии выборки;
- ЭКСЦЕСС** - функция возвращает коэффициент эксцесса выборки.

Или два – например, функция **КОРРЕЛ** возвращает парный коэффициент линейной корреляции для выборок, размещенных в массивах (строках или столбцах).

Перечень основных математических и статистических функций Excel приводится в приложении 1.

Кроме использования функций для расчета статистических показателей можно использовать специальную надстройку в меню **Сервис\Анализ данных**. Данная надстройка должна быть дополнительно установлена на ПК. Многие показатели в меню **Анализ данных** и **Вставка функции** дублируются, однако надо иметь в виду что расчет, производимый через **Вставку функции**, дает формулу – результат вычислений отображается в ячейке. Соответственно изменение массива данных моментально приводит к изменению значения в ячейке. Иногда это необходимо, в то же время

Анализ данных позволяет мгновенно рассчитать ряд статистических показателей относящихся к **Описательной статистике**, в то время как расчет через **Вставку функции** требует многократного ввода различных функций. То же самое касается расчета коэффициента парной корреляции, когда имеется множество массивов данных (например, таблица хода роста) и необходимо выявить тесноту связи между каждой парой массивов.

Ряд расчетов статистических показателей приведен в лабораторном практикуме настоящего пособия.

1.3.2. Решение оптимизационных задач

Еще одна надстройка из меню **Сервис** позволяет решать задачи оптимизации, в частности транспортную задачу. Для ее решения используют надстройку **Поиск решения**.

Принцип решения оптимизационных задач с ее помощью чрезвычайно прост. В рабочей таблице необходимо выделить ячейки, которые будут являться переменными, подлежащими оптимизации; в другие ячейки вносятся коэффициенты и ограничения, определяемые экономическими условиями задачи; наконец, выделяется ячейка, в которую записывается формула критерия задачи, подлежащего оптимизации. Формула критерия строится с использованием ячеек первых двух типов. Для упрощения формирования критерия могут быть использованы промежуточные ячейки таблицы.

Вторым шагом является вызов панели поиска решения и заполнение в нем полей исходных данных. Указываются адрес целевой ячейки (ячейка критерия): цель оптимизации (минимум, максимум или конкретное значение); адреса ячеек, подлежащих оптимизации (ячейки переменных); адреса ячеек, определяющих ограничения задачи. При необходимости могут быть дополнительно указаны параметры выполнения процедуры оптимизации (метод оптимизации, тип модели и пр.).

После этого выполняется процесс оптимизации и, если задача поставлена корректно, на экране появляются результаты. При этом пользователь может кроме результатов оптимизации посмотреть оценку качества оптимизации (например, качество сходимости).

При необходимости пользователь может вернуть таблицу к исходному виду, поменять значения коэффициентов или ограничений и повторить решение задачи.

Подробно пример решения транспортной задачи приведен нами в лабораторном практикуме.

1.3.3. Сортировка списка

Вы можете отсортировать данные в любом столбце или строке Excel, но, как правило, такая операция осуществляется в списках.

Выбор диапазона для сортировки:

	А	В	С	Д	Е	F	G	Н
1	Фамилия	Имя	Адрес	Город	Область	Код	Возраст	
2	Лесов	Никита	Сосновая, 80	Москва	Московская	82027	36	
3	Кузнецов	Кузьма	Цветочная, 12	Мытищи	Московская	82033	36	
4	Купцов	Дмитрий	Виноградная, 43	Сокол	Вологодская	82033	19	
5	Иванов	Иван	Московская, 4	Вологда	Вологодская	87201	43	
6	Ненашев	Сергей	Хвойная, 34	Владимир	Владимирская	94022	32	
7	Сидоров	Петр	Ореховая, 45	Москва	Московская	94025	22	
8	Сретов	Евгений	Грушовая, 6	Вологда	Вологодская	96083	27	
9	Петров	Иван	Садовая, 1	Москва	Московская	96802	32	
10	Шаповалов	Владимир	Липецкая, 3	Москва	Московская	96803	59	
11								

Рис. 15

Для сортировки списка имен и адресов (рис. 15) в алфавитном порядке сначала по фамилиям, а затем по именам выполните такие действия.

1. Выделите любую ячейку в **столбце А** диапазона с данными в строках от 1 до 10.
2. Выберите команду **Данные\Сортировка**. Появился диалоговое окно **Сортировка диапазона**.

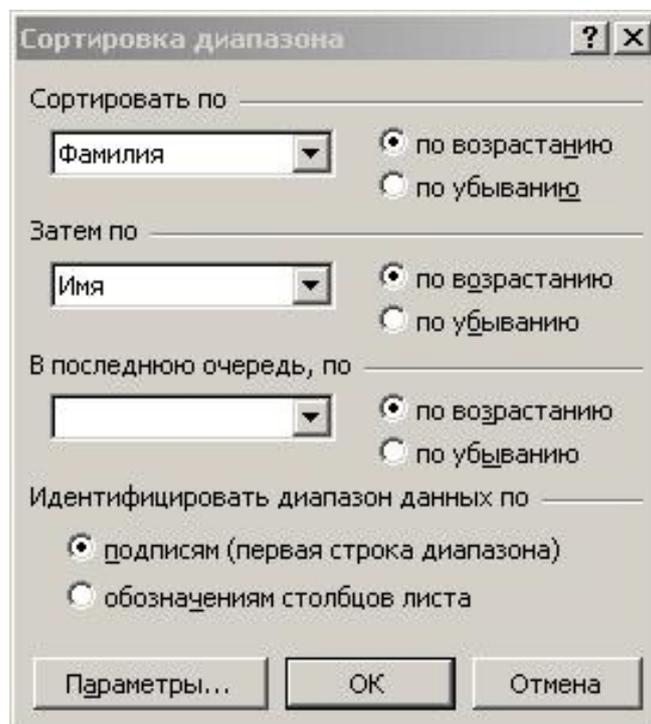


Рис. 16

Excel выделит диапазон **A2:G10**. По умолчанию в диалоговом окне **Сортировка диапазона** выбран переключатель "Идентифицировать поля по подписям" (первая строка диапазона). В этом режиме Excel считает, что первая строка содержит заголовки столбцов и ее не следует включать в диапазон для сортировки. Если над выбранным диапазоном расположены другие строки с данными, Excel не будет делать такого предположения.

Поскольку вы начали с выбора ячейки в столбце фамилий, раскрывающийся список **Сортировать по** уже должен содержать название столбца **Фамилия**. Это значит, что именно этот столбец будет использоваться для сортировки списка, в котором перечислены все заголовки столбцов, расположенные в верхней строке. Если заголовки столбцов не заданы, список будет содержать стандартные подписи столбцов.

3. Выберите переключатель **По возрастанию** группы параметров **Сортировать по**. Теперь сортировка будет выполняться в алфавитном порядке от **А** до **Я**.

4. В списке *Затем по* выберите название столбца **Имя** и переключатель **По возрастанию**.

5. Чтобы выполнить сортировку, щелкните на **ОК**. Процесс сортировки может быть слишком быстрым, чтобы его заметить.

На рис. 17 приведен полученный в результате сортировки рабочий лист. Поскольку при задании сортировки определен второй столбец, то две строки с одинаковыми фамилиями отсортированы по именам.

	А	В	С	Д	Е	F	G	Н
1	Фамилия	Имя	Адрес	Город	Область	Код	Возраст	
2	Иванов	Иван	Московская, 4	Вологда	Вологодская	87201	43	
3	Кузнецов	Кузьма	Цветочная, 12	Мытищи	Московская	82033	36	
4	Купцов	Дмитрий	Виноградная, 43	Сокол	Вологодская	82033	19	
5	Лесов	Никита	Сосновая, 80	Москва	Московская	82027	36	
6	Ненашев	Сергей	Хвойная, 34	Владимир	Владимирская	94022	32	
7	Петров	Иван	Садовая, 1	Москва	Московская	96802	32	
8	Сидоров	Петр	Ореховая, 45	Москва	Московская	94025	22	
9	Сретов	Евгений	Грушовая, 6	Вологда	Вологодская	96083	27	
10	Шаповалов	Владимир	Липецкая, 3	Москва	Московская	96803	59	
11								

Рис. 17

1.3.4. Сортировка с помощью панели инструментов

Процедуру сортировки диапазона можно инициировать, щелкнув по кнопке **Сортировка по возрастанию**  или **Сортировка по убыванию**  стандартной панели инструментов. Однако Сортировка при помощи панели инструментов выполняется так быстро, что можно не заметить выделения некорректного диапазона.

Например, выделенный для сортировки диапазон может содержать несколько смежных столбцов, которые Excel автоматически включит в сортируемый диапазон. Это может привести к нежелательным результатам, поэтому не следует полагаться в выделении диапазона на Excel.

Сортировка с помощью кнопок панели инструментов осуществляется следующим образом.

–Выделите ячейку (в диапазоне, который предполагается отсортировать) в том столбце, который будет определять порядок сортировки. Задать второй и третий критерии для сортировки выделением ячейки нельзя.

–Щелкните на кнопке **Сортировка по возрастанию**, чтобы отсортировать диапазон в алфавитном порядке **от А до Я**, или щелкните на кнопке **Сортировка по убыванию**, чтобы отсортировать диапазон в обратном порядке, **от Я до А**.

Кнопками сортировки удобно пользоваться в случаях, когда необходимо сортировать диапазон различными способами, например, по возрасту, по званию области или фамилии. Просто выделите ячейку в нужном столбце и щелкните по соответствующей кнопке.

Предупреждение

Вы не сможете использовать для сортировки кнопки панели инструментов, если ваш диапазон содержит какие-либо слитые ячейки.

1.3.5. Фильтрация списка по заданному критерию

Вы можете отфильтровать список, чтобы в нем отображались только нужные в данный момент строки. Например, можно вывести только те строки, у которых значение в столбце Порода равно Осина, или те, для которых значение в столбце Возраст больше 80 и меньше 100. Для этого используется команда **Данные\Фильтр**.

В нашем примере мы отфильтруем список адресов (см. рис. 18) таким образом, что все строки будут скрыты, за исключением тех, которые содержат Осина в столбце Порода. Сделайте следующее.

1. Выберите произвольную ячейку списка. Средство **Автофильтр** предполагает, что первая строка диапазона содержит заголовки столбцов, и будет игнорировать ее в процессе фильтрации. Кроме того, Excel позволяет фильтровать одновременно не более чем один список на рабочем листе.

2. Выберите команду **Данные\Фильтр\Автофильтр**, чтобы включить средство **Автофильтр** для этого списка. В заголовках всех столбцов появится кнопка раскрытия списка.

3. Щелкните на кнопке в заголовке столбца Порода (ячейка **A1**), чтобы открыть список со всеми уникальными значениями этого столбца. На рис. 18 показано состояние рабочего листа на данный момент. Теперь следует вы-

брать из списка значение, которое средство **Автофильтр** будет использовать при фильтрации.

4. Из списка **Автофильтр** для столбца Порода выберите значение Осина. В результате список будет мгновенно отфильтрован (рис. 19).

E1		fx Категория состояния				
	A	B	C	D	E	F
1	Порода	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет	Категория состояния	Декоративность
Сортировка по возрастанию			6	50	2	2
Сортировка по убыванию			2	30	1	2
(Все)			4	60	1	2
(Первые 10...)			6	40	1	1
(Условие...)			10	60	1	2
Береза			2	30	1	1
Дуб						
Ель						
Лп						
Осина						
7	Береза	22	24	60	1	2
8	Береза	22	24	60	1	2

Рис. 18

E1		fx Категория состояния				
	A	B	C	D	E	F
1	Порода	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет	Категория состояния	Декоративность
2	Осина	22	16	50	2	2
6	Осина	23	20	60	1	2
11	Осина	20	12	30	3	3
13	Осина	24	24	40	1	2
20	Осина	22	20	50	1	2
21	Осина	23	20	60	3	3
28	Осина	21	20	60	3	3
34	Осина	5	16		3	3
41	Осина	24	28	50	3	3

Рис. 19

Все строки, которые не содержат заданного критерия, будут скрыты, как если бы вы выбрали команду **Формат\Строка\Скрыть**. Теперь можно

работать только с необходимыми вам строками, к примеру, теперь очень легко можно построить «График высот» по породе Осина, или рассчитать частную полноту или запас по Осине и.т.д.

После фильтрации общее количество строк в списке выводится, синим цветом, напоминая о выполненной операции. Изображение стрелки вниз на кнопке списка **Автофильтр** также будет иметь синий цвет для всех столбцов, которым назначен критерий фильтрации.

Фильтрацию можно отменить двумя способами.

- Щелкните на пункте **Все** в раскрывающемся списке **Автофильтр**.
- Выберите команду **Данные\Фильтр\Автофильтр**.

Если из списка **Автофильтр** выбрать пункт **Условие**, можно создать специальный **Автофильтр** с более гибкими возможностями. Например, можно отфильтровать список по столбцу **Возраст** и вывести только те строки, для которых значение в этом столбце больше 50 и меньше 70.

Чтобы сузить границы поиска, список можно отфильтровать по нескольким столбцам. По мере задания новых критериев сравнения список будет становиться все меньше и меньше, поскольку все меньше и меньше строк сможет "просочиться" через фильтр.

Для добавления второго фильтра к одному из предыдущих примеров выполните следующие действия.

1. Щелкните на стрелке рядом с заголовком **Возраст** в ячейке G1.
2. Выберите из этого списка пункт **Условие** для открытия диалогового окна Пользовательский автофильтр, показанного ниже.

Диалоговое окно **Пользовательский автофильтр** имеет два поля, в которых следует задать критерии сравнения для фильтра. Каждое поле, в свою очередь, состоит из раскрывающегося списка логических операторов и поля для ввода сравниваемого элемента (рис. 20).

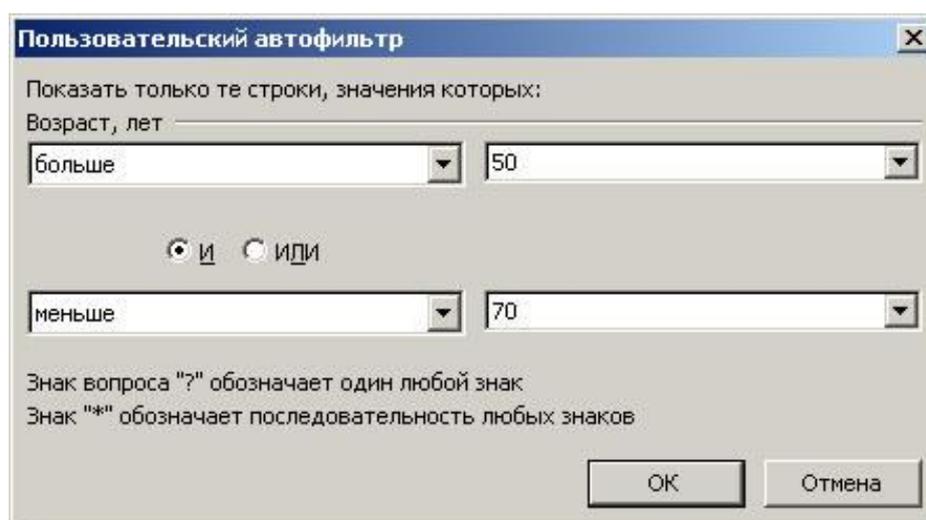


Рис. 20

3. В первом раскрывающемся списке выберите пункт **больше**
4. В расположенное рядом поле введите 50. В результате отфильтруются только те строки, у которых значение в ячейке больше 50. Если столбец уже содержит значение, которое может служить в качестве критерия сравнения, выберите его из списка.
5. Щелкните на кнопке **И**, чтобы второй фильтр использовался в конъюнкции с первым.
6. Во втором раскрывающемся списке выберите пункт **меньше**.
7. В расположенное справа поле введите 70.
8. Щелкните на **ОК** и закройте диалоговое окно.

Теперь список отфильтрован в еще большей степени и должен выглядеть так, как показано на рис. 21.

E1		& Категория состояния				
	A	B	C	D	E	F
1	Порода	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет	Категория состояния	Декоративность
6	Осина	23	20	60	1	2
21	Осина	23	20	60	3	3
28	Осина	21	20	60	3	3
101	Осина	18	20	60	1	2
116						

Рис. 21

С помощью логических операторов, **Начинается с** и **Заканчивается** на можно задавать критерии фильтрации на основе символов, которыми начинается и заканчивается содержимое ячейки.

Другим способом фильтрации списка является выбор для числового столбца пунктов **Первые 10** из раскрывающегося списка **Автофильтр** (этот способ неприменим для текстовых столбцов). Такая функциональная возможность предназначена для работы исключительно с числовыми столбцами.

1.4. Введение в систему Statistica

Statistica – это интегрированная система анализа и управления данными. Statistica – это инструмент разработки пользовательских приложений в бизнесе, экономике, финансах, промышленности, медицине, страховании и других областях. Statistica легка в освоении и использовании.

Все аналитические инструменты, имеющиеся в системе, доступны пользователю. Пользователь может всесторонне автоматизировать свою работу, вплоть до интеграции системы с другими приложениями или Интернетом. Технология автоматизации позволяет даже неопытному пользователю настроить систему на свой проект.

Процедуры системы Statistica имеют высокую скорость и точность вычислений. Гибкая и мощная технология доступа к данным позволяет эффективно работать как с таблицами данных на локальном диске, так и с удаленными хранилищами данных.

Система Statistica обладает следующими общепризнанными достоинствами:

- содержит полный набор классических методов анализа данных: от основных методов статистики до продвинутых методов, что позволяет гибко организовать анализ;
- является средством построения приложений в конкретных областях;
- отвечает всем стандартам Windows, что позволяет сделать анализ высокоинтерактивным;
- система может быть интегрирована в Интернет;
- поддерживает web-форматы: HTML, JPEG, PNG;
- легка в освоении, и как показывает опыт, пользователи из всех областей применения быстро осваивают систему;
- данные системы Statistica легко конвертировать в различные базы данных и электронные таблицы, в т.ч. в MS Excel;
- поддерживает высококачественную графику, позволяющую эффективно визуализировать данные и проводить графический анализ;
- является открытой системой: содержит языки программирования, которые позволяют расширять систему, запускать ее из других Windows-приложений, например, из Excel.

В настоящем пособии рассматривается работа с системой Statistica версии 6.0 – наиболее современной на сегодняшний день. Однако эти методические указания вполне успешно может быть использовано и с ее более ранними версиями.

1.4.1. Настройка системы Statistica

В системе предусмотрена возможность настройки множества характеристик и интерфейса программы в соответствии с предпочтениями пользователя. Можно изменить, например, процесс запуска, а именно – отменить установленный по умолчанию полноэкранный режим, изменить вид стартовой панели, панели инструментов, таблиц с данными и другие параметры.

Настройку общих параметров системы можно изменить в любой момент работы с программой. Эти параметры определяют:

- общие аспекты поведения программы (максимизация окна Statistica при запуске, Рабочие книги, инструмент “Перетащить и отпустить” – Drag-and-Drop, автоматические связи между графиками и данными, многозадачный режим и т. д.);
- режим вывода (например, автоматическая распечатка таблиц или графиков, форматы отчетов, буферизация и т. д.);
- общий вид окна приложения (значки, панели инструментов и т. д.);
- вид окон документов (цвета, шрифты).

Все общие параметры могут быть настроены независимо от типа окна документа (например, таблица или график), которое активно в данный момент.

При работе с системой Statistica имеется возможность настройки пользовательского интерфейса программы таким образом, чтобы он стал более “продуманным” с точки зрения потребностей конкретного пользователя.

Разные пользователи могут выбирать для системы настройки. В зависимости от требований задачи и личных предпочтений (а также эстетических соображений) можно использовать разнообразные “режимы” и условия работы программы.

Каждый из этих параметров можно настроить в соответствующем окне, доступ к которому осуществляется через меню Tools, подменю Customize и Option.

1.4.2. Элементарные понятия анализа данных

Здесь мы попытаемся предложить краткое обсуждение элементарных статистических понятий, лежащих в основе процедур в любой области статистического анализа данных. Выбранные нами темы иллюстрируют основные допущения, принимаемые в большинстве статистических методов для описания численной “природы действительности”, а изложение ведется на языке, доступном для широкого круга читателей.

Мы начнем с самых простых, интуитивно ясных понятий и рассмотрим связи между ними, фактически представим описание языка, на котором говорят при проведении анализа данных.

Переменная (английский термин *variable*) – это то, что можно измерять, контролировать или чем можно манипулировать в исследованиях. Иными словами, переменная – это то, что варьируется, изменяется, а не является постоянным (от английского корня *var*).

Например, измеряя кислотность почвы в течение некоторого периода времени или число проросших семян, вы получаете различные значения у разных объектов исследования или одни и те же значения для одного и того же объекта в разное время. Измеряя уровень осадков, получаете различные значения в разные дни недели, а также различные значения в одни и те же дни в разных точках географической карты.

Другие примеры переменных из разных областей: анкетные данные, систолическое давление пациентов, количество лейкоцитов в крови, цена акций, товаров, услуг, потребление, инвестиции, доход, государственные закупки товаров и услуг, инструмент государственного регулирования (в экономике); рейтинг программ, доля зрителей, количество посещений сайта (в рекламе); скорость, температура, объем, масса в (физике) и т. д.

Очевидно, что это очень разные по своим свойствам переменные, и поэтому можно сказать, что переменные отличаются характеристиками, в частности, той ролью, которую они играют в исследованиях, типом измерений и т. д.

1.4.3. Простейшие описательные статистики

Так как значения переменных не постоянны, нужно научиться описывать их изменения.

Для этого придуманы описательные или дескриптивные статистики: минимум, максимум, среднее, дисперсия, стандартное отклонение, медиана, квартили, мода и т. д.

Идея этих статистик очень проста: вместо того чтобы рассматривать все значения переменной, а их может быть очень много (тысячи и миллионы), вначале стоит просмотреть описательные статистики. Они дают общее представление о значениях, которые принимает переменная.

Так как программа Statistica имеет англоязычный интерфейс, мы будем приводить термины сначала на русском языке, а в скобках указывать их английское написание

Минимум и **максимум** (*minimum & maximum values*) – это минимальное и максимальное значения переменной.

Среднее (*mean*) – сумма значений переменной, деленная на n (число значений переменной). Выборочное среднее обычно обозначается \bar{X} и читается “X с чертой”.

Формально имеет следующее выражение:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Выборочное среднее является той точкой, сумма отклонений наблюдений от которой равна 0. Выборочное среднее – единственная точка, которая обладает данным свойством, и это выделяет ее среди всех других. Формально это записывается следующим образом:

$$\sum_{i=1}^N (\bar{X} - X_i) = 0$$

Среднее обладает рядом замечательных свойств. Однако эта оценка чувствительна к выбросам, которые вносят в нее сдвиг. Чтобы избежать сдвига, иногда используют взвешенное среднее (каждому значению переменной приписывают определенный вес в соответствии с его важностью, а затем для взвешенных наблюдений вычисляется обычное среднее).

Кроме того, выборочное среднее обладает еще одним замечательным свойством: Сумма квадратов расстояний между наблюдаемыми значениями и их средним арифметическим является минимальным. Если вместо среднего арифметического взять величину, то сумма квадратов расстояний между наблюдаемыми значениями и этой величиной будет только больше, но никак не меньше.

Дисперсия (*variance*) и **стандартное отклонение** (*standard deviation*) – наиболее часто используемые меры изменчивости переменной.

Дисперсия меняется от нуля до бесконечности. Крайнее значение 0 означает отсутствие изменчивости, когда значения переменной постоянны. Выборочная дисперсия переменной X (термин впервые введен Фишером, в 1918 г.) вычисляется по формуле

$$\tilde{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

Обратите внимание, что коэффициент в данной формуле равен $n - 1$, такая оценка дисперсии является несмещенной (математическое ожидание

несмещенной оценки равно в точности значению оцениваемого параметра).

Стандартное отклонение (син. *среднеквадратическое отклонение*) вычисляется как корень квадратный из дисперсии. Чем выше дисперсия или стандартное отклонение, тем сильнее разбросаны значения переменной относительно среднего. Часто стандартное отклонение – более удобная характеристика, так как измерена в тех же единицах, что исходная величина. Стандартное отклонение равно корню квадратному из выборочной дисперсии.

Формально имеем:

$$\tilde{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Медиана (*median*) разбивает выборку на две равные части (термин был впервые введен Гальтоном в 1882 г.). Половина значений переменной лежит ниже медианы, половина – выше. Медиана дает общее представление о том, где сосредоточены значения переменной, иными словами, где находится ее центр. В некоторых случаях, например, при описании доходов населения, медиана более удобна, чем среднее.

Наблюдения упорядочиваются по возрастанию: $X_1 < X_2 < \dots < X_n$. Полученная последовательность X_i называется вариационным рядом, а ее элементы – порядковыми статистиками.

Медиана обладает следующим замечательным свойством: сумма абсолютных расстояний между точками выборки и медианой минимальна.

Медиана является средней точкой вариационного ряда, поэтому она не так чувствительна к выбросам. В официальной статистике США именно медиана используется в качестве оценки центральной точки доходов населения.

Если медиана меньше среднего, то распределение сдвинуто вправо. Если медиана больше среднего, то распределение сдвинуто влево.

Если распределение несимметрично (сдвинуто влево или вправо), то медиана и межквартильный размах могут дать больше информации о том, в какой области концентрируются наблюдения.

Среднее и медиана оценивают положение центра выборки, вокруг которого группируются значения переменной.

Квартили (*quartile*) представляют собой значения, которые делят две половины выборки (разбитые медианой) еще раз пополам (термин впервые использовал Гальтон в 1882 г.). Таким образом, медиана и квартили делят диапазон значений переменной на четыре равные части. Различают верхнюю квартиль, которая больше медианы и делит пополам верхнюю

часть выборки (значения переменной больше медианы), и нижнюю квартиль, которая меньше медианы и делит пополам нижнюю часть выборки. Нижнюю квартиль часто обозначают символом 25%, это означает, что 25% значений переменной меньше нижней квартили. Верхнюю квартиль часто обозначают символом 75%, это означает, что 75% значений переменной меньше верхней квартили.

Нижняя и верхняя квартили, от слова кварта – четверть, равны соответственно 25-й и 75-й процентилям распределения. 25-я квартиль переменной – это значение, ниже которого располагаются 25% значений переменной. Аналогично, 75-я квартиль равна значению, ниже которого расположено 75% значений переменной.

Итак, 3 точки – нижняя квартиль, медиана и верхняя квартиль – делят выборку на 4 равные части. $\frac{1}{4}$ наблюдений лежит между минимальным значением и нижней квартилью, $\frac{1}{4}$ – между нижней квартилью и медианой, $\frac{1}{4}$ – между медианой и верхней квартилью, $\frac{1}{4}$ – между верхней квартилью и максимальным значением выборки.

Квартальный размах (*quartile range*). Квартальный размах переменных (термин был впервые использован Галтоном в 1882 г.) равен разности значений 75-й процентиля и 25-й процентиля. Таким образом, это интервал, содержащий медиану, в который попадает 50% наблюдений.

Квантиль (*quartiles*) выборки представляет собой число x_p , ниже которого находится p -я часть выборки (термин был впервые использован Кендаллом в 1940 г.).

Например, квантиль 0,25 для некоторой переменной – это такое значение (x_p), ниже которого находится 25% значений переменной.

Аналогично квантиль 0,75 – это такое значение, ниже которого попадают 75% значений выборки.

Мода (*Mode*) представляет собой максимально часто встречающееся значение переменной (иными словами, наиболее “модное” значение переменной), например, популярная передача на телевидении, модный цвет платья или марка автомобиля и т. д. Термин мода был впервые введен Пирсоном в 1894 г. Мода хорошо описывает, например, типичную реакцию водителей на сигнал светофора о прекращении движения. Классический пример использования моды – выбор размера выпускаемой партии обуви или цвета обоев. Если распределение имеет несколько мод, то говорят, что оно мультимодально или многомодально (его график имеет два или более “пика”).

Мультимодальность распределения дает важную информацию о природе исследуемой переменной. Например, в социологических опросах, если переменная представляет собой предпочтение или отношение к чему-то, то мультимодальность может означать, что существуют несколько определенно различных мнений. Мультимодальность также служит индикатором

тором того, что выборка не является однородной и наблюдения, возможно, порождены двумя или более “наложенными” распределениями.

Асимметрия. Асимметрия, или коэффициент асимметрии (термин введен Пирсоном в 1895 г.), является мерой несимметричности распределения. Если этот коэффициент значительно отличается от 0, распределение является асимметричным (несимметричным). Формально имеем:

$$g_1 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{\frac{3}{2}}}$$

Эксцесс. Эксцесс, или коэффициент эксцесса (термин впервые введен Пирсоном в 1905 г.) измеряет остроту пика распределения. Оценка эксцесса, или выборочный эксцесс, вычисляется по формуле:

$$b_2 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^2} - 3,$$

$$\text{где } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i.$$

Асимметрия и эксцесс полезны для проверки нормальности данных. Нормальное распределение симметрично, следовательно, коэффициент асимметрии равен 0. Эксцесс нормального распределения также равен 0, поэтому по отклонениям выборочного эксцесса и асимметрии от 0 можно судить о близости распределения наблюдаемой переменной к нормальному. Распределение с более острой вершиной, чем нормальное, имеет положительный эксцесс, а с более закругленной – отрицательный.

1.4.4. Шкалы измерений

Переменные различаются тем, “насколько хорошо” они могут быть измерены, или, другими словами, как много измеряемой информации обеспечивает шкала их измерений, поскольку в каждом измерении присутствует некоторая ошибка, определяющая границы “количества информации”, которую можно получить в данном измерении.

Другим фактором, определяющим количество информации, содержащейся в переменной, конечно, является тип шкалы, в которой проведено измерение. Вы можете считать, что шкала – это просто линейка: очень грубая, менее грубая, точная.

Обычно используют следующие типы шкал измерений:

- a) номинальная,
- b) порядковая (ординальная),
- c) интервальная,
- d) относительная (шкала отношения).

Соответственно имеются четыре типа переменных:

- a) номинальная,
- b) порядковая (ординальная),
- c) интервальная,
- d) относительная.

Номинальные переменные используются только для качественной классификации. Это означает, что данные переменные могут быть измерены только в терминах принадлежности к некоторым существенно различным классам, при этом вы не сможете определить количество или упорядочить эти классы. Типичными примерами номинальных переменных являются древесная порода (сосна-ель), тип почвы (чернозем, подзолистая, серая лесная), признак (болен – здоров) и т. д. Часто номинальные переменные называются категориальными. Близкими к ним являются категоризованные переменные, то есть переменные, искусственно превращенные в категориальные.

Порядковые переменные позволяют ранжировать (упорядочить) объекты, если указано, какие из них в большей или меньшей степени обладают качеством, выраженным данной переменной. Однако они не позволяют определить «на сколько больше» или «на сколько меньше» данного качества содержится в переменной.

Порядковые переменные иногда также называют ординальными. Типичный пример – класс бонитета насаждения. Мы понимаем, что насаждения I класса бонитета превосходят насаждения II класса бонитета, однако сказать, что разница между ними равна, допустим, 18%, мы не можем. Само расположение шкал в порядке возрастания их информативности – номинальная, порядковая, интервальная – является хорошим примером порядковой переменной. Например, можно сказать, что измерения в номи-

нальной шкале предоставляют меньше информации, чем в порядковой шкале, а в порядковой – меньше, чем в интервальной. Однако невозможно придать термину “меньше” точный количественный смысл или сравнить между собой эти различия.

Другой пример порядковой переменной – это градации влажности почвы при определении её на ощупь: сухая, свежая, влажная, сырая, текущая.

Категориальные и порядковые переменные особенно часто используют при анкетировании, так как естественно отражают характер мышления человека. Например, измерение интенсивности посещения кинотеатров можно проводить в следующей шкале: не посещаю, посещаю редко, посещаю, посещаю часто.

Как легко понять, категориальные и порядковые шкалы часто используются для описания качественных признаков.

Интервальные переменные позволяют не только упорядочивать объекты измерения, но и численно выражать и сравнивать различия между ними.

Такого рода переменные часто возникают в естественных науках, при снятии показателей с различных приборов. Например, температура, измеренная в градусах по Фаренгейту или Цельсию, образует интервальную шкалу. Вы можете не только сказать, что температура 40 градусов выше, чем температура 30 градусов, но и то, что увеличение температуры с 20 до 40 градусов вдвое больше увеличения температуры от 30 до 40 градусов. Другой пример интервальной переменной – величина рН почвенного раствора.

Относительные переменные очень похожи на интервальные переменные. В дополнение ко всем свойствам переменных, измеренных в интервальной шкале, их характерной чертой является наличие определенной точки абсолютного нуля, таким образом, для этих переменных являются обоснованными утверждения типа: x в два раза больше, чем y . Например, температура по Кельвину образует шкалу отношения, и вы можете не только утверждать, что температура 200 градусов выше, чем 100 градусов, но и то, что она вдвое выше. Интервальные шкалы (например, шкала Цельсия) не обладают данным свойством шкалы отношения. Однако в большинстве статистических процедур не делается тонкого различия между свойствами интервальных шкал и шкал отношения. Заметим, что всегда можно перейти от более богатой шкалы к менее богатой. Так, непрерывные переменные можно искусственно превратить в категориальные, то есть категоризовать.

Например, непрерывная переменная “рост человека в сантиметрах” может быть превращена в порядковую переменную с градациями: низкий, средний, высокий или очень низкий; низкий, средний, высокий, очень высокий; для размера одежды используют следующую порядковую шкалу: S,

M, L, XL, XXL, XXXL, XXXXL и т. д. Или в зависимости от соотношения в гранулометрическом составе физического песка и физической глины можно выделить песок (рыхлый и связный), супесь, суглинок (лёгкий, средний, тяжелый), глину.

Категоризованные данные часто представляют в виде частот наблюдений, попавших в определенные категории или классы. Для описания категориальных переменных полезной оказывается мода.

1.4.5. Исследование связей между наблюдаемыми переменными в сравнении с экспериментальными исследованиями

Большинство эмпирических исследований данных можно отнести к одному из двух типов:

1. Это сбор данных и оценка связей между ними.
2. Прямой эксперимент, в котором фиксируются некоторые воздействия на объект исследования и регистрируется отклик.

В первом случае вы не влияете (или, по крайней мере, пытаетесь не влиять) на какие-либо переменные, а только собираете их значения и хотите найти зависимости (корреляции) между некоторыми измеренными переменными. Типичный пример здесь – измерение запасов насаждений и свойств почв, на которых эти насаждения произрастают, с целью выявления силы и направленности возможных связей.

В экспериментальных исследованиях второго типа вы непосредственно и целенаправленно варьируете некоторые переменные и измеряете воздействия этих изменений на объект. Например, можно изучать изменения текущего прироста древостоя при внесении различных доз удобрений. Анализ данных в экспериментальном исследовании также приходит к вычислению “корреляций” между переменными, а именно между переменными, на которые воздействуют, и теми переменными, на которые влияет воздействие. Тем не менее, экспериментальные данные потенциально снабжают исследователей более качественной информацией.

1.4.6. Основные шаги обработки данных в системе

Статистическая обработка данных в системе Statistica обычно состоит из следующих основных шагов:

- ввод исходных данных в электронную таблицу системы Statistica; предварительные преобразования данных перед непосредственным применением конкретного статистического метода;

- визуализация данных при помощи того или иного типа графиков и/или статистический анализ при помощи некоторого статистического метода;
- подбор модели и задание необходимых параметров в статистических процедурах;
- вывод численных, текстовых и графических результатов, как на рабочее пространство системы, так и в файл с отчетом; анализ результатов.

На основе нескольких простейших примеров статистической обработки мы проиллюстрируем эти основные этапы работы.

1.4.7. Построение линейного регрессионного уравнения

Регрессионный (линейный) анализ — статистический метод исследования зависимости между зависимой переменной y и одной или несколькими независимыми переменными x_1, x_2, \dots, x_i . Независимые переменные иначе называют регрессорами, предикторами или факторами, а зависимые переменные — откликом или критериальными переменными. Терминология зависимых и независимых переменных отражает лишь математическую зависимость переменных, а не причинно-следственные отношения.

На практике регрессии чаще всего определяется в виде линейной функции $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_ix_i$, которая находится с помощью метода наименьших квадратов

Исходные данные. Выборочные значения средней высоты и среднего диаметра из таблиц хода роста для сосновых насаждений I класса бонитета.

Таблица 2

Зависимость продуктивности сосновых насаждений от почвенных свойств

Запас насаждения, м ³	Уровень грунтовых вод, см	Запас гумуса в корнеобитаемом слое, т/га	Запас насаждения, м ³	Уровень грунтовых вод, см	Запас гумуса в корнеобитаемом слое, т/га
326	250,1	45,6	147	115,1	38,6
311	261,8	44,7	123	82,4	6,6
301	267,1	43,8	117	82,1	7,5
273	125,8	43,9	114	80,2	5,6
264	124,3	41,2	78	51,6	2,6
245	125,4	41,1	64	49,2	2,1
172	123,2	40,3	57	47,3	2,0
158	118,3	39,2			

Мы запускаем программу Statistica 6.0, после чего перед нами появляется следующий экран (рис. 22). Ввод данных и различные манипуляции с ними сильно напоминает работу в MS Excel.

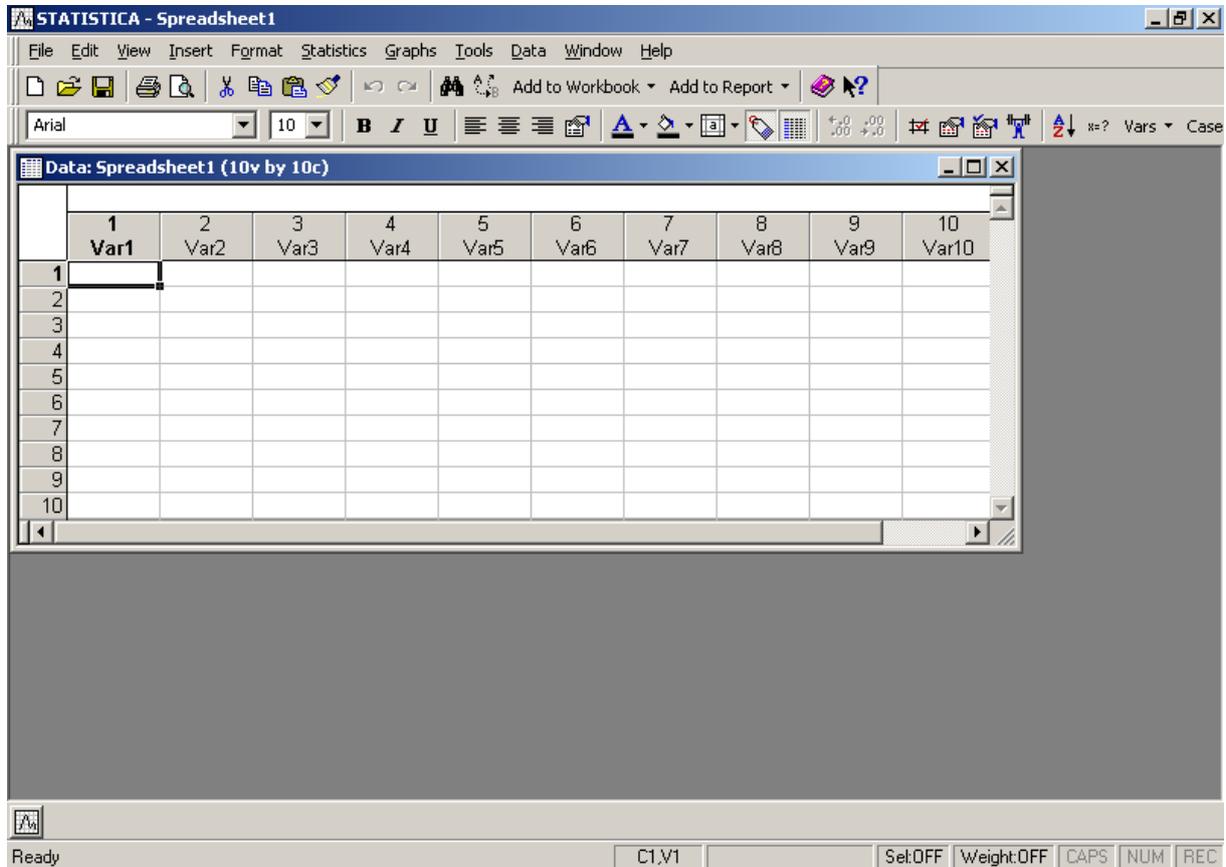


Рис. 22

Вы вводим данные из таблицы 1 в первые три столбца (Var1, Var2, Var3), после чего рабочее окно примет вид как на рис. 23.

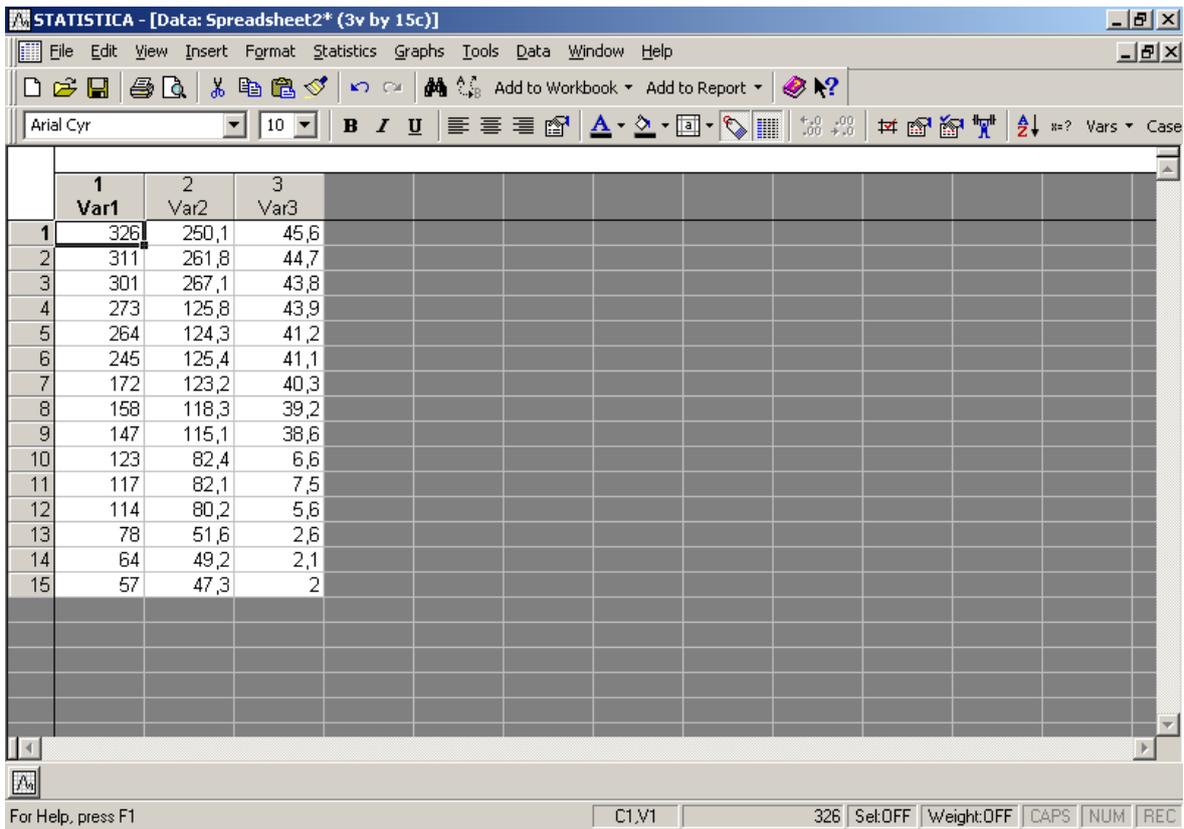


Рис. 23

Выбираем пункт Multiple Regression в Меню Statistics (рис. 24).

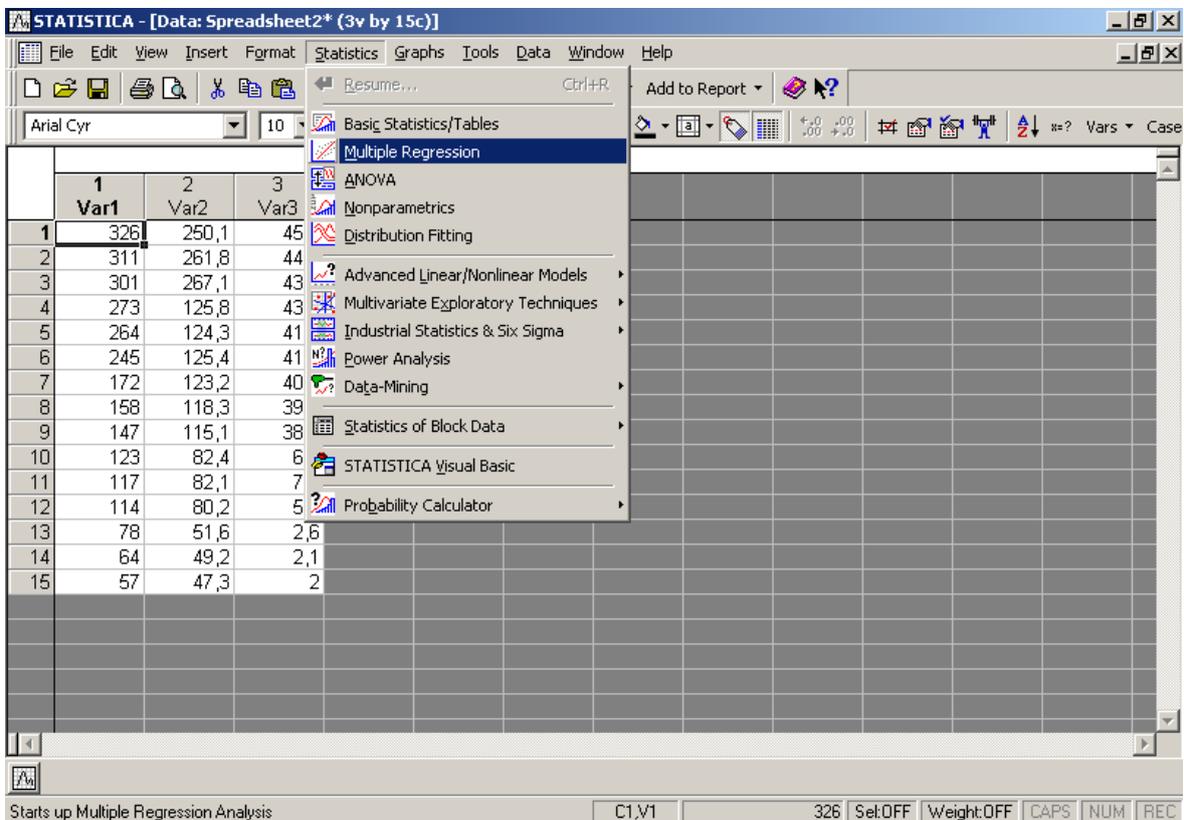


Рис. 24

В появившемся окне нажимаем кнопку  Variables и в следующем окне выбираем *Зависимую переменную* (Dependent var.) и две *Независимых переменных* (Independent variable list) как показано на рис. 25. В качестве зависимой переменной мы используем “Запас насаждения” (столбец Var1), а в качестве двух независимых переменных мы используем “Уровень грунтовых вод” и “Запас гумуса в корнеобитаемом слое” (столбцы Var2 и Var3 соответственно).

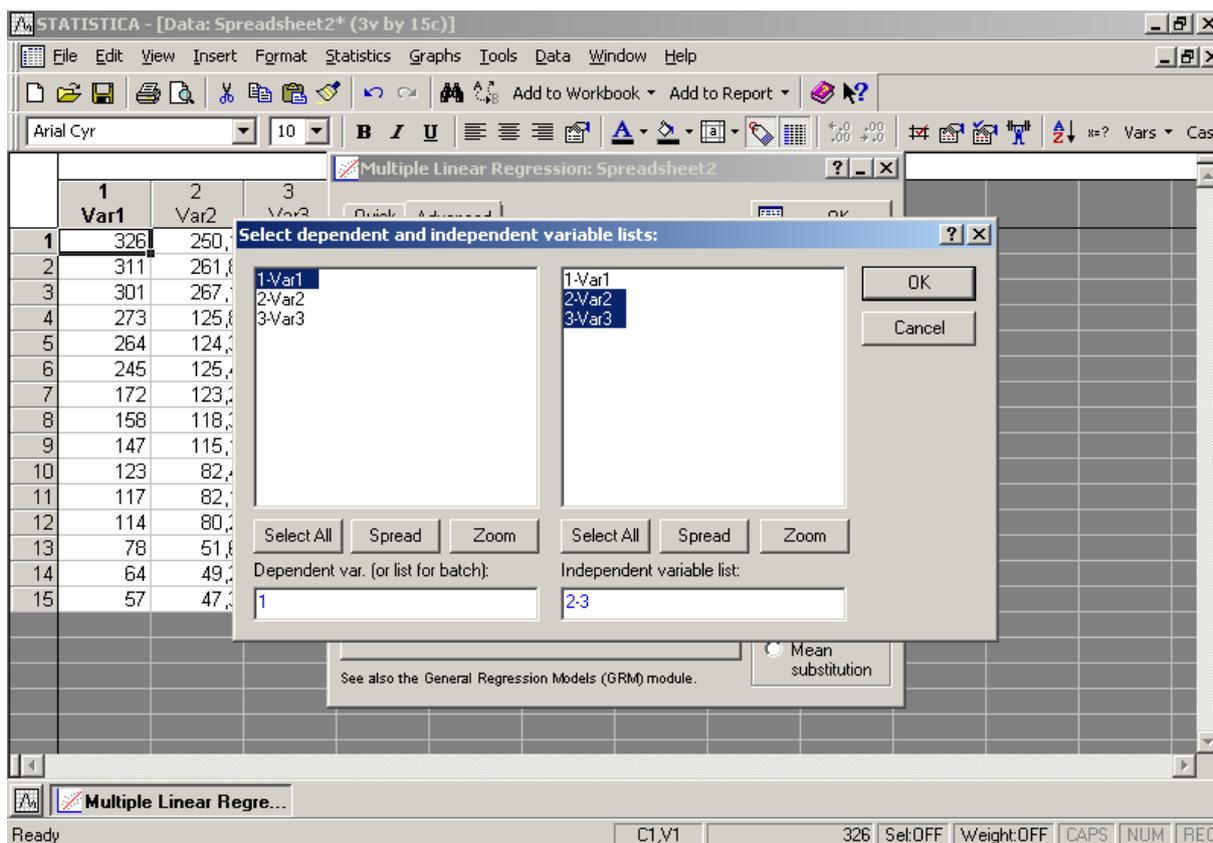


Рис. 25

После чего подтверждаем свой выбор нажатием кнопки  ОК в правой части окна. Мы возвращаемся к предыдущему окну, вновь нажимаем кнопку  ОК.

Перед нами возникают предварительные результаты вычислений (рис. 26). Красным цветом подсвечиваются коэффициенты, достоверные на уровне значимости Alpha, который можно вручную изменить. По умолчанию Alpha = 0,05.

Обращаем ваше внимание на то, что система Statistica опускает целую часть десятичных дробей, если целая часть равна нулю. Поэтому значение “R = ,94135571” следует понимать как “R = 0,4135571”.

Далее, мы можем перейти к более подробному анализу, нажав кнопку  ОК, или ограничиться упрощенным представлением результатов, для чего следует нажать на кнопку  Summary: Regression results (рис. 27).

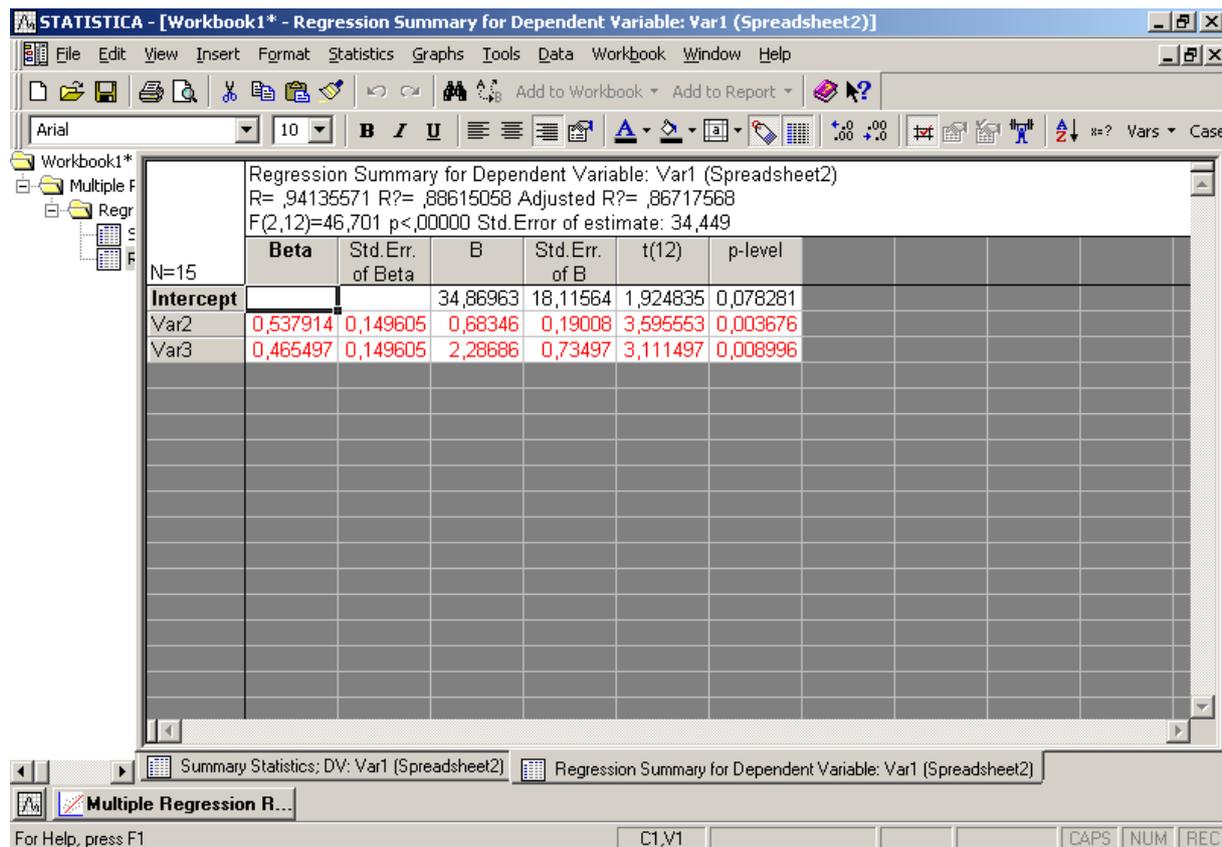


Рис. 27

Для нас наибольший интерес представляют результаты, приведенные в третьем слева столбце B, которые представляют собой коэффициенты нашего линейного регрессионного уравнения, которое имеет следующий вид:

$$\text{Var1} = 34,86963 + \text{Var2} * 0,68346 + \text{Var3} * 2,28686; R^2 = 0,88615058$$

Таким образом, мы получили следующее регрессионное уравнение связи возраста насаждения со средней высотой и средним диаметром:

$$\text{Запас насаждения} = 34,86963 + \text{Уровень грунтовых вод} * 0,68346 + \text{Запас гумуса} * 2,28686;$$

$$R^2 = 0,88615058$$

Коэффициенты **B** имеют такую же размерность, что и исходные данные и показывают, насколько изменяется переменная *x* при изменении переменной *y* на единицу.

Термином БЕТА (*beta*) в таблице названы стандартизованные коэффициенты, или, коэффициенты частной детерминации (β -коэффициенты). Как видно из уравнения β -коэффициенты – это безразмерные величины. Указанные β -коэффициенты являются коэффициентами, которые были бы получены, если бы мы заранее стандартизовали все переменные, т.е. сделали их среднее равным 0, а стандартное отклонение равным 1. Одно из преимуществ β -коэффициентов (по сравнению с **B**-коэффициентами) заключается в том, что β -коэффициенты позволяют сравнить относительные вклады каждой независимой переменной в предсказание зависимой переменной.

В данном примере сила влияния грунтовых вод составляет примерно 54 %, а влияние запасов гумуса в корнеобитаемом слое составляет 46 %.

При построении регрессионных моделей часто появляется искушение использовать большое количество независимых переменных. Однако, в природе так называемые “независимые” переменные очень часто связаны между собой. Поэтому обязательным условием перед построением регрессионного уравнения является проверка всех независимых переменных на наличие мультиколлинеарности. При наличии мультиколлинеарности снижается точность оценок регрессионных коэффициентов и затрудняется адекватная интерпретация полученной модели. Наиболее простым и эффективным методом проверки на мультиколлинеарность полученных данных является расчёт коэффициентов парной корреляции. Считается, что из двух признаков, имеющих коэффициент парной корреляции по модулю равный 0,85 или больше, один следует исключить.

1.4.8. Расчет основных описательных статистик

Исходные данные. Величины рН солевой вытяжки образцов дерново-подзолистой почвы (табл. 3).

Таблица 3

рН (солевой)

№	рН	№	рН
1	4,1	6	4,0
2	4,4	7	4,9
3	5,2	8	3,6
4	4,3	9	4,8
5	3,9	10	5,0

Вводим эти данные, аналогично предыдущему примеру. Первый столбец вводить необязательно, т.к. в расчетах участвует лишь второй столбец. На этот раз мы рассчитаем основные описательные статистики. Для этого, выберем пункт Basic Statistics/Tables в Меню Statistics (рис. 28).

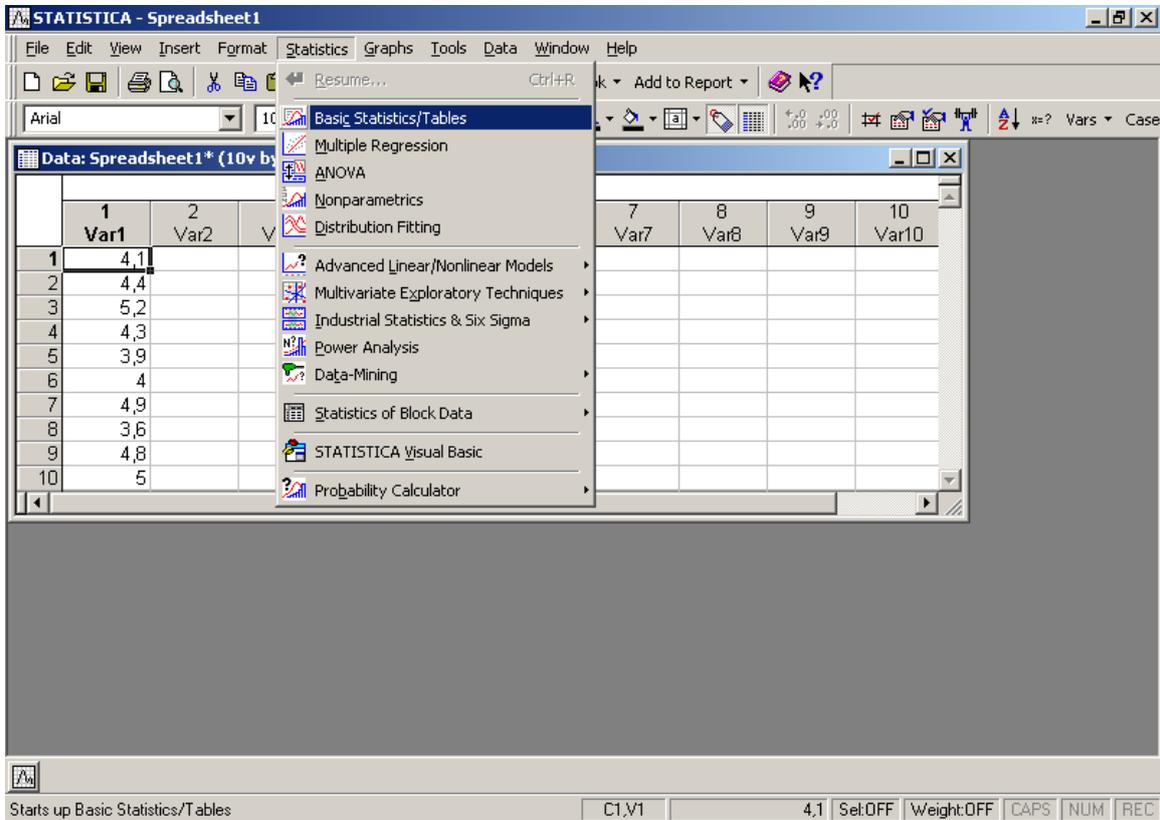


Рис. 28

В появившемся окне выберем  Descriptive statistics и нажмём  ОК (рис. 29).

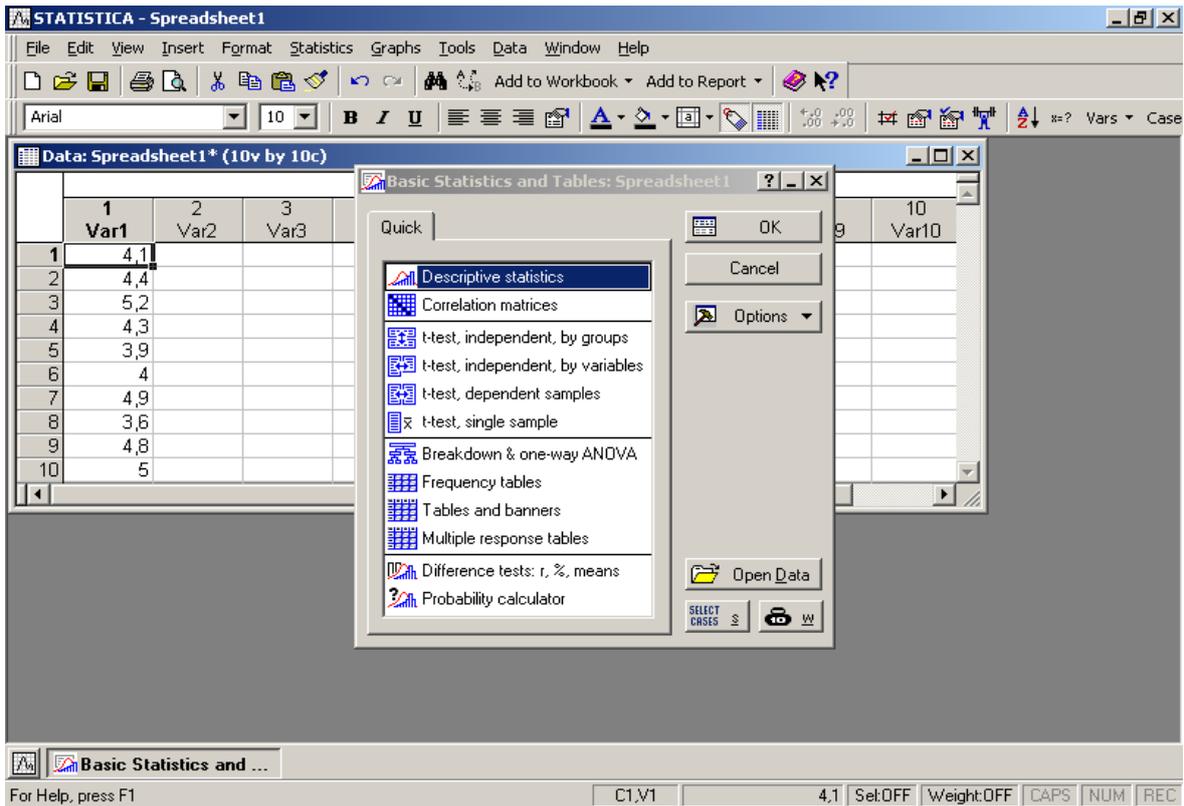


Рис. 29

Выберем переменную Var1, нажав на кнопку  Variables: Variables, как на рис. 30 и подтвердим выбор, нажав  OK.

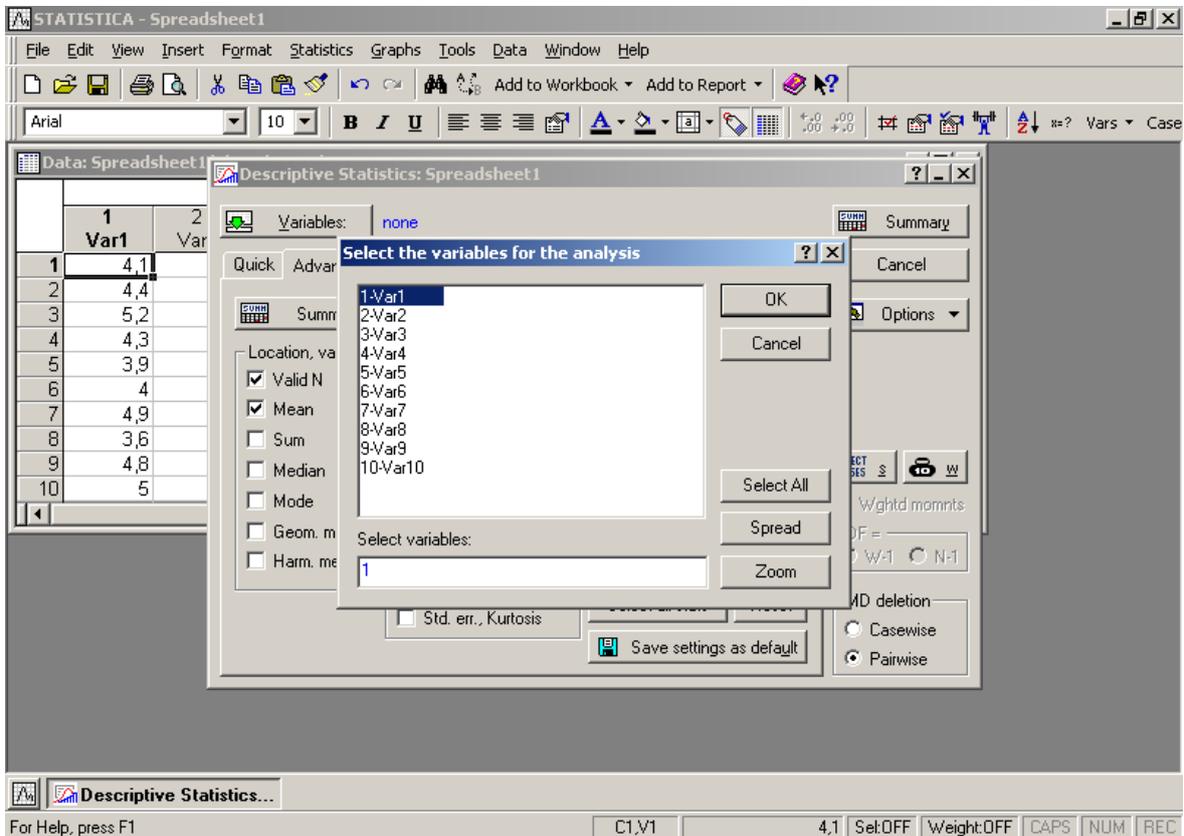


Рис. 30

Перед нами появляется новое окно (рис. 31). Мы переходим на закладку **Advanced** и проставим галочки слева от тех показателей, которые нужно рассчитать.

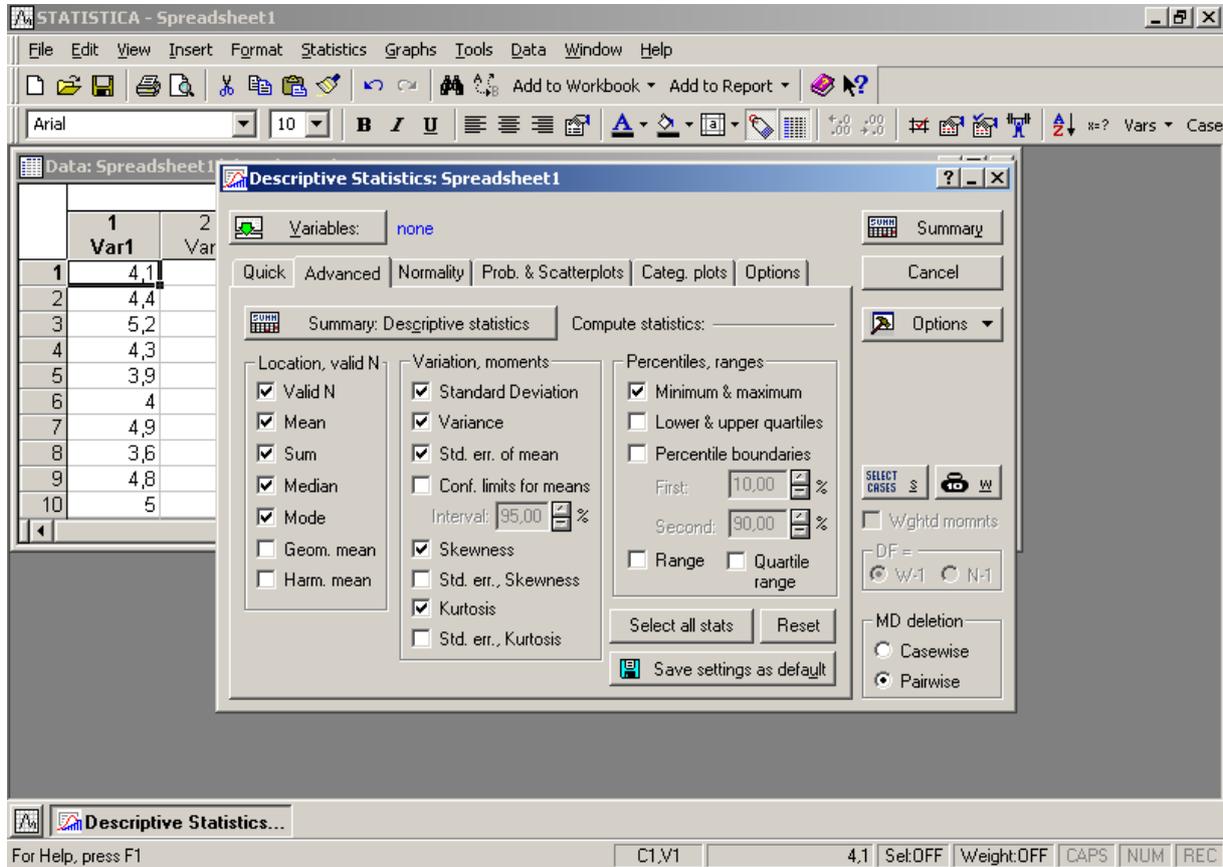


Рис. 31

. В данном примере мы выбрали:

- Valid N – количество значений;
- Mean – среднее арифметическое;
- Median – медиана;
- Mode – мода;
- Frequency of Mode – частота встречаемости моды ;
- Sum – сумма всех значений;
- Minimum – минимальное значение;
- Maximum – минимальное значение;
- Variance – дисперсия;
- Std.Dev. – стандартное (среднеквадратическое) отклонение;
- Standard Error – стандартная ошибка;
- Skewness – асимметрия;
- Kurtosis – эксцесс.

Сделав выбор, мы нажимаем кнопку  Summary и попадаем в окно с результатами расчетов (рис. 32).

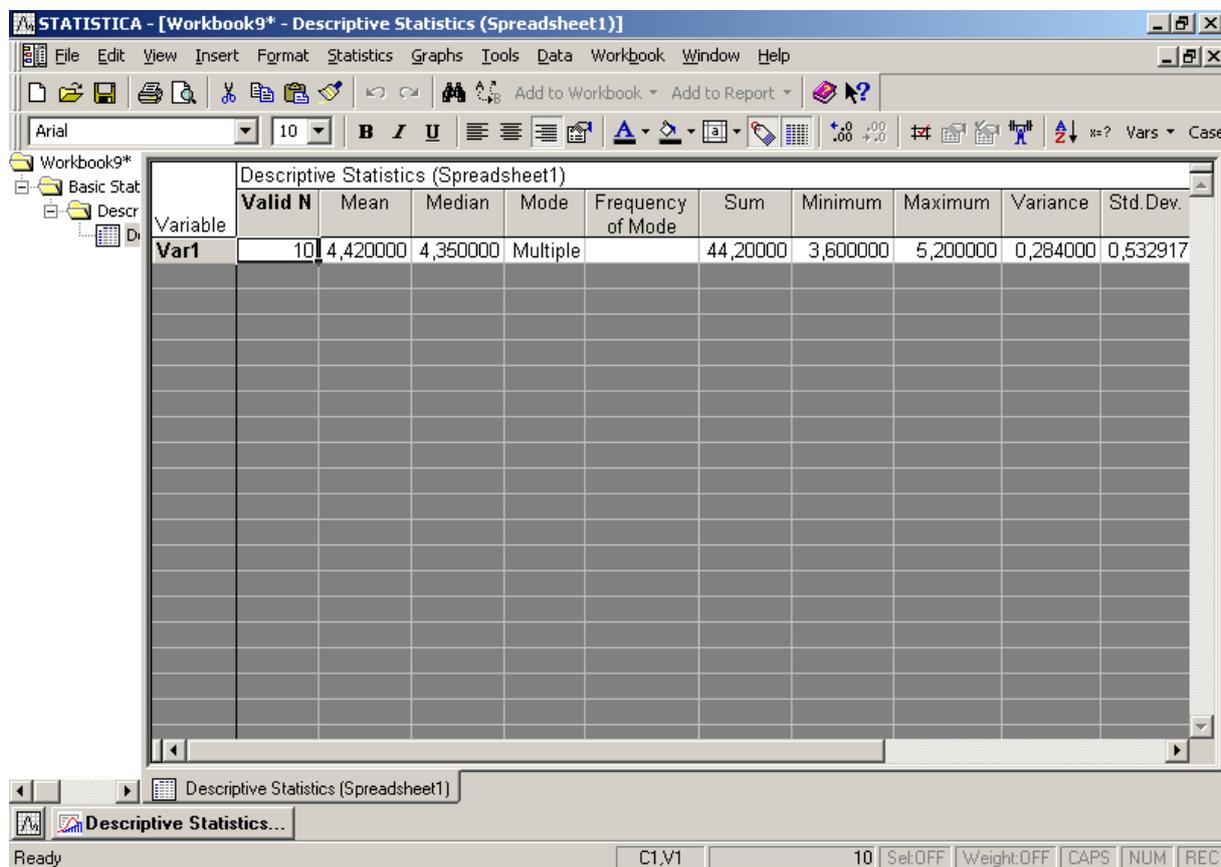


Рис. 32

Поскольку, результатов слишком много и все они не умещаются на экране, мы можем просмотреть их последовательно, передвигая нижний бегунок вправо.

1.4.9. Определение статистической достоверности различий средних двух выборок

В практике исследований по лесной тематике часто мы имеем дело с двумя (или более) выборками, для которых необходимо определить статистическую достоверность различий средних значений. Например, имеется две пробные площади, на которых методом сплошного перечёта измерены диаметры стволов (табл. 4).

Таблица 4

Диаметры деревьев двух пробных площадей

№	Диаметр, см	
	п/п № 1	п/п № 2
1	24,3	14,5
2	24,1	13,2
3	21,2	13,3
4	25,3	11,2
5	17,9	10,8
6	20,1	14,1
7	21,9	15,2
8	23,6	10,1
9	24,8	12,4
10	26,2	14,5

Для определения статистической значимости различий средних может применяться t-критерий Стьюдента. Данный критерий очень часто используется при обнаружении различия между средними значениями двух выборок. Теоретически, t-критерий может применяться, даже если размеры выборок очень небольшие, и если переменные нормально распределены (внутри групп), а дисперсии наблюдений в группах не слишком различаются. Известно, что t-критерий устойчив к отклонениям от нормальности.

Результатом использования t-критерия является p-уровень значимости, равный вероятности ошибочно отвергнуть гипотезу о равенстве средних двух выборок, когда в действительности эта гипотеза имеет место. Иными словами, он равен вероятности ошибки принять гипотезу о неравенстве средних, когда в действительности средние равны.

Вводим данные из таблицы 3 также как и в ранее рассмотренных примерах. Первый столбец можно не вводить. Выбираем пункт Basic Statistics/Tables в Меню Statistics и в появившемся окне выделяем , после чего нажимаем кнопку  ОК (рис. 33).

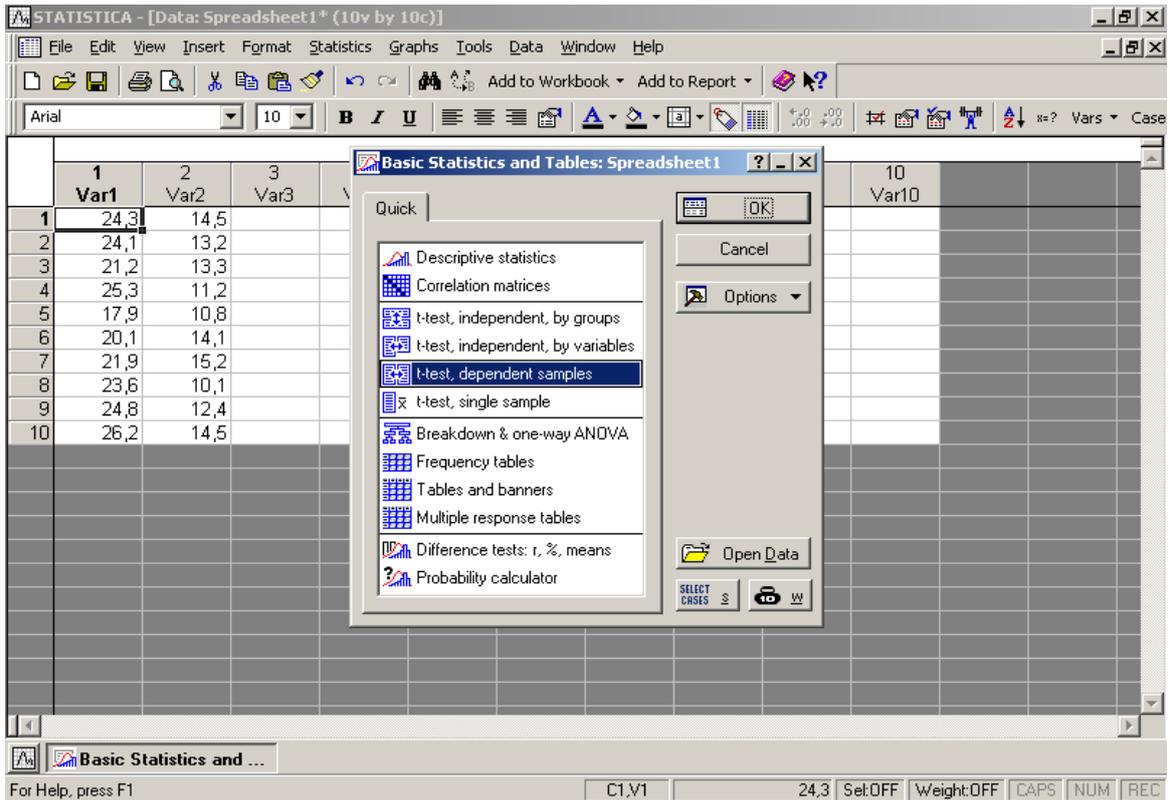


Рис. 33

В появившемся окне нажимаем на кнопку  Variables: Variables. Выберем переменную Var1 в левом поле и переменную Var2 в правом поле, после чего подтвердим выбор, нажав ОК (рис. 34).

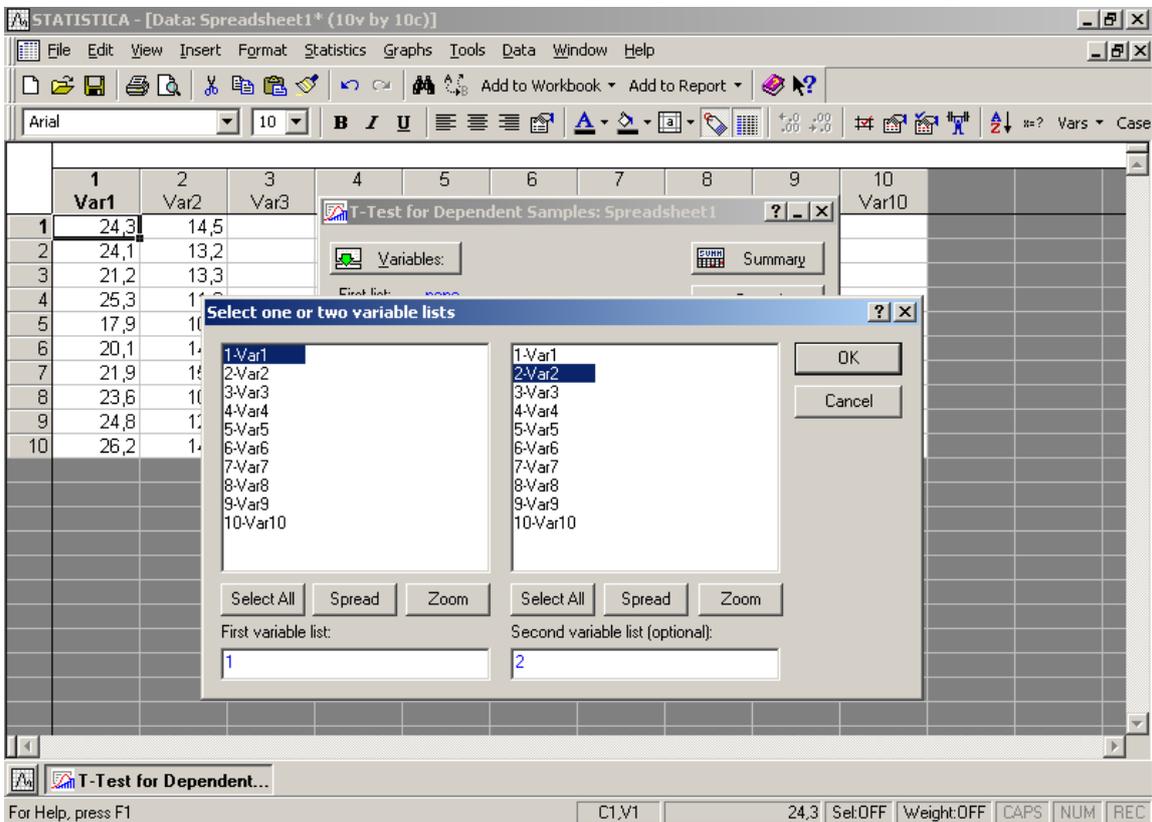


Рис. 34

Далее, нажимаем кнопку  и получаем следующее окно с результатами работы программы (рис. 35).

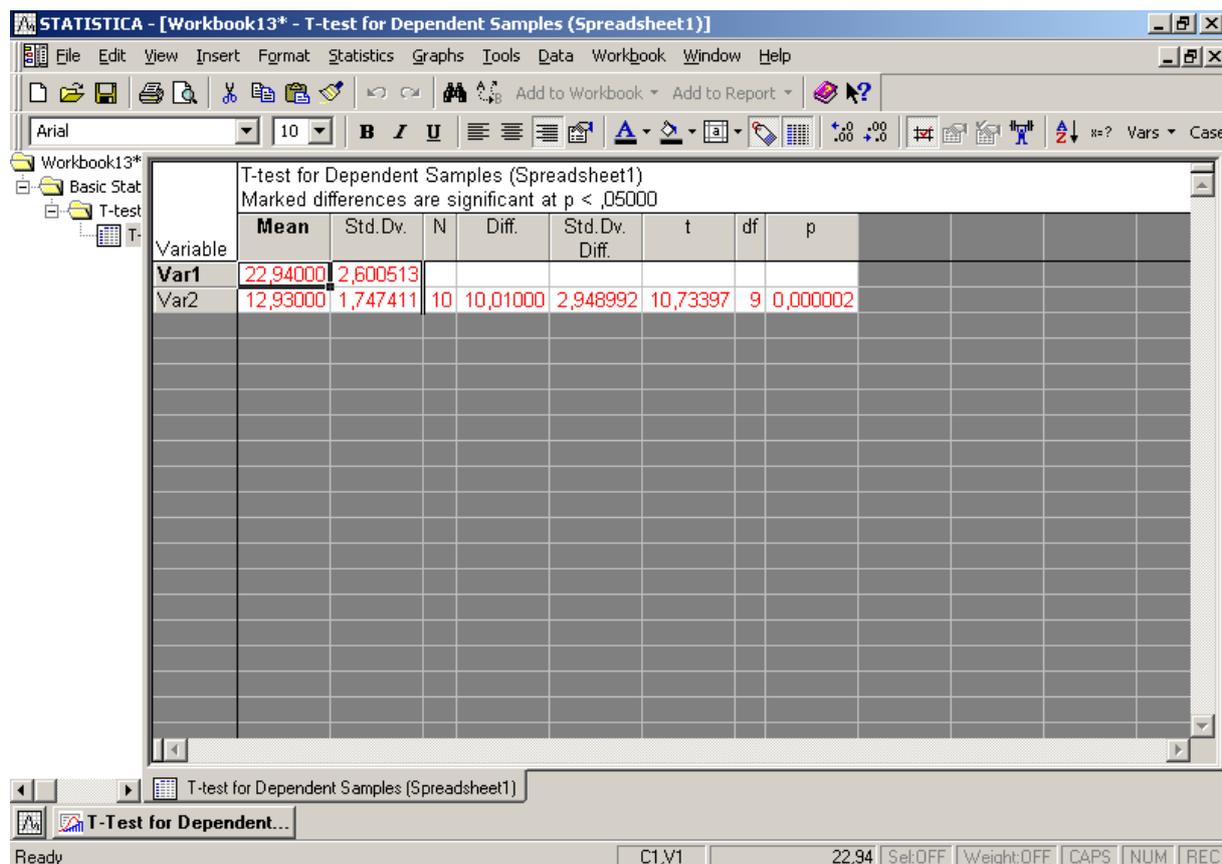


Рис. 35

Программа рассчитала следующие показатели:

- Mean – среднее арифметическое;
- Std.Dv. – стандартное (среднеквадратическое) отклонение;
- N – количество значений;
- Diff. – разность средних значений;
- Std.Dv. Diff. – стандартная ошибка разности средних;
- t – критерий Стьюдента;
- df – степени свободы;
- p – уровень вероятности.

Прежде всего, нас интересует величина p, которая характеризует вероятность того, что наши выборки относятся к одной генеральной совокупности, или, иначе говоря, их средние значения статистически значимо не различаются между собой. Как мы видим, $p = 0,000002$, что показывает, что с очень большой долей вероятности мы можем считать, что наши выборки относятся к разным генеральным совокупностям.

Дополнительную наглядность этому методу придают специальные графики, носящие название *Box & whisker plot*, в русском переводе звучит как “ящички и усы” (рис. 36).

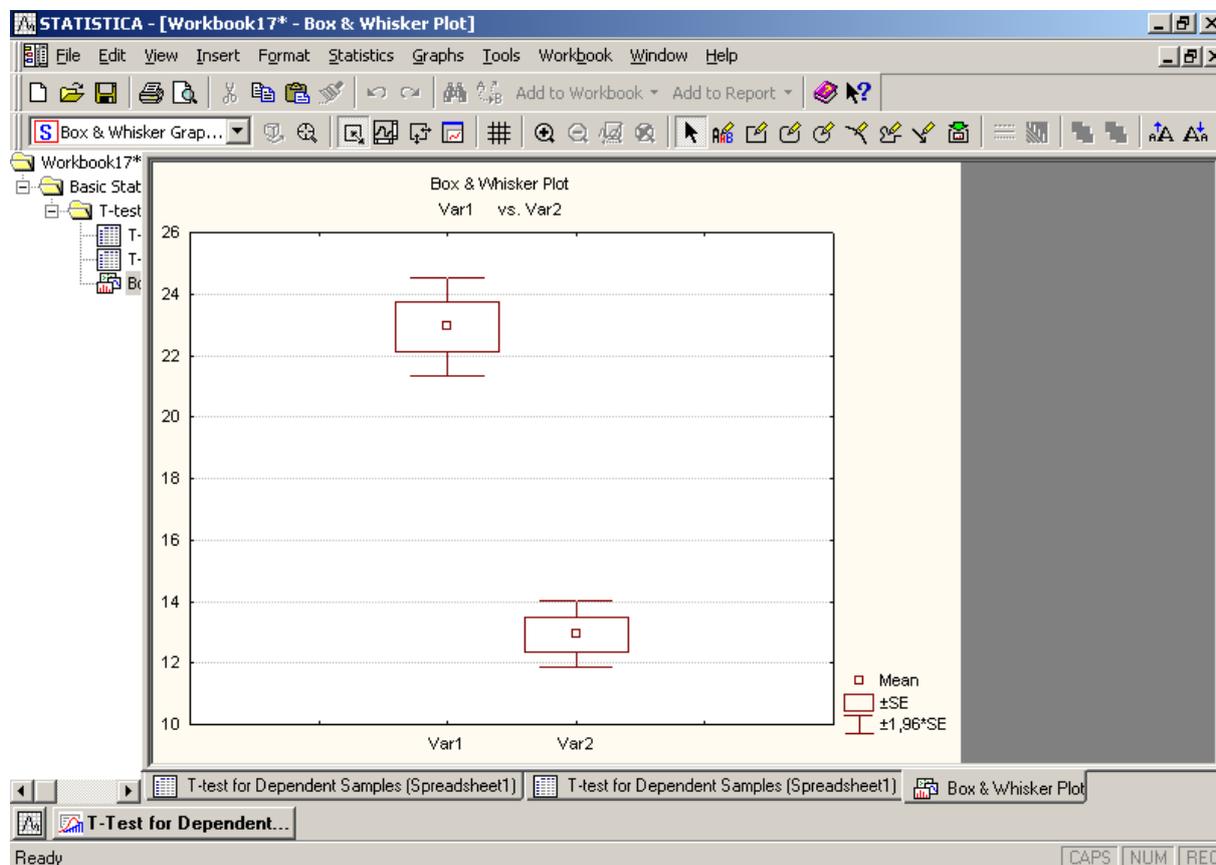


Рис. 36

Для того, чтобы построить такой график, в предыдущем окне нам следует нажать кнопку  **Box & whisker plots**. Данный график показывает, насколько перекрываются (или не перекрываются) средние значения и доверительные интервалы наших выборочных средних. Как мы можем видеть, графические изображения наших средних довольно далеко отстоят друг от друга, что свидетельствует в пользу гипотезы о том, что они принадлежат к разным генеральным совокупностям.

2. ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ В АКТИВНОЙ И ИНТЕРАКТИВНОЙ ФОРМАХ

2.1. Работа с файлами и простейшие действия в MS Excel (на примере расчета таксационных показателей насаждения)

Для выполнения этого задания (равно как и последующих) потребуются исходные данные. Для чего необходимо открыть файл «Перечет из методички», в котором содержатся данные по высотам и диаметрам измеренных деревьев из методического пособия Н.Н. Свалова «Вариационная статистика». Открыв файл необходимо сделать следующее:

1. Зайти в меню **Файл \ Сохранить как** – при этом появится следующее окно

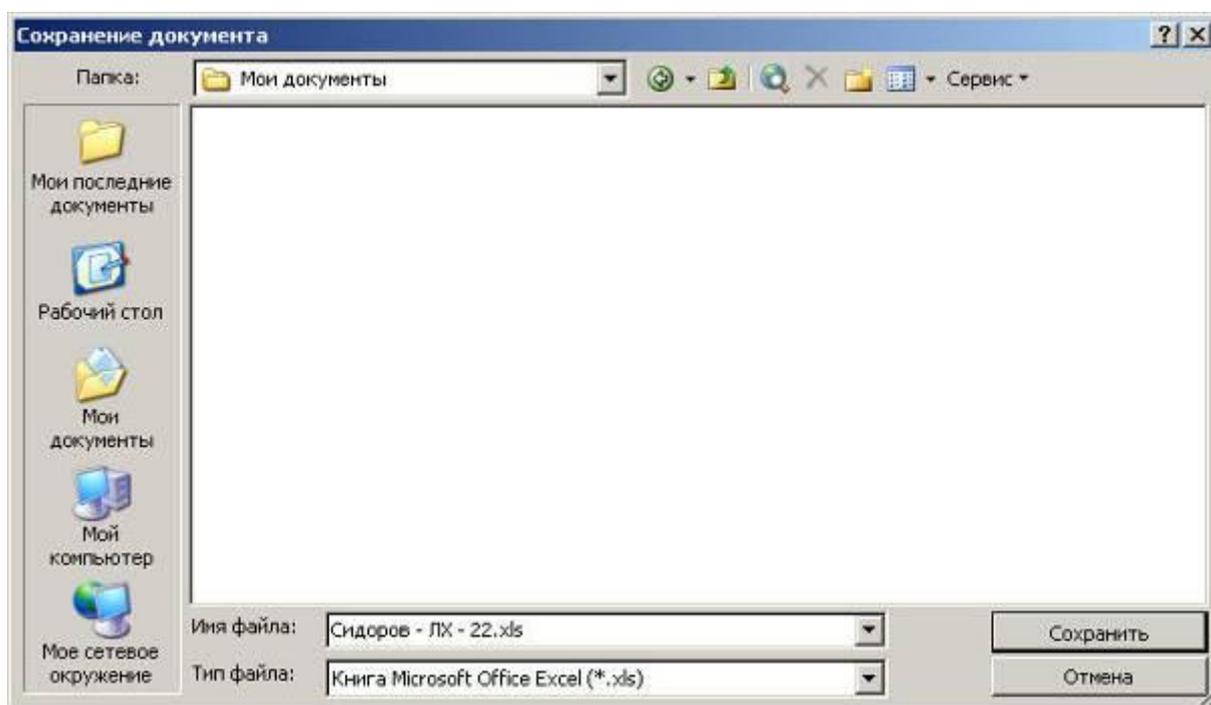


Рис. 37

2. В диалоговом окне «**Имя файла**» удалить название «Перечет из методички» и ввести свое персональное имя, например: «Сидоров – ЛХ – 22» (рис. 37).
3. Выбрать диск и папку (указываются преподавателем) в которую необходимо сохранить свой файл.
4. Нажать курсором мыши на кнопку «**Сохранить**»

В результате чего вы получите свой персональный файл для работы и сохраните первичный файл «Перечет из методички» на случай восста-

новления исходных данных. Студентам рекомендуется работать с теми же данными, что и при расчетах вручную, для возможности сопоставления результатов. Для этого достаточно удалить лишние ячейки. Делается это следующим образом:

- Курсором мыши  выделяются ненужные (лишние) ячейки;
- Наведя курсор мыши  на выделенный блок нажать правую клавишу мыши;
- Выбрать в выпавшем меню **Удалить со сдвигом вверх**.

Первое что необходимо рассчитать – это показатель «Сумма площадей сечений», для чего потребуются первоначально рассчитать площади сечений всех деревьев, а затем их суммировать.

Порядок вычислений:

- сделайте ячейку **D2** текущей (выделите ее курсором мыши);
- введите в нее формулу площади круга ($=B2^2*ПИ()/4$)

Примечание: знак возведения в степень вводится комбинацией клавиш (**Shift** и **6**), **ПИ** из меню **Вставка\Функция\Математические**

- нажмите «**Enter**» и скопируйте формулу курсором мыши . Для чего выделив ячейку **D2**, наведите курсор на правый нижний угол и, нажав левую клавишу мыши, растяните рамку на нужное число ячеек вниз, после чего клавишу отпустить. Результатом будет площадь сечения дерева в **столбце D** для каждого диаметра в **столбце B**.
- суммируйте значения **столбца D**, щелкнув знак **Σ** на панели инструментов или выделив ячейку подрядом значений в **столбце D**, зайдите в меню **Вставка\Функция\Математические\СУММ** введите в качестве аргументов значения **столбца D**.

Следующий показатель – средний диаметр насаждения, для его нахождения вначале необходимо рассчитать площадь среднего дерева.

Порядок вычислений:

- Сделать ячейку ниже той, в которой содержится сумма **столбца D**, текущей;
- Ввести формулу, разделив сумму площадей сечений на количество деревьев (рис. 38):

D208		fx =D207/205			
	A	B	C	D	E
197	196	18.5	16.8	268.8025	
198	197	26.6	21.2	555.7163	
199	198	25.8	22.7	522.7924	
200	199	20.2	21	320.4739	
201	200	20.2	18	320.4739	
202	201	22.5	19	397.6078	
203	202	23.9	21.3	448.6273	
204	203	15.7	18.5	193.5928	
205	204	19.5	18.5	298.6477	
206	205	9.4	11.4	69.39778	
207				74157.99	
208				361.7463	
209					

Рис. 38

– в следующую ячейку ввести формулу:
=КОРЕНЬ(D208*4/ПИ()) (рис. 39)

D209		fx =КОРЕНЬ(D208*4/ПИ())			
	A	B	C	D	
193	192	18,3	19,5	263,0219909	
194	193	27,2	22,7	581,0689772	
195	194	22	20,7	380,1327111	
196	195	12,1	14,4	114,9901451	
197	196	18,5	16,8	268,8025214	
198	197	26,6	21,2	555,7163245	
199	198	25,8	22,7	522,7924335	
200	199	20,2	21	320,4738666	
201	200	20,2	18	320,4738666	
202	201	22,5	19	397,6078202	
203	202	23,9	21,3	448,6272849	
204	203	15,7	18,5	193,5927933	
205	204	19,5	18,5	298,6476516	
206	205	9,4	11,4	69,39778172	
207				74157,98574	
208				361,7462719	
209				21,46135267	
210					

Рис. 39

2.2. Работа с Мастером диаграмм (на примере построения графика высот и определения средней высоты насаждения)

Для построения графика высот необходимо открыть **Мастер диаграмм** и выбрать точечную диаграмму (рассмотрено в соответствующем разделе настоящего пособия).

В качестве диапазона построения диаграммы выберите столбцы «Диаметр» и «Высота», не захватывая сами названия столбцов, в следующем окне введите название диаграммы: График высот, ось X – диаметр, ось Y – высота. При необходимости добавьте линии сетки, легенду и др. В следующем окне выбрав размещение диаграммы на имеющемся листе (на том где находятся наши данные) закончите построение, нажав кнопку **Готово**. Затем зайдите в меню **Диаграмма\Добавить линию тренда** и выберите в появившемся окне тип тренда (лучше логарифмический или полиномиальный). Затем, открыв закладку, **Параметры** установите флажки:

- ✓ показывать уравнение на диаграмме;
- ✓ поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2).

Нажав затем **ОК**, при правильном выполнении задания получите примерно следующий график (рис. 40).

Для вычисления средней высоты используется уравнение линии тренда, которое вводится в ячейку рядом с предыдущими вычислениями. В качестве аргумента X подставляют вычисленный ранее средний диаметр насаждения.

При необходимости можно так же рассчитать высоты по ступеням толщины, или используя известные из «Таксации леса» формулы определить запас насаждения.

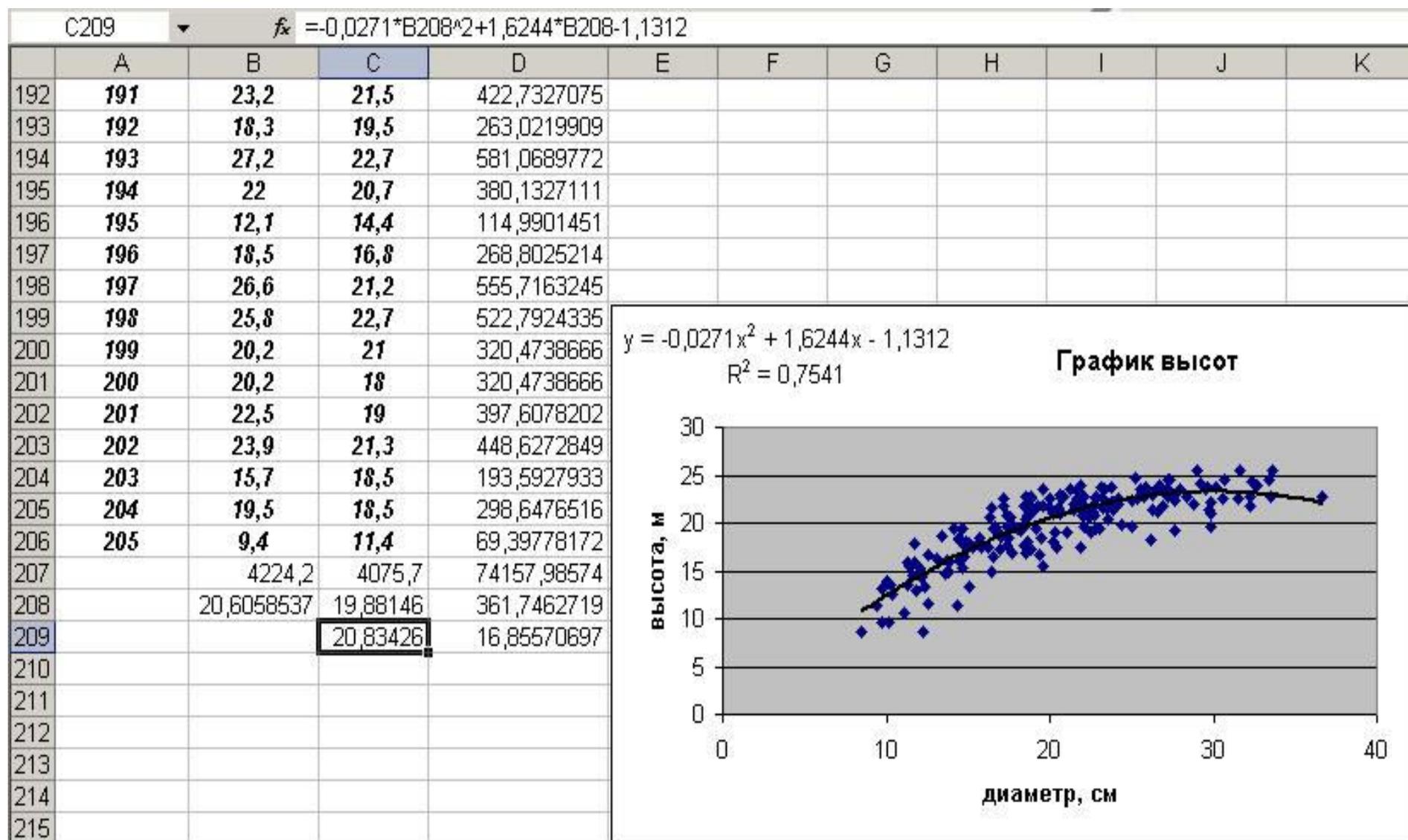


Рис. 40

2.3. Расчет количественной спелости насаждения

Достаточно стандартная процедура в лесоустройстве, постоянно встречающаяся в курсовом проектировании.

Исходные данные приводятся в таблицах хода роста и товарных таблицах. Методика выбора соответствующей таблицы приводится в курсе «Лесоустройство», в данном методическом пособии рассматриваются лишь построение графика для определения возрастов количественной и технической спелости. Данные столбцов **A, B, D, E, F** взяты из таблиц хода роста; столбцов **G, I** – из товарных таблиц. Столбцы **C, H, J, K** – получены расчетным путем. Для расчета количественной спелости используются данные столбцов **E и F**. (Z_{cp} и $Z_{тек}$). Сложность построения графика заключается в том, что значения столбца **F** относятся не к концу периода как отображено в таблицах, а к середине. Например, $Z_{тек}=7.63$ в 25 лет $Z_{тек}=11.34$ в 35 лет. MS Excel самостоятельно преобразовать данные не сможет, их необходимо представить в соответствующем виде.

Для чего необходимо в свободных ячейках представить данные в следующем виде (рис. 41).

E16		fx =(E15+E17)/2				
	A	B	C	D	E	F
15				20	3.33	
16				25	4.04	7.63
17				30	4.76	
18				35		11.34
19				40	6.41	
20				45		12.27
21				50	7.58	
22				55		12.28
23				60	8.36	
24				65		10.48
25				70	8.66	
26				75		9.26
27				80	8.74	
28				85		7.91
29				90	8.65	
30				95		6.74
31				100	8.46	
32				105		5.86
33				110	8.22	
34				115		4.86
35				120	7.94	

Рис. 41

Получившиеся в результате пустые ячейки необходимо заполнить, в противном случае мы сможем построить только точечный график, а нам необходимы пересекающиеся линии.

Для заполнения пустых ячеек прибегаем к линейной интерполяции – в ячейку **E16** вводится формула (рис. 41):

$= (E15 + E17) / 2$

Затем копируем ее в буфер обмена  и вставляем во все промежуточные ячейки диапазона, в результате в каждой ячейке в которую мы скопируем формулу, отобразится среднее арифметическое между предыдущей ячейкой и последующей.

Теперь остается зайти в **Мастер диаграмм**, выбрать тип диаграммы – **График**, в качестве диапазона построения диаграммы ввести откорректированные нами значения $Z_{\text{ср}}$ и $Z_{\text{тек}}$. (В нашем случае с **E15** до **F35**), открыть вкладку **Ряд** и в окне Подписи оси X: ввести значения возраста (в нашем случае с **D15** по **D35**) там же в окне **Имя** поменять названия рядов с «ряд 1», «ряд 2» на $Z_{\text{ср}}$ и $Z_{\text{тек}}$. Теперь остается оформить диаграмму введя заголовок, добавив подписи осей, линии сетки и т.д. Для определения технической спелости необходимо построить график аналогичным способом по данным Среднего прироста крупной и средней древесины (в нашем случае **столбец К**) рис. 42 и рис. 43.

Эти данные получены следующим образом:

- в ячейку **H5** введена формула

$= D5 * G5 / 100$

- в ячейку **J5** формула

$= H5 * I5 / 100$

- в ячейку **K5** формула

$= J5 / A5$

- формулы скопированы по соответствующим столбцам **H, J, K** курсором мыши **+**.

возраст	Ель бонитет 1						класс товарности 1			
	Ср.	ст. толщ.	М ст.	Z ср.	Z тек.	%	мкб	%	мкб	ср. пр.
20	4,3	4	66,5	3,33						
30	7,6	8	142,8	4,78	7,63					
40	11,8	12	256,2	6,41	11,34	83	212,65	6	12,76	0,32
50	16,1	16	378,9	7,58	12,27	83	314,49	47	147,81	2,96
60	20,3	20	501,7	8,36	12,28	85	426,45	67	285,72	4,76
70	24	24	606,5	8,66	10,48	85	515,53	81	417,58	5,97
80	27,2	28	699,1	8,74	9,26	86	601,23	88	529,08	6,61
90	30	30	778,2	8,65	7,91	86	669,25	91	609,02	6,77
100	32,3	32	845,6	8,46	6,74	87	735,67	93	684,17	6,84
110	34,4	34	904,2	8,22	5,86	87	786,65	94	739,45	6,72
120	36,2	36	952,8	7,94	4,86	87	828,94	94	779,20	6,49

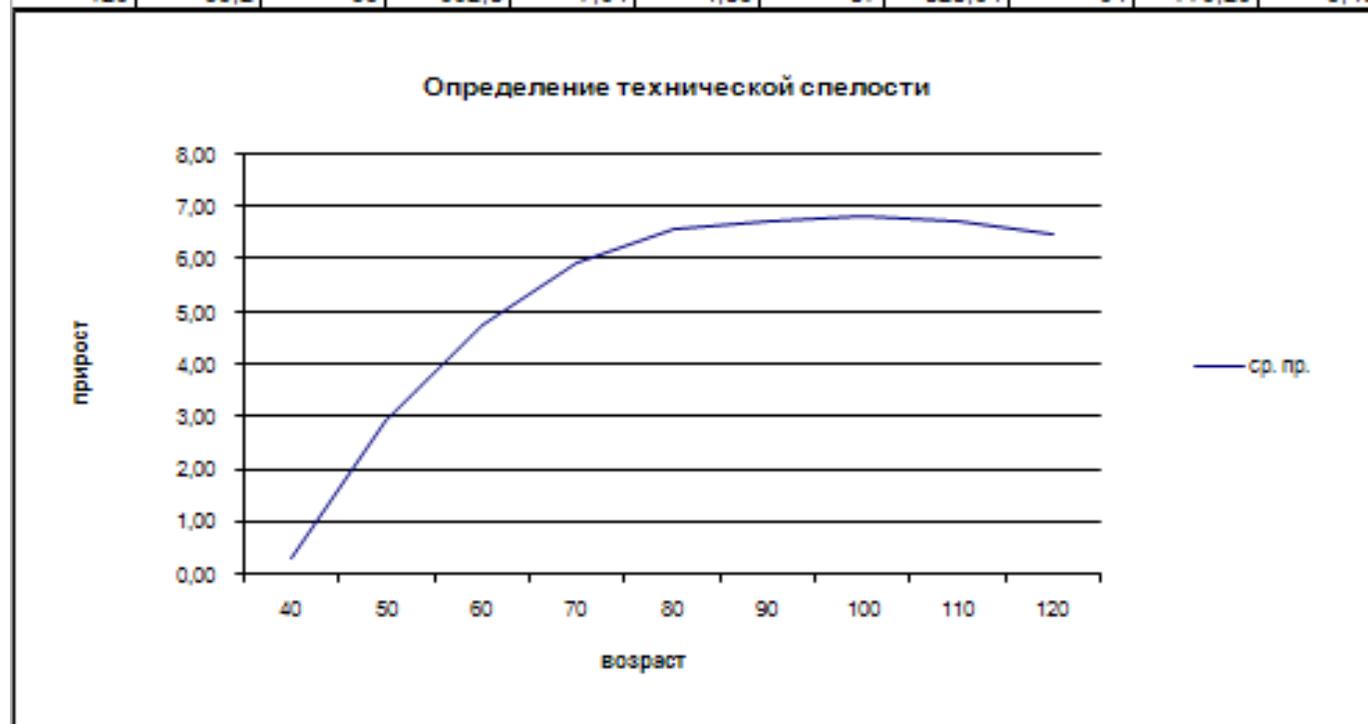


Рис. 42

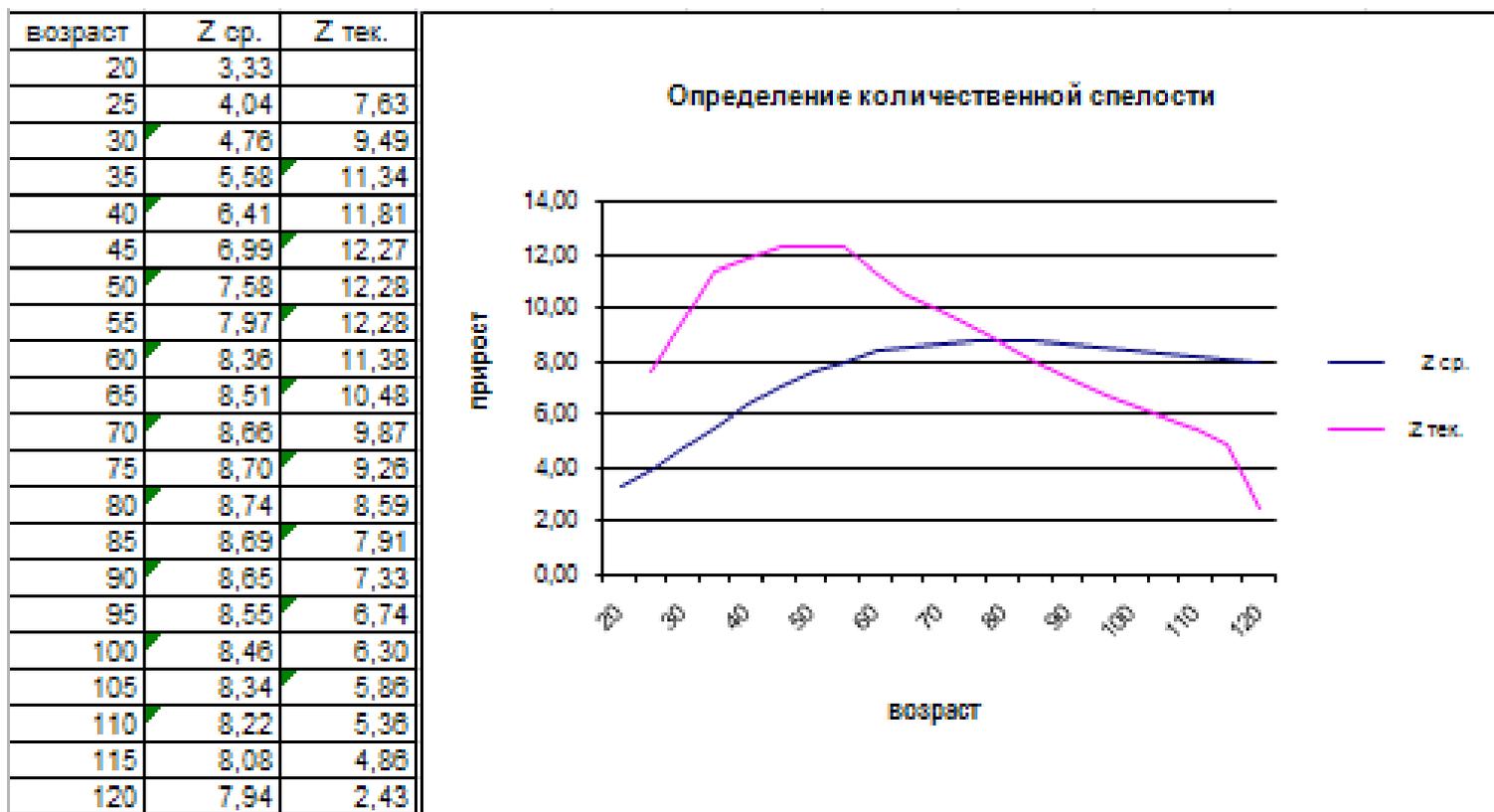


Рис. 43

2.4. Расчет материальной оценки лесосеки

Одна из наиболее часто встречающихся задач в лесной таксации это материальная оценка лесосек, ее решение в MS Excel очень органично и практически не требует каких-либо преобразований исходных данных, т.к. они изначально представлены в табличной форме. В производственной практике материальную оценку производят с использованием сортиментных или товарных таблиц. В настоящей работе рассмотрен вариант с сортиментными таблицами, причем, как и для предыдущей работы, методика выбора сортиментных таблиц и все теоретические положения материальной оценки лесосек рассматриваются в курсе «Таксация леса»

В рассматриваемом примере представлен расчет для сосны разряд такс 3, разряд высот 2 (рис. 44).

Столбцы В, С, Д являются исходными данными и берутся из пересчетной ведомости по материалам отвода и таксации лесосек. **Столбцы А, Е, F, G, H, I, J, К** – данные таблиц материалов оценки лесосек вносятся в соответствующие ячейки из сортиментной таблицы соответствующей породы и разряда высот. **Столбцы L, M, N, O, P, Q, R, S** – являются расчетными. Методика расчета чрезвычайно проста, данные сортиментных таблиц последовательно перемножаются на количество деревьев из пересчетной ведомости.

В ячейку M7 введена формула =E7*B7

В ячейку N7 введена формула =F7*B7

В ячейку O7 введена формула =G7*B7

В ячейку P7 введена формула =H7*B7

В ячейку Q7 введена формула =I7*B7

В ячейку R7 введена формула =J7*B7

В ячейку S7 введена формула =K7*B7

В ячейку L7 введена формула =СУММ(P7:S7)

Затем формулы копируются по соответствующим столбцам курсором мыши **+**, находятся суммы по столбцам. В ячейки M18, N18, O18, Q18, S18, вносятся цены 1 м³ древесины соответствующей категории. Стоимость древесины находится перемножением цен на запас и последующим их суммированием (ячейка L19).

Пример расчета материальной оценки лесосеки в MS Excel

L7 fx =K7*D7																				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
1	Лесотаксовый район -Московский				Площадь лесосеки, га			6,3				Разряд такс 3				Полнота-0,8				
2	Объем																			
3	Ступени толщины	Количество деревьев			деловые деревья						дровяны е деревья	общий запас	деловые деревья				дровяные деревья			
4					деловая древесина			дрова	отходы	деловая древесина			дрова	отходы	дровяные деревья					
5	Д1,3,см	деловых	дров-х	всего	крупная	средняя	мелкая			всего						крупная	средняя	мелкая	всего	
6	сосна																			
7	12	21	11	32			0,063	0,063	0,006	0,01	0,079	2,528	0	0	1,323	1,323	0,126	0,21	0,869	
8	16	183	27	210			0,14	0,14	0,01	0,02	0,17	36,7	0	0	25,62	25,62	1,83	3,66	4,59	
9	20	547	39	586			0,14	0,11	0,25	0,01	0,04	0,3	175,8	0	76,58	60,17	136,75	5,47	21,88	11,7
10	24	885	17	902			0,32	0,08	0,4	0,01	0,06	0,47	423,94	0	283,2	70,8	354	8,85	53,1	7,99
11	28	767	5	772			0,53	0,04	0,57	0,01	0,09	0,67	517,24	0	406,51	30,68	437,19	7,67	69,03	3,35
12	32	571		571	0,25	0,47	0,06	0,78	0,01	0,12	0,91	519,61	142,75	268,37	34,26	445,38	5,71	68,52	0	
13	36	228		228	0,56	0,35	0,11	1,02	0,02	0,14	1,18	269,04	127,68	79,8	25,08	232,56	4,56	31,92	0	
14	40	59		59	0,94	0,33		1,27	0,03	0,18	1,48	87,32	55,46	19,47	0	74,93	1,77	10,62	0	
15	44	13		13	1,29	0,28		1,57	0,03	0,22	1,82	23,66	16,77	3,64	0	20,41	0,39	2,86	0	
16	48	4		4	1,69	0,19		1,88	0,05	0,25	2,18	8,72	6,76	0,76	0	7,52	0,2	1	0	
17	итого	3278	99	3377								2063,56	349,42	1138,33	247,933	1735,68	36,576	262,8	28,499	
18												Цена за 1 м3	101,20	71,90	36,50		2,50		2,50	
19												Цена всего	35361,30	81845,93	9049,55		91,44		71,25	

Рис. 44

2.5. Построение вариационных рядов

Для того чтобы разбить на классы имеющиеся диаметры деревьев, необходимо выполнить несколько операций:

- скопировать целиком колонку В в колонку J через буфер обмена;
- провести сортировку по возрастанию ;
- задать границы наших классов, мы будем использовать 4 сантиметровые шкалы, зададим верхние границы классов от 10 до 40 в ячейках от **K2 до K9**;
- сделаем активной ячейку **L2**, выберем **Вставка\Функция\ Статистические \Частота**, в массив данных указываем имеющиеся диаметры, в массив интервалов указываем границы классов;
- После того, как функция введена, надо выделить мышкой **+** блок ячеек, в которые будет помещен результирующий массив, причем начальной ячейкой выделения блока должна быть ячейка с введенной формулой. Далее надо нажать и отпустить клавишу **[F2]**, после чего одновременно нажать **[Ctrl]**, **[Shift]**, **[Enter]**. Формула массива введена. Если все было сделано правильно, то в соответствующих ячейках должны появиться результаты работы функции (рис. 45).

Заканчивается работа построением **Гистограммы** распределения и **Кумуляты**. Гистограмму построить очень просто, достаточно выбрать Тип диаграммы в **Мастере диаграмм** – **Гистограмма** и понравившийся вид (смотри параграф 1.2.2 настоящего методического пособия) и пройти все этапы построения и редактирования предлагаемых **Мастером диаграмм MS Excel**.

Для построения **Кумуляты** необходимо представить наши данные в соответствующей форме, для чего в ячейку **M2** вводим формулу

$$=L2+M1$$

т.е. текущее значение складываем с предыдущим. Так как ячейка **M1** пустая значение **M2** будет равно **L2**, но при копировании данной формулы курсором мыши **+** мы получим накопленные количества деревьев по классам диаметра. После чего остается зайти в **Мастер диаграмм** и выбрав **Тип: график** и **Вид: График с маркерами, помечающими точки данных** (или другой) закончить построение **Кумуляты**. (рис. 45).

D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
8	10	5	5								
12	14	25	30								
16	18	43	73								
20	22	49	122								
24	26	41	163								
28	30	28	191								
32	34	13	204								
36	38	1	205								

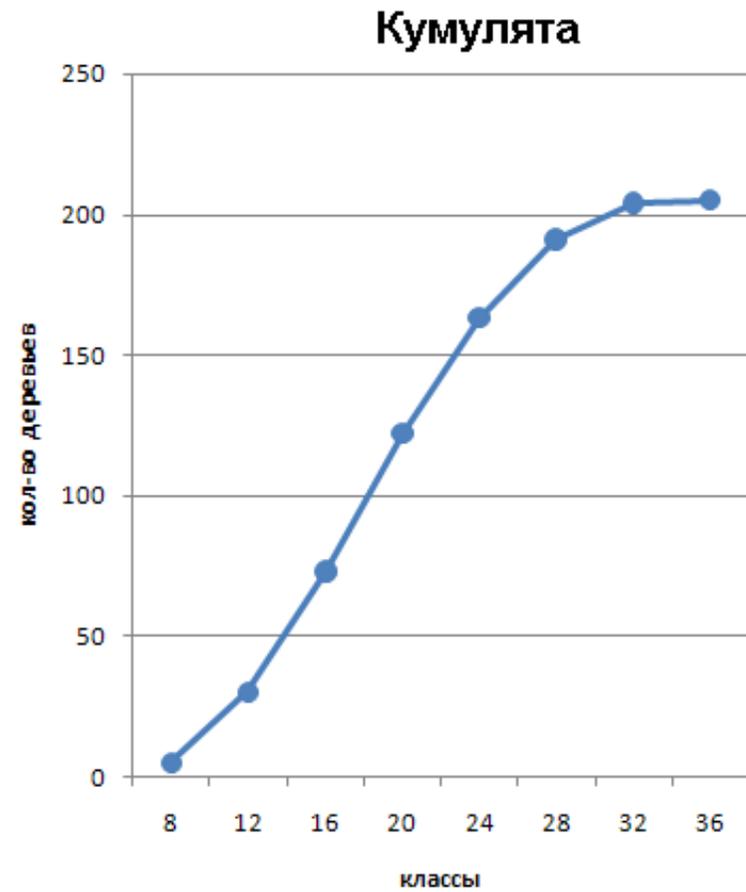


Рис. 45

2.6. Расчет статистических показателей

Для расчета статических показателей в Excel предусмотрен целый ряд функций и надстроек, рассмотрим некоторые из них. Надстройка **Анализ данных** используется для получения различных статистических или аналитических данных, на данном этапе нас будет интересовать **Описательная статистика**.

Порядок расчетов:

1. Выбрать **Сервис\Анализ данных\Описательная статистика**
2. Входным интервалом будут служить значения диаметров и высот, необходимо выделить курсором мыши  все диаметры и высоты вместе с названиями в первой строке;
3. Группирование выбираем по столбцам;
4. Ставим галочку (флажок) в пункте **Метка в первой строке** (это будет означать, что в первой строке находятся данные, с которыми не производятся математические действия);
5. Параметры вывода статистики - на новый рабочий лист;
6. Ставим галочку (флажок) на пункт **Итоговая статистика**.

В итоге мы должны получить на новом рабочем листе табличку с данными (рис. 46) рассмотрим некоторые из них:

B16		fx =B7/B3*100		
	A	B	C	D
1	<i>Диаметр см</i>		<i>высота м</i>	
2				
3	Среднее	20,60585366	Среднее	19,88146341
4	Стандартная ошибка	0,420016652	Стандартная ошибка	0,247010319
5	Медиана	20,5	Медиана	21
6	Мода	18,8	Мода	21,7
7	Стандартное отклонение	6,013723267	Стандартное отклонение	3,536649545
8	Дисперсия выборки	36,16486753	Дисперсия выборки	12,50789
9	Эксцесс	-0,549950598	Эксцесс	0,606899771
10	Асимметричность	0,223187287	Асимметричность	-0,974360426
11	Интервал	28,2	Интервал	16,8
12	Минимум	8,5	Минимум	8,7
13	Максимум	36,7	Максимум	25,5
14	Сумма	4224,2	Сумма	4075,7
15	Счет	205	Счет	205
16	Коэффициент вариации	29,18453837		17,78867818
17	Показатель точности опыта	2,038336576		1,242415177
18				

Рис. 46

- **среднее** арифметическое выборки;
- **стандартная ошибка** - мера ошибки предсказанного значения у для отдельного значения x ;
- **медиана** - это число, которое является серединой множества чисел, то есть половина чисел имеют значения большие, чем медиана, а половина чисел имеют значения меньшие, чем медиана;
- **мода** возвращает наиболее часто встречающееся или повторяющееся значение в массиве или интервале данных;
- **стандартное отклонение** - это мера того, насколько широко разбросаны точки данных относительно их среднего;
- **эксцесс** характеризует относительную остроконечность или сглаженность распределения по сравнению с нормальным распределением. Положительный эксцесс обозначает относительно остроконечное распределение. Отрицательный эксцесс обозначает относительно сглаженное распределение.

При этом в стандартном наборе, предлагаемом в Excel, отсутствуют: коэффициент вариации и показатель точности опыта. Однако их легко рассчитать, используя известные из статистики формулы, так в ячейку **B16** вводим формулу $=B7/B3*100$, а в ячейку **B17** вводим формулу $=B4/B3*100$.

Еще один из наиболее применяемых в статистике показателей, это коэффициент корреляции, показывающий есть ли связь между признаками и насколько она тесная.

Для его расчета надо выбрать **Сервис\Анализ данных\Корреляция** в выпавшем меню произвести действия, аналогичные тем, что были проделаны «Описательной статистике». Если при этом во входном интервале помимо значения диаметров и высот захватить и № дерева, то получим следующие значения (рис. 47).

	А	В	С	Д
1		<i>№ Деревьев</i>	<i>Диаметр см</i>	<i>высота м</i>
2	№ Деревьев	1		
3	Диаметр см	0,103205832	1	
4	высота м	0,224694783	0,805355032	1

Рис. 47

Как видно из рисунка, значение само на себя дает 1, это максимальное значение коэффициента корреляции, диаметр и высота коррелируют очень тесно, а вот номер дерева ни с высотой, ни с диаметром связи не обнаруживают, что вполне естественно. Кроме надстройки **Сервис\Анализ**

данных, статистические показатели в Excel можно рассчитать через вставку функции. Для этого надо зайти в меню **Вставка\Функция** или щелкнуть мышью на , в выпавшем меню выбрать **Статистические** и из предлагаемого набора функций выбрать интересующие Вас. При этом надо иметь ввиду, что в отличие от **Анализа данных** каждую функцию придется рассчитывать отдельно, однако в полученной ячейке будет введена формула которая при изменении исходных данных (в нашем случае диаметры и высоты) поменяет вычисленное значение автоматически (в **Анализе данных** вычисленные значения неизменны). Соответственно каждый из способов имеет свои плюсы и минусы в зависимости от поставленной задачи.

2.7. Постановка и решение оптимизационных задач (на примере решения транспортной задачи)

Теперь рассмотрим, как практически решить с помощью Excel транспортную задачу. Будем рассматривать решение задачи закрытого типа. Приведение задачи открытого типа к задаче закрытого типа известно из теории.

Имеется девять предприятий **В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7, В8, В9** с годовой потребностью в ДСП 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000 м³ соответственно. Для обеспечения этих предприятий в этом же районе имеется десять предприятий **А1, А2, А3, А4, А5, А6, А7, А8, А9, А10** с мощностью 39000 м³, 60000, 34000, 25000, 29000, 26000, 28000, 24000, 22000, 10000 м³ соответственно. Решить задачу оптимального прикрепления поставщиков к потребителям, если известны стоимости перевозок, руб. (см. табл.5), и пропускные способности коммуникаций не ограничены.

Таблица 5

	В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7	В8	В9
А1	16	30	15	29	35	23	17	20	39
А2	20	36	42	31	41	30	12	36	75
А3	6	8	14	36	18	70	27	35	51
А4	11	27	38	72	50	40	100	93	18
А5	15	23	36	15	17	6	10	36	52
А6	27	4	40	12	36	20	100	72	15
А7	53	70	36	72	24	92	41	50	9
А8	18	85	70	42	34	24	78	100	20
А9	12	19	42	56	11	8	90	21	15
А10	78	20	13	8	40	38	50	10	6

Решение задачи с помощью Excel удобно выполнить в следующем порядке (рис. 48).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1			b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	b9	
2			29000	30000	31000	32000	33000	34000	35000	36000	37000	
3	a1	39000										0
4	a2	60000										0
5	a3	34000										0
6	a4	25000										0
7	a5	29000										0
8	a6	26000										0
9	a7	28000										0
10	a8	24000										0
11	a9	22000										0
12	a10	10000										0
13			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14												
15	F		16	30	15	29	35	23	17	20	39	
16	0		20	36	42	31	41	30	12	36	75	
17			6	8	14	36	18	70	27	35	51	
18			11	27	38	72	50	40	100	93	18	
19			15	23	36	15	17	6	10	36	52	
20			27	4	40	12	36	20	100	72	15	
21			53	70	36	72	24	92	41	50	9	
22			18	85	70	42	34	24	78	100	20	
23			12	19	42	56	11	8	90	21	15	
24			78	20	13	8	40	38	50	10	6	
25												
26			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34			0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35			0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Рис. 48

Сначала выделяются ячейки таблицы, которые будут играть роль оптимизируемых переменных. В случае приведенной задачи это будут ячейки **C3 – K12** (размерность задачи 10x9). Эти ячейки удобно для наглядности обвести в рамку. Для этого установите курсор  на ячейку **C3**, нажмите левую кнопку мыши и удерживая ее, растяните блок до ячейки **K12**, после чего кнопку отпустите. Нажмите правую клавишу мыши и в выпавшем окне выберите пункт **Формат ячеек**, далее выберите закладку **Граница**, и нажмите на кнопку **Внешние**. Кроме того, в ячейки **A3-A12** и **C1-K1** полезно ввести названия строк и столбцов таблицы.

В ячейки **B3-B12** и **C2-K2** вводятся ограничения задачи возможности поставщиков и потребности потребителей соответственно.

В ячейки **L3-L12** и **C13-K13** вводятся формулы суммирования по строкам и столбцам обведенной в рамку таблицы, обеспечивающие контроль выполнения заданных ограничений (в результате решения задачи значения соответствующих ячеек столбцов **B** и **L**, а также строк **2** и **13** должны сравняться).

Для ввода формулы суммирования, например, в ячейку **L3**, необходимо сделать эту ячейку текущей, затем выбрать в панели инструментов пиктограмму суммирования Σ и выделить курсором \square в таблице блок ячеек, который необходимо просуммировать (в данном случае это блок ячеек **C3-K3**). Для завершения ввода формулы суммирования можно нажать клавишу **Enter** или еще раз выбрать в панели инструментов пиктограмму суммирования. После этого готовую формулу суммы можно просто скопировать в ячейки **L4-L12**. Для этого убедитесь, что активной является ячейка с введенной формулой, наведите курсор на правый нижний угол рамки ячейки (он примет форму \oplus), нажмите левую кнопку мыши и растяните блок до ячейки **L12** включительно, после чего кнопку отпустите.

Формулы суммирования в ячейки **C13-K13** вводятся аналогично, т.е. сначала вводится формула суммы в крайнюю ячейку (например, **C13**), а затем получившаяся формула копируется на все остальные ячейки.

Ниже выделяются (и также для наглядности обводятся в рамку) еще две таблицы. В первую записываются стоимости перевозок, приведенные в условии задачи. Вторая таблица является вспомогательной для вычисления целевой функции (критерия) оптимизации. В данном случае таблица стоимостей перевозок расположена в ячейках **C15-K24**, а таблица вычисления целевой функции – **C26-K35**. Для заполнения этой таблицы используется следующий прием. В ячейку **C26** записывается формула $=C3*C15$. Для ввода этой формулы сделайте ячейку **C26** активной, наберите на клавиатуре [=], покажите мышкой \square ячейку **C3** наберите на клавиатуре [*], покажите мышкой \square ячейку **C15** и нажмите на клавиатуре **Enter**, затем формула копируется на всю таблицу сначала по столбцу, а затем (не снимая получившегося выделения) сразу по всем строкам. Для этого убедитесь, что активной является ячейка **C26**, наведите курсор на правый нижний угол ячейки \oplus и, нажав левую кнопку мыши, растяните блок до ячейки **C35** включительно, теперь отпустите и снова нажмите левую кнопку мыши (проследите при этом, чтобы курсор сохранил форму \oplus и растяните блок до ячейки **K35**, после чего кнопку отпустите.

Последним шагом выбирается ячейка, в которую записывается целевая формула. В данном случае выберем ячейку **A16**. В нее записывается формула суммирования ячеек **C26-K35**.

После ввода всех данных и зависимостей вызовите **Поиск решения**. Для этого выберите мышкой в горизонтальном меню пункт **Сервис** и в выпавшем меню пункт **Поиск решения**.

В появившейся панели поиска решения (рис. 49) необходимо:

- указать целевую ячейку **$\$A\16** ;
- указать, что целевая ячейка минимизируется;
- указать изменяемые ячейки **$C3:K12$** ;
- задать следующие ограничения;

C2:K2=C13:K13 V3:V12=L3:L12 C3:K12=целое C3:K12>=0.

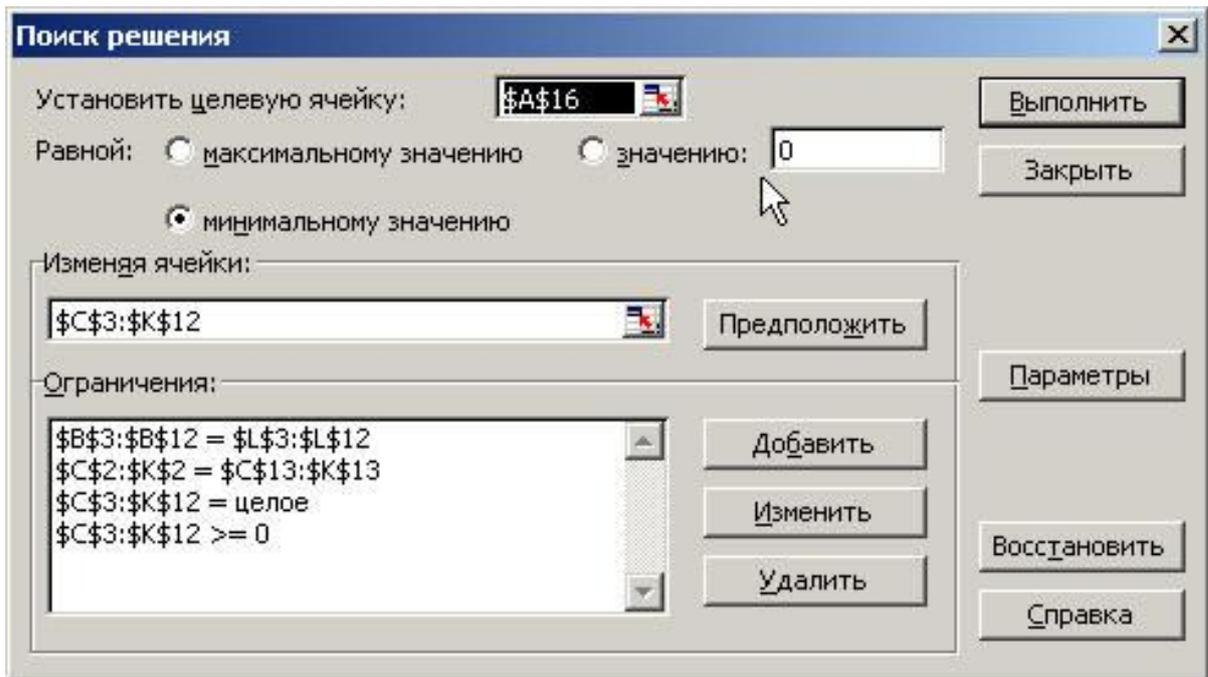


Рис. 49

Для выполнения этих действий:

- установите курсор в строку **Целевая ячейка**, нажмите левую кнопку мыши, а затем выделите курсором  ячейку A16;
- установите в панели поиска решения флажок **Минимальное значение**;
- установите курсор в строку **Изменяя ячейки**, нажмите левую кнопку мыши, а затем выделите курсором  ячейки C3-K12;
- для ввода ограничений нажмите кнопку **Добавить**, появится окно «**Добавить ограничение**» (рис. 50);

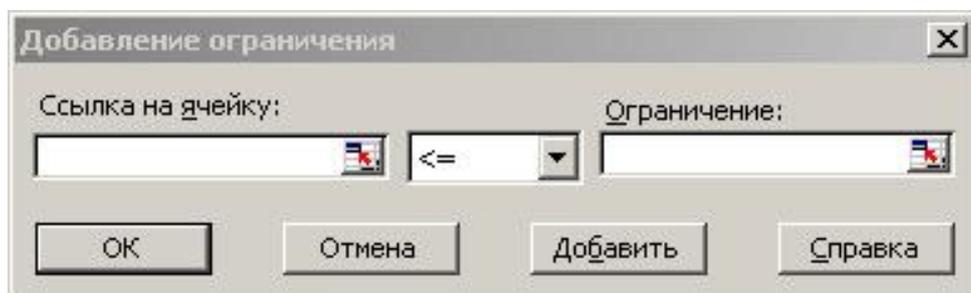


Рис. 50

в этом окне установите курсор в поле **Ссылка на ячейку** нажмите левую кнопку мыши, затем выделите курсором ссылку (например, ячейки **V3:V12**). Для удобства можно переместить окно «**Добавить ограничение**», захватив курсором, заголовок окна, нажать левую кнопку мыши и, не

отпуская кнопку, передвинуть окно так, чтобы открылись нужные ячейки. Затем курсором откройте список отношений, выберите среди них нужное. Наконец, выбрав правое поле, введите в него или выделите курсором ячейки, для правой части ограничения (например, **L3:L12**).

После формирования каждого условия (кроме последнего) выберите **Добавить**, после формирования последнего условия выберите **ОК**.

Если во время формирования условий Вы допустили ошибку, то закончите ввод всех правильных условий, затем в панели поиска решений выделите курсором неверно введенное условие и выберите **Изменить**.

Для проведения расчета обязательно следует вызвать из панели **Поиска решения** панель параметров и установить для решаемой задачи линейную модель. Для этого выберите в панели поиска решения **Параметры** и установите курсором флажок **Линейная модель**. После этого выберите **ОК**.

После выполнения всех описанных действий остается только выбрать пункт **Выполнить** поиска решения и дождаться появления результатов решения.

Решение задачи появится в ячейках **C3-K12**, которые были выбраны в качестве оптимизируемых переменных. В ячейке **A16** появится значение суммарной стоимости перевозок, причем это значение будет минимальным из возможных.

После решения задачи можно, сохранив результаты, провести некоторое ее исследование. Например, можно исключить из рассмотрения некоторые маршруты перевозок, которые могут быть нежелательны из экономических соображений, и оценить возможные экономические последствия такого решения, повторно выполнив поиск решения. Для того чтобы исключить какой-либо маршрут из рассмотрения, достаточно указать в таблице стоимостей очень большую стоимость (например, 99999999) на перевозку по соответствующему маршруту.

Повтор поиска решения обычно не вызывает проблем, так как все условия и ограничения задачи уже указаны в его панели. Необходимо только предварительно очистить область переменных (выделить ячейки **C3-K12** в блок и нажать кнопку **Del**) и после вызова поиска решения визуально проконтролировать, что все задано правильно, после чего выбрать в его панели **Выполнить**. В процессе решения может возникнуть сообщение о невозможности решения задачи с применением линейной модели. В этом случае можно повторить поиск решения, проведя корректировку его параметров (отключить линейную модель, выбрать другой метод поиска решения из указанных в меню параметров поиска решения).

Подобным образом может быть решена любая экономическая задача. Ввод данных в панель поиска решения и запуск на выполнение проведите для этих задач самостоятельно.

Библиографический список

1. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. – 2-е изд. (+CD) – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
2. Боровиков В.П. и др. STATISTICA 5.1 (краткое руководство), 3-е издание – М.: StatSoft , 1997. – 252 с.
3. Боровиков В.П. Программа STATISTICA для студентов и инженеров. – 2-е изд. – М.: КомпьютерПресс, 2001. – 301 с.
4. Боровиков В.П., Боровиков И.П. STATISTICA – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Информационно-издательский дом “Филинь”, 1998.
5. Вейсскопф Д. Excel 2000. К. Век+, М. ЭНТРОП, СПб.:Корона принт, 2000 г. – 400 с.
6. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel. М.: Форум, 2008. – 464 с.
7. Гусев В.А. Математические методы и модели на ЭВМ. М.:МГУЛ, 1998 г. – 94 с.
8. Мешалкина Ю.Л., Самсонова В.П. Математическая статистика в почвоведении. Практикум. М.: МГУ, 2008. – 84 с.
9. Рожков В.А., Малахова И.А. Применение математических методов и ЭЦВМ в почвоведении. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1971. – 89 с.
10. Свалов Н.Н. Вариационная статистика. – М.: МЛТИ, 1993. – 79 с.
11. Сурков А.В. Использование MS Excel для решения экономических задач методами математической статистики. М.:МГУЛ, 2001 г. – 35 с.
12. Чернышов Ю.Н. Разработка офисных программ с помощью Visual Basic. М.:МГУЛ, 2000 г. – 28 с.
13. Чернышов Ю.Н. Решение экономических задач с помощью Excel. М.:МГУЛ, 2001 г. – 24 с.

Функции MS Excel

В данном приложении содержится список основных функций рабочего листа Excel. Для получения более подробной информации о конкретной функции и об ее аргументах выберите ее в диалоговом окне **Мастер функций** и нажмите кнопку **Справка**.

Функции категории **Математические**

Функция (рус.)	Функция (англ.)	Назначение
ABC	ABC	Возвращает модуль (абсолютную величину) числа
ACOS	ACOS	Возвращает арккосинус числа в радианах
ACOSH	ACOSH	Возвращает гиперболический арккосинус числа
ASIN	ASIN	Возвращает арксинус числа
ASINH	ASINH	Возвращает гиперболический арксинус числа
ATAN	ATAN	Возвращает арктангенс числа
ATAN2	ATAN2	Возвращает арктангенс для заданных координат X и Y
ATANH	ATANH	Возвращает гиперболический арктангенс числа
COS	COS	Возвращает косинус заданного угла
COSH	COSH	Возвращает гиперболический косинус числа
EXP	EXP	Возвращает число «е», возведенное в указанную степень
LN	LN	Возвращает натуральный логарифм числа
LOG	LOG	Возвращает логарифм числа по заданному основанию. Если основание опущено, то оно полагается равным 10
LOG10	LOG10	Возвращает десятичный логарифм числа
SIN	SIN	Возвращает синус заданного угла
SINH	SINH	Возвращает гиперболический синус числа
TAN	TAN	Возвращает тангенс заданного угла
TANH	TANH	Возвращает гиперболический тангенс числа
ГРАДУСЫ	DEGREES	Преобразует радианы в градусы
ЗНАК	SIGN	Возвращает 1, если число положительное, 0, если число равно 0, и -1, если число отрицательное
КОРЕНЬ	SQRT	Возвращает положительное значение квадратного корня из неотрицательного числа
МОБР	MINVERSE	Возвращает обратную матрицу
МОПРЕД	MDETERM	Возвращает определитель матрицы

Продолжение прил. 1

Функция (рус.)	Функция (англ.)	Назначение
МУМНОЖ	MMULT	Возвращает произведение матриц
НЕЧЕТ	ODD	Возвращает число, округленное до ближайшего нечетного целого
ОКРВВЕРХ	CEILING	Возвращает результат округления с избытком до ближайшего числа, кратного точности
ОКРВНИЗ	FLOOR	Возвращает результат округления числа до заданной точности с недостатком
ОКРУГЛ	MROUND	Округляет число до указанного количества десятичных разрядов
ОКРУГЛВВЕРХ	ROUNDUP	Округляет число до ближайшего большего по модулю целого
ОКРУГЛВНИЗ	ROUNDDOWN	Округляет число до ближайшего меньшего по модулю целого
ОСТАТ	MOD	Возвращает остаток от деления числа на делитель
ОТБР	TRUNC	Усекает число до целого, отбрасывая его дробную часть
ПИ	PI ()	Возвращает значение числа π
ПРОИЗВЕД	PRODUCT	Возвращает произведение чисел, заданных в качестве аргумента
ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ ИТОГИ	SUBTOTAL	Возвращает промежуточный итог в список или базу данных
РАDIАНЫ	RADIANS	Преобразует градусы в радианы
РИМСКОЕ	ROMAN	Преобразует число из арабской записи в римскую запись
СЛЧИС	RAND	Возвращает равномерно распределенное случайное число, большее или равное 0 и меньшее 1
СТЕПЕНЬ	POWER	Возвращает результат возведения числа в степень
СУММ	SUM	Возвращает сумму всех чисел, входящих в список аргументов
СУММЕСЛИ	SUMIF	Возвращает сумму значений в ячейках, специфицированных заданным критерием
СУММКВ	SUMSQ	Возвращает сумму квадратов аргументов
СУММКВРАЗН	SUMXMY2	Возвращает сумму квадратов разностей соответствующих значений в двух массивах
СУММПРОИЗВ	SUMPRODUCT	Возвращает сумму произведений соответствующих элементов массивов
СУММРАЗНКВ	SUMX2MY2	Возвращает сумму разностей квадратов соответствующих значений в двух массивах
СУММСУММКВ	SUMX2PY2	Возвращает сумму сумм квадратов соответствующих элементов двух массивов
СЧЕТЕСЛИ	COUNTIF	Возвращает количество не пустых ячеек заданного диапазона, удовлетворяющих заданному критерию
СЧИТАТЬПУСТОТЫ	COUNTBLANK	Возвращает количество пустых ячеек в заданном диапазоне
ФАКТР	FACT	Возвращает факториал числа
ЦЕЛОЕ	INT	Возвращает число, округленное до ближайшего меньшего целого
ЧЕТН	EVEN	Возвращает число, округленное до ближайшего четного целого
ЧИСЛКОМБ	COMBIN	Возвращает количество комбинаций для заданного числа объектов

Функции категории Статистические

Функция (рус.)	Функция (англ.)	Назначение
ФРАСП	FDISP	Возвращает F – распределение вероятности
ФРАСПОБР	FINV	Возвращает обратное значение для F – распределения вероятности
ZТЕСТ	ZTEST	Возвращает двустороннее P – значение z – теста
БЕТАОБР	BETAINV	Возвращает обратную функцию к интегральной функции плотности β – вероятности
БЕТАРАСП	BETADIST	Возвращает интегральную функцию плотности β - вероятности
БИНОМРАСП	BINOMDIST	Возвращает отдельное значение биномиального распределения
ВЕЙБУЛЛ	WIEBULL	Возвращает распределение Вейбулла
ВЕРОЯТНОСТЬ	PROB	Возвращает вероятность того, что значение из интервала находится внутри заданных пределов
ГАММАНЛОГ	GAMMALN	Возвращает натуральный логарифм гамма функции $\Gamma(x)$
ГАММАОБР	GAMMAINV	Возвращает обратное гамма распределение
ГАММАРАСП	GAMMADIST	Возвращает гамма распределение
ГИПЕРГЕОМЕТ	HYPGEOMDIST	Возвращает гипергеометрическое распределение
ДИСП	VAR	Возвращает дисперсию по выборке
ДИСПР	VARP	Возвращает дисперсию для генеральной совокупности
ДОВЕРИТ	CONFEDENCE	Возвращает доверительный интервал для среднего генеральной совокупности
КВАДРОТКЛ	DEVSQ	Возвращает сумму квадратов отклонений точек данных от их среднего
КВАРТИЛЬ	QUARTILE	Возвращает квартиль набора данных
КВПИРСОН	RSQ	Возвращает квадрат коэффициента корреляции Пирсона
КОВАР	COVAR	Возвращает ковариацию, т.е. среднее произведений отклонений для каждой пары точек данных
КОРЕЛ	CORREL	Возвращает коэффициент корреляции
КРИТБИНОМ	CRITBINOM	Возвращает наименьшее значение, для которого интегральное биномиальное распределение больше или равно заданному критерию
ЛГРФПРИБЛ	LOGEST	Возвращает экспоненциальное уравнение регрессии
ЛИНЕЙН	LINEST	Возвращает линейное уравнение регрессии
ЛОГНОРМОБР	LOGINV	Возвращает обратную функцию нормального логарифмического распределения
ЛОГНОМРАСП	LOGNORMDIST	Возвращает нормальное интегральное логарифмическое распределение
МАКС	MAX	Возвращает максимальное значение из списка аргументов
МЕДИАНА	MEDIAN	Возвращает медиану заданного набора чисел
МИН	MIN	Возвращает наименьшее значение в списке аргументов
МОДА	MODE	Возвращает наиболее часто встречающееся значение набора данных

Продолжение прил. 1

Функция (рус.)	Функция (англ.)	Назначение
НАИБОЛЬШИЙ	LARGE	Возвращает к-е наибольшее значение из множества данных
НАИМЕНЬШИЙ	SMALL	Возвращает к-е наименьшее значение из множества данных
НАКЛОН	SLOPE	Возвращает наклон линии линейной регрессии
НОРМАЛИЗАЦИЯ	STANDARDIZE	Возвращает нормализованное значение для распределения, характеризуемого средним и стандартным отклонением
НОРМОБР	NORMINV	Возвращает обратное нормальное распределение для указанного среднего и стандартного отклонения
НОРМРАСП	NORMDIST	Возвращает нормальную функцию распределения для указанного среднего и стандартного отклонения
НОРМСТОРЕБ	NORMSINV	Возвращает обратное значение стандартного нормального распределения
НОРМСТРАСП	NORMSDIST	Возвращает стандартное нормальное интегральное распределение
ОТРБИНОМРАСП	NEGBINOMDIST	Возвращает отрицательное биномиальное распределение
ОТРЕЗОК	INTERCEPT	Возвращает отрезок, отсекаемый на оси линией линейной регрессии
ПЕРЕСТ	PERMUT	Возвращает количество перестановок для заданного числа объектов, которые выбираются из общего числа объектов
ПЕРСНЕНТИЛЬ	PERCENTILE	Возвращает к-ю перцентиль для значений из интервала
ПИРСОН	PEARSON	Возвращает коэффициент корреляции Пирсона
ПРЕДСКАЗ	FORECAST	Возвращает предсказанное значение функции в данной точке на основе уравнения линейной регрессии
ПРОЦЕНТРАНГ	PERCENTRANK	Возвращает процентное содержание значения из множества данных
ПУАССОН	POISSON	Возвращает распределение Пуассона
РАНГ	RANK	Возвращает ранг числа в списке чисел. Ранг числа – это его величина относительно других значений в списке
РОСТ	GROWTH	Возвращает значения в соответствии с экспоненциальным уравнением регрессии
СКОС	SKEW	Возвращает коэффициент асимметрии распределения
СРГАРМ	HARMEAN	Возвращает среднее гармоническое множества данных
СРГЕОМ	GEOMEAN	Возвращает среднее геометрическое значений
СРЗНАЧ	AVERAGE	Возвращает среднее (арифметическое) значение
СРОТКЛ	AVEDEV	Возвращает среднее абсолютных значений отклонений точек данных от среднего
СТАНДОТКЛОН	STDEV	Возвращает стандартное отклонение по выборке
СТАНДОТКЛОНП	STDEVP	Возвращает стандартное отклонение по генеральной выборке
СТОШХУ	STEXY	Возвращает стандартную ошибку предсказанных значений Y для каждого значения X в регрессии
СТЬЮДРАСП	TDIST	Возвращает t – распределение Стьюдента
СТЬЮДРАСПОБР	TINV	Возвращает обратное распределение Стьюдента для заданного числа степеней свободы
СЧЕТ	COUNT	Возвращает количество чисел в списке аргументов
СЧЕТЗ	COUNTA	Возвращает количество непустых значений в списке аргументов
ТЕНДЕНЦИЯ	TREND	Возвращает значения в соответствии с линейным уравнением регрессии

Окончание прил. 1

Функция (рус.)	Функция (англ.)	Назначение
ТТЕСТ	TTEST	Возвращает вероятность, соответствующую критерию Стьюдента
УРЕЗСРЕДНЕЕ	TRIMMEAN	Возвращает усеченное среднее значение
ФИШЕР	FISHER	Возвращает преобразование Фишера
ФИШЕРОБР	FISHERINV	Возвращает обратное преобразование Фишера
ФТЕСТ	FTEST	Возвращает результат F – теста
ХИ2ОБР	CHINV	Возвращает обратную функцию для X распределения
ХИ2РАСП	CHDIST	Возвращает одностороннюю вероятность X^2 распределения
ХИ2ТЕСТ	CHITEST	Возвращает тест на независимость
ЧАСТОТА	FREQUENCY	Возвращает распределение частот в виде вертикального массива
ЭКСПРАСП	EXPONDIST	Возвращает экспоненциальное распределение
ЭКЦЕСС	KURT	Возвращает коэффициент эксцесса множества данных

Учебное пособие

Стоноженко Леонид Валерьевич
Югов Андрей Николаевич
Карминов Виктор Николаевич

**Применение MS Excel и Statistica for Windows
для лесотаксационных вычислений
и обработки экспериментальных данных
методами математической статистики**

Под редакцией авторов
Компьютерный набор и верстка Югова А.Н.

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной литературы на 2012 г.

Подписано в печать _____. Формат _____. Бумага ____
Гарнитура "____". Ризография. Усл. печ. л. 5,6.
Тираж 200 экз. Заказ № ____

Издательство Московского государственного университета леса,
141005, Мытищи-5, Московская обл., 1-я Институтская улица, 1, МГУЛ.
E-mail: izdat@mgul.ac.ru

По вопросам приобретения литературы издательства ФГБОУ ВПО МГУЛ
обращаться в отдел реализации.
Телефон: 8 (498) 687-37-14