

ОБРАБОТКА ТАБЛИЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

**Лабораторная работа № 4. Основы работы с электронными
таблицами Microsoft Office Excel 2010**

Одним из основных направлений информационных технологий является работа с документами, содержащими данные в табличной форме, объем которых в современном образовательном учреждении достаточно велик. К ним относятся учебный план, таблицы учета рабочего времени, графики, обработка педагогических измерений и другие документы.

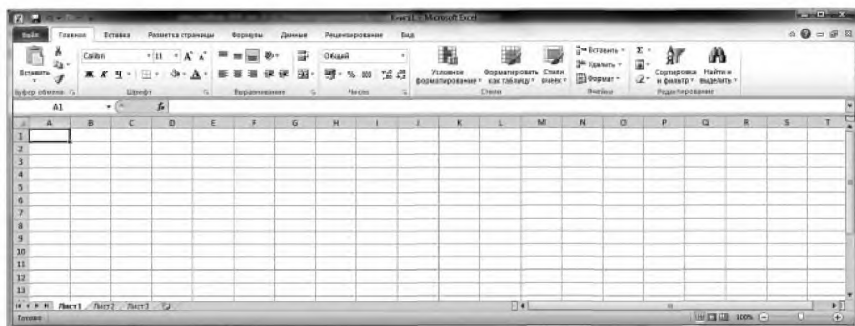
Табличный процессор MS Excel предоставляет широкий спектр возможностей по форматированию текста, работе с числами и формулами; огромный набор функций по обработке данных различных типов (математических, финансовых, логических, статистических и др.).

Лабораторная работа посвящена изучению возможностей MS Excel при обработке текстовых и числовых данных, работе с формулами, графиками и диаграммами.

Рекомендации к выполнению лабораторной работы

Основные понятия. Электронные таблицы — инструмент для автоматизированной обработки табличной информации на ЭВМ. Документ, который создается электронными таблицами Excel, называется *Книга*. Она по умолчанию содержит три *Листа* (для работы можно создать любое количество листов), на каждом из которых можно создать таблицы, диаграммы, текстовую информацию и т. д. Рабочая область *Листа* представляет собой табличную структуру, состоящую из прямоугольных клеток — ячеек. Горизонтальные ряды клеток образуют строки, вертикальные ряды — столбцы. Каждая ячейка имеет свой адрес, состоящий из имени столбца и номера строки, к которым она принадлежит. Примеры адресов: A1, F34, M245, CA123 и т. д. Ячейка, в которой находится указатель, (она обрамлена рамкой) является активной.

Блок ячеек — прямоугольная область смежных ячеек. Он может состоять из одной или нескольких ячеек, строк, столбцов. Адрес блока — координаты противоположных углов, разделенных двоеточием. Например, A1:C20.



Содержимым ячейки электронной таблицы может быть текст, число или формула. Текст — это последовательность любых символов. При вводе чисел целые и дробные части разделяются запятой или точкой в зависимости от настройки. Если при вводе числа в ячейку его длина превышает ширину ячейки, то оно отобразится в экспоненциальной форме (например, $2,13E + 08$, что означает число 213000000 или $2,13 \cdot 10^8$) или вместо числа появятся символы ####. Число в ячейке можно представить в разных форматах, например, целое, вещественное, дата, время, денежный формат и др. Выбор формата производится с помощью панели *Главная*, группа *Число*. Текст и числа рассматриваются как константы (постоянные), так как изменить их можно только редактированием.

Формула — это выражение, определяющее вычислительные действия электронных таблиц. Формула должна начинаться со знака = и может содержать числа, функции, ссылки (адреса ячеек с данными). Все эти операнды связаны знаками арифметических операций (сложение (+), вычитание (—), умножение (*), деление (/), возведение в степень (^)).

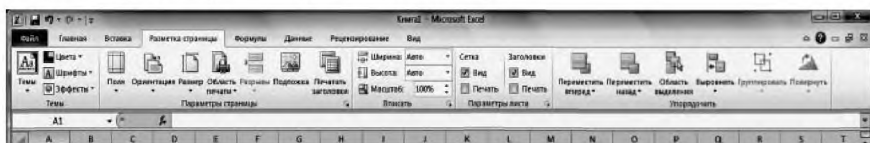
Основное свойство электронных таблиц состоит в том, что при изменении исходных данных происходит автоматический пересчет значений всех формул.

При работе с формулами возможно использование двух типов ссылок: относительных и абсолютных. Различия в них проявляются при копировании формул. Относительная ссылка используется для указания адреса ячейки, вычисляемого относи-

тельно ячейки, в которой находится формула. При перемещении и копировании формулы относительные ссылки автоматически обновляются в зависимости от нового положения формулы. Относительные ссылки имеют следующий вид: A1; F23 и т. д. Абсолютная ссылка используется для указания фиксированного адреса ячейки. При перемещении или копировании абсолютные ссылки не меняются. Вид абсолютных ссылок: \$A\$1; \$F\$23 и др. Если символ стоит только перед буквой (например, \$A1), то координата столбца абсолютная, а строки — относительная. Если \$ стоит перед числом (A\$1), то наоборот. Такие ссылки называются смешанными.

Редактирование данных осуществляется либо в процессе, либо после ввода информации в ячейку. Если во время ввода данных допущена ошибка, то она может быть исправлена удалением символов клавишей *BackSpace* и набором данных заново. Для редактирования уже введенных данных нужно или дважды щелкнуть на нужной ячейке, или один раз на ячейке, а второй — в строке формул, где отображается содержимое ячейки.

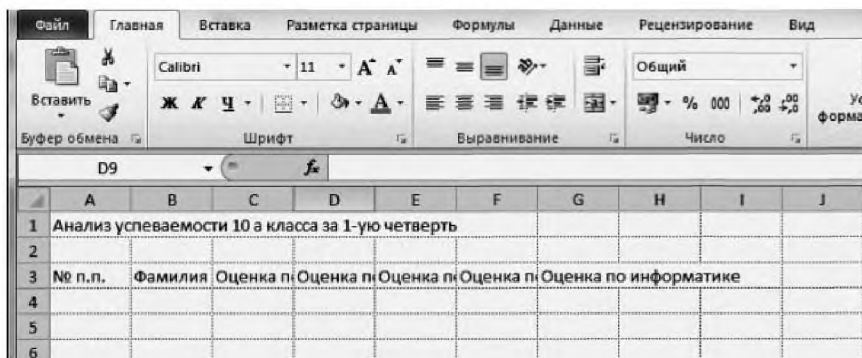
1. Настройка параметров рабочего Листа. Настройка параметров Листа в MS Excel 2010 осуществляется на панели *Разметка страницы*, где можно установить *Темы*, *Параметры страницы*, *Параметры листа* и др.



2. Создание заголовка таблицы. Заголовок таблицы (“шапка”) обычно отражает тип данных в соответствующем столбце. Для создания простого заголовка, состоящего из одной строки, необходимо последовательно вводить заголовок каждого столбца и произвести форматирование ячеек. Например, необходимо создать таблицу анализа успеваемости учеников 10а класса за первую четверть.

№ п.п.	Фамилия Имя	Оценка по русскому языку	Оценка по литературе	Оценка по математике	Оценка по окружающему миру	Оценка по информатике
1	Александров Олег	5	5	4	4	5
2	Арнаутов Николай	3	3	4	3	3
...		...	...	...	...	...

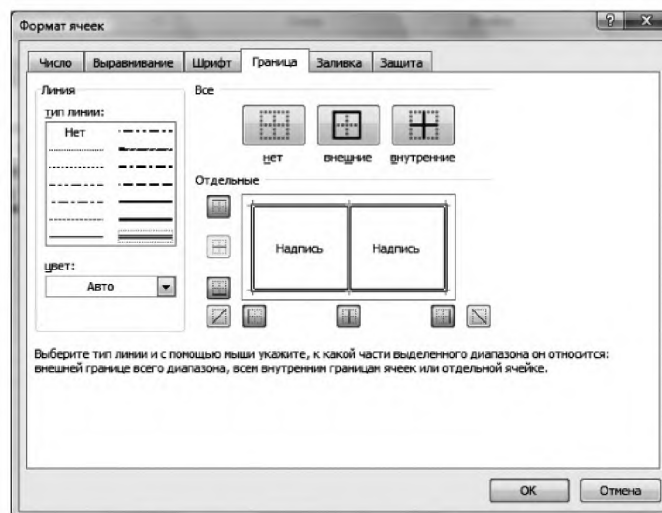
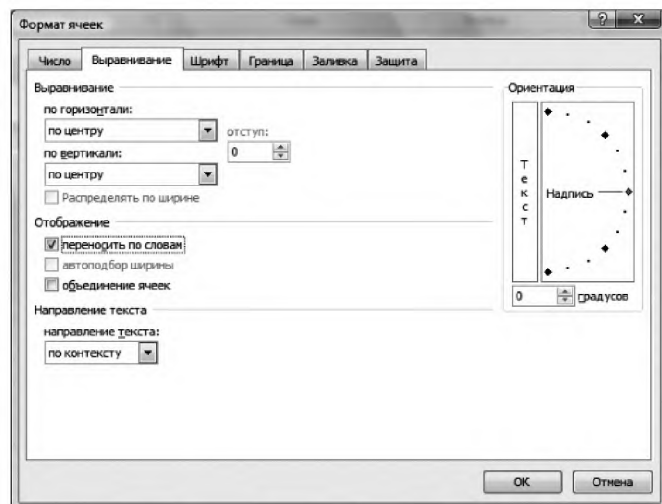
В MS Excel необходимо ввести соответствующее название таблицы и заголовки столбцов, не обращая внимания на то, что содержимое не уместается в ячейки.



Далее необходимо выделить весь заголовок (“шапку”) таблицы (ячейки от А3 до G3) и произвести форматирование ячеек (Главная, группа Число → Формат ячеек ).

В открывшемся интерактивном окне активизировать вкладку Выравнивание и установить параметры (например, Выравнивание: по горизонтали → по центру, по вертикали → по центру, Отображение → переносить по словам). Для обрамления заголовка (“шапки”) активизировать вкладку Граница, выбрать тип и цвет линии, указать стороны для обрамления.

Ширину столбцов установить вручную. Установив указатель мыши между именами столбцов (чтобы указатель принял вид ) и, удерживая левую клавишу, изменить ширину.



А	В	С	Д	Е	Ф	Г
Анализ успеваемости 10 а класса за 1-ую четверть						
№ п.п.	Фамилия Имя	Оценка по русскому языку	Оценка по литературе	Оценка по математике	Оценка по окружающему миру	Оценка по информатике

Многоуровневая “шапка” таблицы создается путем объединения группы смежных ячеек (выделить группу ячеек и активизировать команду *Объединить и поместить в центр* на панели Главная, группа Выравнивание).

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И
1	№ п.п.	Классы	Общее количество учащихся	Показатели элементов творчества					
2				Методика 1	Методика 2	Методика 3			
3				В	Н	В	Н	В	Н
4									

3. Операция копирования. Большое значение при работе с электронными таблицами имеет операция копирования констант, переменных и особенно формул.

Для копирования содержимого любой ячейки (группы ячеек) можно воспользоваться стандартными способами, используя буфер обмена. В таблицах эта операция неудобна из-за того, что процедуру копирования необходимо использовать многократно, обычно для всех смежных ячеек строк или столбцов.

Копирование числовой константы. Установить указатель в копируемую ячейку и переместить в правый нижний угол, чтобы он принял вид черного крестика. Далее, удерживая левую клавишу мыши, протащить указатель вниз или вправо до необходимого количества. Придерживая клавишу *Ctrl* при копировании числовых констант, можно получить арифметическую прогрессию (значение каждой следующей ячейки увеличивается на единицу).

Копирование текстовой константы. Установить указатель в копируемую ячейку и выполнить операцию копирования, как с числовой константой. Если текстовая константа заканчивается

	А
1	1
2	

	А
1	1
2	1
3	1
4	1
5	

	А
1	1
2	2
3	3
4	4

числом (например, Методика 1), то при копировании в смежные ячейки число будет увеличиваться на единицу. Если при копировании удерживать клавишу *Ctrl*, то число увеличиваться не будет.

Копирование формул. Обработка исходных данных осуществляется с помощью формул. Удобство работы в MS Excel заключается в том, что однотипные формулы можно скопировать из ячейки, в которой она записана, и распространить ее на

СЕГОДНЯ					
	A	B	C	D	E
1	Таблица умножения на число				8
2	1	*	8	=	=A2*C2
3	2	*	8	=	
4	3	*	8	=	
5	4	*	8	=	
6	5	*	8	=	
7	6	*	8	=	
8	7	*	8	=	
9	8	*	8	=	
10	9	*	8	=	

	A	B	C	D	E
1	Таблица умножения на число				8
2	1	*	8	=	8
3	2	*	8	=	
4	3	*	8	=	

строку или столбец таблицы. Например, составим таблицу умножения для числа 8. Для этого в ячейку A1 введем выражение “Таблица умножения на число”, в ячейку D1 — число 8, в A2–A10 — цифры с 1 до 9 (можно ввести цифру 1 и воспользоваться операцией копирования числовой константы совместно с клавишей *Ctrl*), в столбец B — знак умножения (можно воспользоваться операцией копирования текстовой константы),

в столбец C — цифру 8, в D — знак =.
Для ввода формулы в ячейку E2 необходимо установить указатель в эту ячейку, набрать =, щелкнуть левой клавишей мыши в ячейку A2, набрать знак *, щелкнуть в ячейку C2. После нажатия на клавишу *Enter* в ячейке E2 отобразится результат. Формулу также можно набрать полностью с клавиатуры (=A2*C2, где A и C — буквы английского алфавита).

Для распространения формулы на весь столбец необходимо воспользоваться операцией копирования (установить указатель в ячейку с формулой (E2), переместить указатель в правый нижний угол ячейки, чтобы он принял вид черного крестика и, удерживая левую клавишу мыши, протащить указатель вниз до окон-

чания таблицы. Формула (=A2*C2) содержит ссылки на адреса ячеек, которые в процессе копирования автоматически меняются относительно соответствующих строк (*относительные ссылки*).

Абсолютные ссылки используются в том случае, когда при копировании формулы адрес ссылки менять не следует. Например, необходимо сделать

более универсальной таблицу умножения на любое число, т. е., при изменении числа в ячейке D1 столбец C должен измениться автоматически. Для этого в ячейку C2 необходимо ввести формулу (=D\$1), абсолютно зафиксировав строку 1 (для облегчения выполнения данной операции можно после знака равно указать ячейку D1, щелкнув по ней левой клавишей мыши и в строке формул ввести символ \$ в адресе), и скопировать ее на весь столбец C. Теперь при изменении числа в ячейке D2 таблица будет автоматически пересчитываться.

В абсолютных ссылках можно фиксировать строку (например, D\$1), столбец (\$D1) или то и другое (\$D\$1) в зависимости от решаемой задачи. Например, составим общую таблицу умножения Пифагора, в которой по горизонтали и по вертикали расположены числа натурального ряда, а на пересечении столбцов и строк стоят их произведения. Диагональ таблицы образуют квадраты чисел.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81

Для автоматизации данной задачи в электронных таблицах необходимо: заполнить одну строку (например, строку 1) числами от 1 до 9 (ввести в ячейку B1 число 1 и воспользоваться процедурой копирования числовой константы, удерживая клавишу *Ctrl*). Аналогично заполнить столбец A, начиная с адреса A2 числами от 1 до 9. В ячейку B2 ввести формулу ($=\$A2*B\1), которая при копировании фиксирует строку 1 и столбец A. Скопировать формулу вправо, затем вниз.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		1								
2	1	=A2*B\$1								
3	2									
4	3									
5	4									
6	5									
7	6									
8	7									
9	8									
10	9									

4. Работа с функциями. Функции облегчают обработку табличной информации при их использовании в формулах. В Microsoft Excel имеется огромная библиотека функций, классифицированная по категориям (панель *Формулы*, группа *Библиотека функций*). Для получения всего перечня функций и их описаний необходимо обратиться в справку Microsoft Excel , выбрать пункт *Справка по функциям* — *Список функций листа (по категориям)* или *Список функций листа (по алфавиту)*.

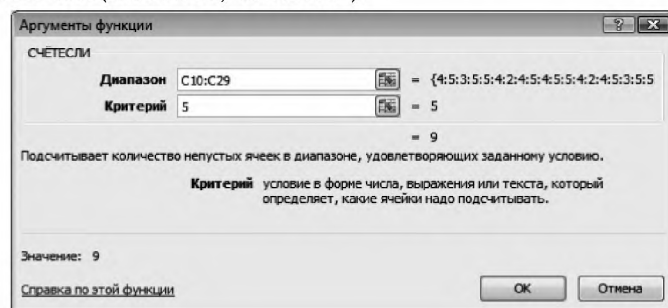
	A	B	C	D
9	№	Фамилия, Имя ученика	Оценка	Подпись преподавателя
10	1	Александров Олег	4	
11	2	Арнаутов Николай	5	
12	3	Волга Николай	3	
13	4	Глазов Валентин	5	
27	18	Севостьянов Олег	5	
28	19	Селезнев Василий	неявка	
29	20	Соколова Анна	4	
30		Оценка	Количество	
31		Отлично		
32		Хорошо		
33		Удовлетворительно		
34		Неудовлетворительно		
35		Не явились		

При работе с функциями нужно следовать инструкциям *Мастера функций*, который появляется при нажатии кнопки *Вставить функцию*. Например, при обработке экзаменационной ведомости по учебному предмету необходимо, чтобы компьютер автоматически посчитал количество отличных, хороших, удовлетворительных, неудовлетворительных оценок и количество не явившихся на экзамен.

Воспользуемся статистической функцией **СЧЁТЕСЛИ** (Диапазон; Критерий), которая подсчитывает количество ячеек в диапазоне по заданному пользователем критерию (*Формулы* → группа *Библиотека функций* → *Другие функции* → *Статистические* → **СЧЁТЕСЛИ()**).

В открывшемся диалоговом окне *Аргументы функции* указать диапазон ячеек (указывается выделением области ячеек с помощью мыши или вводится с клавиатуры) и критерий под-

счета (так, для подсчета количества отличных оценок конечная формула будет выглядеть =СЧЁТЕСЛИ(C10:C29;5), где C10:C29 — диапазон ячеек, содержащих оценки по русскому языку, 5 — критерий счета). Аналогично можно подсчитать количество хороших, удовлетворительных и неудовлетворительных оценок. Формула для подсчета количества учеников, не явившихся на экзамен, будет выглядеть следующим образом: =СЧЁТЕСЛИ(C10:C29;“неявка”).



29	20	Соколова Анна	4
30		Оценка	Количество
31		Отлично	=СЧЁТЕСЛИ(C10:C29;5)
32		Хорошо	
33		Удовлетворительно	
34		Неудовлетворительно	
35		Не явились	

5. Работа с диаграммами. Microsoft Excel предоставляет большие возможности наглядного представления информации с помощью графиков и диаграмм (*Вставка* → группа *Диаграммы*). Любая диаграмма создается на основе предварительно созданных исходных данных. Например, для вывода графика функции $y = x^2$ в интервале $[-5, 5]$ с шагом 0,5 необходимо выполнить следующие действия:

— в столбец, предназначенный для исходных данных, ввести значения x в интервале $[-5, 5]$ с шагом 0,5 (для упрощения можно ввести два значения из ряда, выделить обе ячейки и воспользоваться операцией копирования);

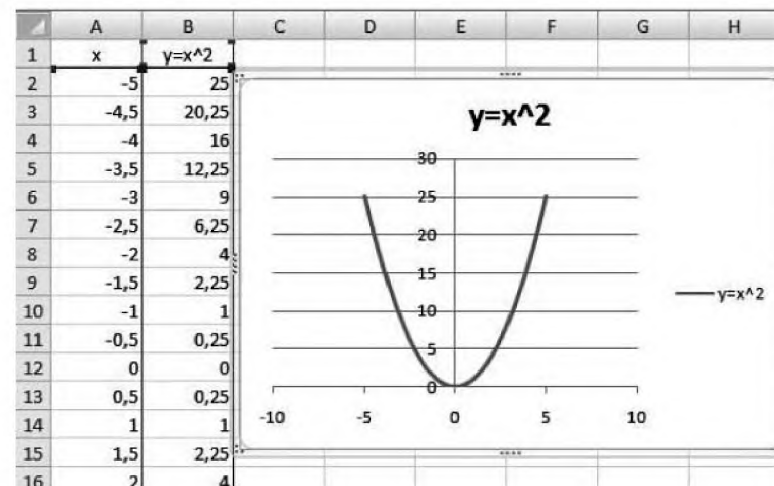
— в столбец для вычисления x^2 по правилам MS Excel ввести формулу вычисления и, воспользовавшись операцией копирования, распространить формулу для всех значений;

— выделить всю область с данными (в нашем случае A1:B22) и построить график функции (*Вставка* → группа *Диаграммы* → *Точечная* → *Точечная с гладкими кривыми*).

К полученному графику можно применить различные стили, цвета, макеты и т. д.

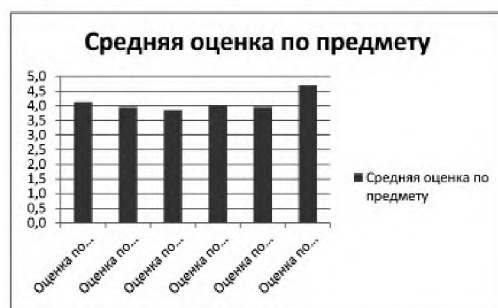
A	B
x	y=x^2
-5	
-4,5	

A	B
x	y=x^2
-5	=A2^2
-4,5	
-4	
-3,5	

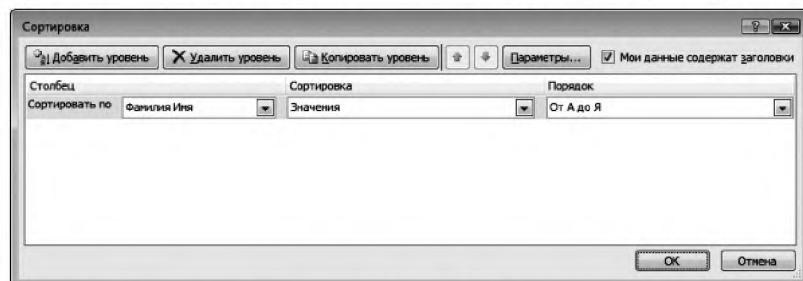


Аналогично строятся диаграммы для наглядного представления различных данных, в том числе и учебного процесса. Например, для наглядного представления средних значений оценок по предметам в сводной ведомости необходимо выделить области для построения диаграммы (выделить “шапку” таблицы от B4 до H4; удерживая клавишу *Ctrl*, выделить средние оценки (ячейки от B25 до H25)) и построить диаграмму (*Вставка* → *Гистограмма* → *Гистограмма с группировкой*).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	№ п.п.	Фамилия Имя	Оценка по русскому языку	Оценка по литературе	Оценка по математике	Оценка по окружающему миру	Оценка по информатике	Оценка по рисованию	Средняя оценка ученика
4									
5	1	Александров Олег	5	5	4	4	5	5	4,7
6	2	Арнаутов Николай	3	3	4	3	3	5	3,5
7	3	Волга Николай	4	3	4	3	3	4	3,5
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
23	19	Селезнев Василий	3	4	4	4	4	5	4,0
24	20	Соколова Анна	4	4	4	4	4	5	4,1
25		Средняя оценка по предмету	4,1	3,9	3,8	4,0	4,0	4,7	4,1



6. Сортировка и фильтрация данных. Сортировка и фильтрация данных в MS Excel осуществляется при помощи панели **Данные**, группа **Сортировка и фильтр**. При активизации команды сортировки **А Я**, в появившемся интерактивном окне “Сортировка” необходимо установить соответствующие параметры.



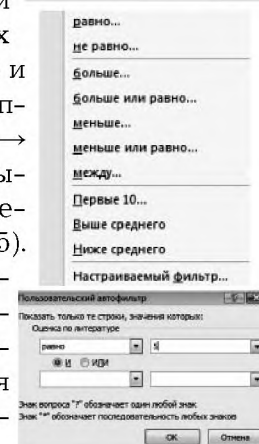
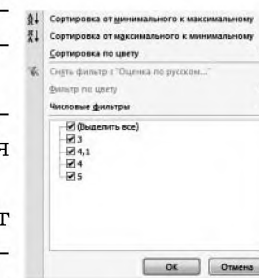
Фильтрация данных необходима для отбора и представления данных, соответствующих какому-либо критерию. Для активизации команды фильтрации **А Я** указатель мыши должен находиться в области таблицы.

№ п.п.	Фамилия Имя	Оценка по русскому языку	Оценка по литературе	Оценка по математике	Оценка по окружающему миру	Оценка по информатике
--------	-------------	--------------------------	----------------------	----------------------	----------------------------	-----------------------

При этом в заголовке (“шапке”) таблицы в каждом столбце появится кнопка выбора критерия.

Для установки критериев отбора данных таблицы нужно отмечать элементы для вывода.

Пункт **Числовые фильтры** позволяет установить более сложные фильтры отбора данных. Например, необходимо вывести на экран фамилии всех учеников, у которых оценка по русскому языку выше среднего и оценка по литературе равна 5 (выбрать кнопку фильтрации оценок по русскому языку → **Числовые фильтры** → **Выше среднего**, выбрать кнопку фильтрации оценок по литературе → **Числовые фильтры** → **равно** → 5). После установки критериев фильтрации данных на экран будут выведены все строки таблицы, соответствующие критериям, а кнопка принимает следующий вид **А Я**. Для снятия фильтров необходимо повторно ее активизировать и выбрать пункт **Выделить все**.



Вопросы для самопроверки

1. Из каких элементов состоит рабочая область программы Microsoft Excel? Перечислите их назначение.
2. Какие команды можно выполнять на панелях *Главная*, *Вставка*, *Разметка страницы*, *Формулы*, *Данные*, *Вид*?
3. Объясните принцип создания простого и многоуровневого заголовка (“шапка”) таблицы в Microsoft Excel.
4. Какие действия можно осуществлять в режиме формата ячеек?

5. Объясните принцип копирования ячеек в Microsoft Excel.
6. Что такое формула в Microsoft Excel?
7. Объясните особенности использования абсолютных и относительных ссылок в формулах Microsoft Excel.
8. Объясните принцип создания диаграмм в Microsoft Excel.
9. Для чего необходимы режимы сортировки и фильтрации данных в Microsoft Excel.

Задания для самостоятельной работы

Задание 1

1. С использованием центрирования и переноса по словам создать следующую таблицу:

**Затраты на канцелярские товары учебного заведения
за 1-й квартал**

№ п.п.	Наименование товара	Единица измерения	Цена за ед. в руб.	Количество	Всего
1.	Бумага офсетная А4	Пачка	110	10	
2.	Карандаш	Шт.	4	45	
...		...	...	...	
ИТОГО:					

2. Ввести 10 или более наименований.
3. В столбце “Всего”, используя формулу, вычислить сумму по каждой позиции. Используя функцию СУММА(), вычислить итоговую сумму по столбцу “Всего”.

Задание 2

1. С использованием объединения ячеек, центрирования и переноса по словам создать следующую таблицу:

Циклы дисциплин	Объем фонда учебной и учебно-методической литературы (количество)			
	Учебная		Учебно-методическая	
	названий	экземпляров	названий	экземпляров
Общие гуманитарные и социально-экономические	455	5130	325	4587

Окончание

Циклы дисциплин	Объем фонда учебной и учебно-методической литературы (количество)			
	Учебная		Учебно-методическая	
	названий	экземпляров	названий	экземпляров
Общие математические и естественно-научные	165	2025	87	608
Общепрофессиональные и специальные	1648	11174	343	9326
Итого:				

2. Ввести произвольные данные по количеству названий и экземпляров. Используя формулу СУММА, вычислить итоговую строку.

Задание 3

1. По приведенной ниже таблице ввести произвольные данные длины пути и времени и вычислить среднюю скорость движения по формуле $\text{Скорость} = \text{Длина пути} / \text{Время}$.

Длина пути в км	Время в пути в ч	Средняя скорость в км/ч

2. Построить таблицу значений периметра и площади прямоугольника при изменении длин сторон от 1 см до 10 см с шагом 1 см.

Сторона a	Сторона b	Периметр P	Площадь S

3. Построить график значений периметра и площади прямоугольника в зависимости от изменения одной длины стороны, от изменения длин двух сторон.

Задание 4

Пользуясь данными приведенной ниже таблицы, построить диаграмму, характеризующую соотношение между неме-

трическими единицами длины. Подобрать самый целесообразный тип диаграммы.

Единицы	Значение в мм
Сотка	21,336
Аршин	713,20
Четверть	177,80
Вершок	44,45
Фут	304,80
Дюйм	25,40

2. Построить график изменения температуры воздуха за неделю (данные ввести произвольно).

3. Ввести данные об изменении курса доллара за последние месяцы (произвольные). Построить график изменения курса.

4. По данным книжки по уплате за электроэнергию построить график расхода электроэнергии вашей семьей в течение года. Определить разницу в расходе электроэнергии в летние и зимние месяцы.

5. Построить круговую диаграмму для территории и численности населения в административных округах Москвы. Выбрать наиболее оптимальный макет.

Административный округ	Территория (кв. км)	Численность населения (тыс. чел.)
Центральный	66,2	742,7
Северный	113,7	1114,6
Северо-Западный	93,3	924,4
Северо-Восточный	101,9	1366,3
Южный	131,8	1703,9
Юго-Западный	111,4	1366,3
Юго-Восточный	117,6	1313,8
Западный	153	1299,3
Восточный	154,8	1459
Зеленоградский	37,2	226,5
Новомосковский	360	113,6
Троицкий	1060	86,8

6. Построить график функции $y = \sin(x^2)$ при изменении значений x в интервале $[-5; 5]$ с шагом 0,5.

Задание 5

1. Создать бланк экзаменационной ведомости по следующему образцу:

	A	B	C	D	E
1	Название учебного заведения				
2					
3			Шифр группы (класса):		
4					
5	ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ВЕДОМОСТЬ № 111				
6					
7		Учебная дисциплина:	Русский язык		
8		Преподаватель:	Иванов А.А.		
9		Начало экз.			
10		Конец экз.			
11	№	Фамилия, Имя ученика	Номер зачетной книжки	Оценка	Подпись преподавателя
12	1	Александров Олег	1244-09	4	

2. Ввести данные для 20 учащихся. Вывести в конце таблицы количество учеников, получивших оценки: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно, и количество не явившихся на экзамен, а также процент, который составляют эти оценки от общего числа.

31	20	Соколова Анна		4	
32		Оценка		Количество	%
33		Отлично			
34		Хорошо			
35		Удовлетворительно			
36		Неудовлетворительно			
37		Не явились			

3. Построить круговую диаграмму, отражающую процентное соотношение оценок, полученных учениками.

Задание 6

Из архива заданий открыть документ Задания Excel (папка Excel) и выполнить все задания, находящиеся в Листах 1–9 рабочей книги.

Лабораторная работа № 5.

Использование электронных таблиц для анализа педагогических измерений в среде MS Office Excel 2010

Цель работы: изучить возможности использования электронных таблиц MS Excel 2010 для анализа и обработки педагогических измерений.

Под педагогическими измерениями понимают операции присвоения числовых показателей объектам и их свойствам в соответствии с определенными правилами. Уровень знаний или умений учеников, их моральные качества, дисциплинированность и другие данные могут быть измерены и оценены на основе деятельности учащихся, их ответов на вопросы, решения задач и т. д.

MS Office Excel имеет большие возможности для проведения анализа и наглядного представления учебной деятельности по отдельному разделу, предмету, ученику, классу, учебному заведению. Лабораторная работа описывает возможности MS Excel по обработке и анализу исходных данных.

Рекомендации к выполнению лабораторной работы

Проведем анализ успеваемости первых классов (1а, 1б, 1в, 1г) начальной школы по окончании первой четверти. Для наглядного представления процесса выполнения данного задания рекомендуется из архива заданий открыть документ “Успеваемость 1 классов 1 четв” (папка Excel), а также самостоятельно выполнить все нижеперечисленные рекомендации.

1. Создать Книгу Microsoft Excel с именем “Успеваемость 1 классов 1 четв”, Лист1 переименовать в “1а кл” и создать табли-

цу с исходными данными, перечислив в столбцах названия изучаемых предметов, в строках фамилии и имени учащихся и их отметки по соответствующим предметам. Используя статистическую функцию СРЗНАЧ(), вычисляющую среднее значение в указанном диапазоне ячеек, можно вычислить среднюю оценку каждого ученика и среднюю оценку класса по каждому предмету.

Анализ успеваемости 1а класса за 1-ю четверть

№ п.п.	Фамилия Имя	Оценка по русскому языку	Оценка по литературе	...	Оценка по рисованию	Средняя оценка ученика
1	Александров Олег	5	5	...	5	4,7
2	Арнаутов Николай	3	3	...	5	3,5
...	...	...	...	...	...	...
	Средняя оценка по предмету	4,1	3,9	...	5	4,1

Для ввода исходных данных для остальных классов удобно Лист “1а кл” скопировать на другие листы (удерживая клавишу *Ctrl*, перетащить ярлычок копируемого Листа на новое место или выбрать из контекстного меню пункт *Переместить или скопировать...* → *Создать копию*), переименовать листы и отредактировать исходные данные.

Используя исходные данные любой таблицы, можно организовать наглядное представление успеваемости с помощью диаграмм (см. Лист “1а кл” и Лист “Анализ” документа “Успеваемость 1 классов 1 четв” из архива заданий (папка Excel)).

2. С целью анализа, наглядного представления и сравнения успеваемости всех классов можно создать сводную таблицу, отражающую средние оценки классов по учебным предметам. Для этого необходимо на новом Листе создать таблицу и связать ее с данными классов, находящимися на соответствующих Листах.

Для заполнения данной таблицы в ячейку средней оценки по русскому языку 1а класса (в нашем случае ячейка С5) нужно

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		Итоговая таблица успеваемости в 1-х класса за первую четверть 2013/2014 уч. года						
3								
4	№ п.п.	Класс	Ср. оценка по русскому языку	Ср. оценка по литературе	Ср. оценка по математике	Ср. оценка по окружающему миру	Ср. оценка по информатике	Ср. оценка по рисованию
5	1	1а	4,1	3,9	3,8	4,0	4,0	4,7
6	2	1б	4,1	3,9	4,0	4,0	3,9	4,6
7	3	1в	4,3	4,2	4,0	4,2	4,2	4,8
8	4	1г	4,1	3,9	3,8	4,0	4,0	4,7
9								

ввести знак =, перейти на Лист “1а кл” (щелкнуть по ярлычку Листа), указать на ячейку, содержащую среднюю оценку по русскому языку, и нажать *Enter*. В результате средняя оценка с Листа “1а кл” отразится в итоговой таблице. Воспользовавшись операцией копирования, распространить формулу на всю строку. Аналогичным образом заполнить все строки.

Для наглядного представления данной таблицы необходимо: выделить таблицу (кроме столбца “№ п.п.”) → *Вставка* → *Гистограмма* (выбрать тип диаграммы).

Аналогичным образом можно получить наглядное представление любого направления учебно-воспитательного процесса.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой педагогическое измерение?
2. Охарактеризуйте возможности Microsoft Excel в обработке и наглядном представлении педагогических измерений.
3. Какие еще программные средства можно использовать для обработки педагогических измерений?

Задания для самостоятельной работы

Задание 1

1. Создать документ Microsoft Excel с именем “Анализ успеваемости 4-х классов за 1-ю четверть”.
2. Смоделировать таблицу исходных данных для классов: 4а кл. — 15 чел., 4б кл. — 15 чел., 4в кл. — 12 чел. — по предме-

там: Литературное чтение, Математика и ИКТ, Музыка, Русский язык, Физическая культура, Английский язык, Окружающий мир, Рисование.

3. Ввести отметки и вычислить среднюю отметку по каждому предмету и среднюю отметку каждого ученика для всех классов.

4. На листе каждого класса вывести диаграмму успеваемости учеников по предметам и диаграмму средних оценок учеников.

5. На новом Листе создать сводную таблицу, отражающую средние оценки классов по предметам. По ее данным на отдельном Листе вывести диаграмму успеваемости.

Задание 2

1. Создать документ с именем “Успеваемость по предмету”, Лист1 переименовать на “Данные по предмету”, Лист2 — на “Средняя оценка”, Лист3 — на “Анализ данных по классу”.

2. На Листе “Данные по предмету” создать таблицу с данными по предмету для одного класса с 15 учениками.

Анализ успеваемости 4а класса по русскому языку

№ п.п.	Фамилия Имя	Первая четверть	Вторая четверть	Третья четверть	Четвертая четверть	Годовая оценка
1	Александров Олег	5	4	5	5	
2	Арнаутов Николай	4	4	3	4	
...	...	...	...	...	...	...

3. Ввести отметки учеников по всем четвертям. Вычислить среднюю оценку класса за каждую четверть и годовую оценку (средняя оценка за все четверти).

4. На Листе “Средняя оценка” вывести диаграмму, отражающую средние оценки класса по четвертям (перейти на Лист “Средняя оценка” → *Вставка* → *Гистограмма* → Выбрать тип диаграммы (например, *Гистограмма с группировкой*) → *Выбрать данные* → перейти на Лист “Данные по предмету” → выделить в заголовке таблицы только четверти, далее, удерживая

клавишу *Ctrl*, выделить средние отметки → *OK*). Выбрать наиболее наглядный макет диаграммы.

5. На Листе “Анализ данных по классу” вывести диаграмму, отражающую успеваемость каждого ученика по всем четвертям учебного года. Выбрать наиболее наглядный макет диаграммы.

Задание 3

1. Создать документ с именем “Педагогическая нагрузка”. Создать таблицу примерной педагогической нагрузки учебного заведения.

№ п.п.	ФИО учителя	Учебный предмет	Класс	Количество аудиторных часов				Итого
				1 четв.	2 четв.	3 четв.	4 четв.	
1	Иванов А.И.	Физическая культура	5а	24	24	20	18	
2	Иванов А.И.	Безопасность жизнедеятельности	5а	12	12	10	8	
3	Воронова А.А.	Русский язык	10а	24	24	20	18	
4	Воронова А.А.	Литература	10а	24	24	20	18	
5	Ковалев И.А.	Физика	11а	18	18	18	18	
6	Ковалев И.А.	Физика	11б	18	18	18	18	
7	Иванов А.И.	Физическая культура	5б	24	24	20	18	
8	Иванов А.И.	Безопасность жизнедеятельности	5б	12	12	10	8	

2. Ввести до 25 записей.

3. Вычислить итоговые значения для каждой строки и для каждой четверти.

4. Отсортировать таблицу по столбцу “ФИО учителя”.

5. Используя команду *Промежуточный итог* (вкладка *Данные*, группа *Структура*), вычислить нагрузку для каждого учителя.

6. Установить фильтр и посмотреть нагрузку каждого учителя.

Лабораторная работа № 6. Обработка результатов педагогических исследований статистическими методами в среде Microsoft Excel 2010

Цель работы: привить умения и навыки использования MS Excel 2010 для обработки результатов педагогических исследований статистическими методами.

Целью любого педагогического эксперимента является экспериментальное подтверждение гипотезы исследования, т. е. обоснование того, что предлагаемое педагогическое воздействие (например, новые содержание, формы, методы, средства обучения и т. д.) более эффективно, чем другие. Основным способом обработки полученных данных является статистическая обработка педагогических материалов.

В данной работе рассмотрено применение статистических методов для решения типовых задач анализа данных в педагогических исследованиях.

Рекомендации к выполнению лабораторной работы

Определение достоверности совпадений и различий для экспериментальных данных, измеренных по шкале отношений. Например, имеется экспериментальная группа, состоящая из 20 человек ($N = 20$), и контрольная группа, состоящая из 25 человек ($M = 25$). В результате проведенного тестирования по определенному предмету (тест состоит из 30 заданий) проверили уровень знаний учащихся (количество правильных ответов каждого). Результаты измерений уровня знаний в контрольной и экспериментальной группах внесли в таблицу. После этого в одной из групп применили экспериментальную методику обучения, а в другой оставили традиционную. По окончании эксперимента учащихся повторно тестировали, результаты также были внесены в таблицу. Следует определить эффективность экспериментальной методики обучения по отношению с традиционной.

№ п.п.	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	До начала эксперимента	После эксперимента	До начала эксперимента	После эксперимента
1	25	25	24	26
2	18	19	16	19
...	...	...	...	..
25	21	19		

Для проверки гипотезы о совпадении характеристик двух групп данных, измеренных в шкале отношений, целесообразно использовать либо критерий Крамера-Уэлча, либо критерий Вилкоксона-Манна-Уитни.

Критерий Крамера-Уэлча, как известно, предназначен для проверки гипотезы о равенстве средних (строго говоря, математических ожиданий) двух выборок.

Для вычисления эмпирического значения данного критерия необходимо знать: объем выборок N и M (в нашем случае 20 и 25), выборочных средних $\bar{x}$ и $\bar{y}$ и выборочных дисперсий D_x и D_y сравниваемых выборок. Алгоритм определения достоверности совпадений и различий характеристик сравниваемых выборок для экспериментальных данных, измеренных в шкале отношений с помощью критерия Крамера-Уэлча, заключается в следующем:

1. Вычислить для сравниваемых выборок эмпирическое значение критерия Крамера-Уэлча ($T_{эмп}$) по формуле:

$$T_{эмп} = \frac{\sqrt{M \cdot N} |\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{M \cdot D_x + N \cdot D_y}}$$

и сравнить с критическим значением.

В Microsoft Excel:

- корень квадратный извлекается с помощью математической функции =КОРЕНЬ(Число);
- среднее значение в каком-либо диапазоне — с помощью статистической функции =СРЗНАЧ(Диапазон ячеек);
- модуль (абсолютная величина $|\bar{x} - \bar{y}|$) =ABS(Число);
- дисперсия по выборке — с помощью статистической функции =ДИСП.В(Диапазон ячеек).

Для упрощения вычисления эмпирического значения ($T_{эмп}$), чтобы не загромождать формулу, рекомендуется отдельно вычислить средние значения и дисперсии выборки экспериментальной и контрольной групп до и после эксперимента (установить указатель в ячейку для вычисления среднего значения контрольной группы до эксперимента → вызвать функцию

СРЗНАЧ() → при необходимости указать диапазон ячеек (обычно MS Excel определяет его автоматически) → скопировать формулу для всех столбцов таблицы). Аналогично вычислить дисперсии выборки. В результате произведенных действий получим вычисленные элементы: $\bar{x}$, $\bar{y}$, D_x , D_y .

Тогда Excel-формула вычисления $T_{эмп}$ до эксперимента для нашей таблицы будет выглядеть следующим образом:

$$= \text{КОРЕНЬ}(25 \cdot 20) \cdot \text{ABS}(B29 - D29) / \text{КОРЕНЬ}(25 \cdot D30 + 20 \cdot B30),$$

а результат $T_{эмп} = 0,16$.

2. Сравнить полученное значение с критическим значением $T_{0,05} = 1,96$: если $T_{эмп} \leq 1,96$, то сделать вывод: “характеристики сравниваемых выборок совпадают на уровне значимости 0,05”; если $T_{эмп} > 1,96$, то сделать вывод: “достоверность различий характеристик сравниваемых выборок составляет 95%”. В нашем случае гипотеза о совпадении характеристик контрольной и экспериментальной групп до начала эксперимента принимается на уровне значимости 0,05.

3. Сравнить характеристики контрольной и экспериментальной групп после окончания эксперимента. Для этого необходимо вычислить $T_{эмп}$ после эксперимента по аналогичной формуле

$$= \text{КОРЕНЬ}(25 \cdot 20) \cdot \text{ABS}(C29 - E29) / \text{КОРЕНЬ}(25 \cdot E30 + 20 \cdot C30).$$

	A	B	C	D	E
1	Результаты измерений уровня знаний в контрольной и экспериментальной группах до и после эксперимента				
2	№ п.п.	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
3		До эксперимента	После эксперимента	До эксперимента	После эксперимента
4	1	25	25	24	26
5	2	18	19	16	19
6	3	19	18	19	25
7	4	18	17	17	20
8	5	10	18	11	16
9	6	8	6	19	21
10	7	25	13	25	23
11	8	28	28	18	17
12	9	18	19	16	24
13	10	12	12	23	27
14	11	25	20	27	29
15	12	16	14	29	30
16	13	23	19	25	22
17	14	24	23	21	25
18	15	24	29	19	30
19	16	29	22	29	28
20	17	17	21	18	24
21	18	18	16	16	26
22	19	21	22	19	28
23	20	22	18	22	23
24	21	25	23		
25	22	26	17		
26	23	23	25		
27	24	15	18		
28	25	21	19		
29	Среднее	=СРЗНАЧ(B4:B28)			
30	Дисперсия				
29	Среднее	20,4	19,24	20,65	24,15
30	Дисперсия	29,50	25,27	22,77	16,66

В результате получим $T_{\text{эмп}} = 3,62 > 1,96$, следовательно, достоверность различий характеристик контрольной и экспериментальной групп после окончания эксперимента составляет 95%.

Таким образом, начальные (до начала эксперимента) состояния экспериментальной и контрольной групп совпадают, а конечные (после окончания эксперимента) — различаются. Следовательно, можно сделать вывод, что эффект изменений обусловлен именно применением экспериментальной методики обучения.

Критерий Вилкоксона-Манна-Уитни оперирует не с абсолютными значениями элементов двух выборок, а с результатами их парных сравнений. Эмпирическое значение критерия Вилкоксона $W_{\text{эмп}}$ вычисляется по формуле

$$W_{\text{эмп}} = \frac{\left| \frac{N \cdot M}{2} - U \right|}{\sqrt{\frac{N \cdot M \cdot (N+M+1)}{12}}},$$

где U — эмпирическое значение критерия Манна-Уитни, которое вычисляется по следующему алгоритму: для каждого члена экспериментальной группы подсчитывается число членов контрольной группы, ответивших на строго большее число заданий, и прибавляется полусумма числа членов контрольной группы, ответивших на такое же количество заданий. Сумма полученных чисел членов экспериментальной группы дает эмпирическое значение критерия Манна-Уитни U .

В Microsoft Excel для вычисления значения U до и после эксперимента рекомендуется ввести в таблицу дополнительные столбцы ($U1_i$ — до эксперимента и $U2_i$ — после эксперимента).

Для подсчета воспользуемся статистической функцией СЧЁТЕСЛИ(Диапазон; Критерий). В нашем случае полная формула будет иметь следующий вид:

$=\text{СЧЁТЕСЛИ}(\text{B\$4:B\$28}; ">"\&\text{D4}) + \text{СЧЁТЕСЛИ}(\text{B\$4:B\$28}; \text{D4})/2$.

F4		=СЧЁТЕСЛИ(B\$4:B\$28;">"&D4)+СЧЁТЕСЛИ(B\$4:B\$28;D4)/2										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	Результаты измерений уровня знаний в контрольной и экспериментальной группах до и после эксперимента											
2	№ п.п.	Контрольная группа		Экспериментальная группа		U1 до	U2 после					
3		До	После	До	После	эксперим	эксперим					
4		эксперимента	эксперимента	эксперимента	эксперимента	ента	ента					
5		1	25	25	24	26						
6		2	18	19	16	19						
7	=СЧЁТЕСЛИ(B\$4:B\$28;">"&D4)+СЧЁТЕСЛИ(B\$4:B\$28;D4)/2											

Чтобы формулу можно было скопировать на все строки, необходимо использовать абсолютную ссылку для закрепления диапазона ячеек (B\$4:B\$28). Поскольку критерий при первом использовании функции должен работать по условию, необходимо воспользоваться макроподстановкой (" $>$ "&D4). Данную формулу можно ввести вручную или воспользоваться мастером ввода функций (вызвать функцию СЧЁТЕСЛИ → указателем выделить в таблице необходимый диапазон (в нашем случае ячейки от B4 до B28) → для закрепления диапазона ввести символ \$ в ссылках (B\$4:B\$28) → ввести критерий подсчета (в нашем случае " $>$ "&D4) и нажать OK. Для прибавления оставшейся полусуммы числа членов контрольной группы, ответивших на такое же количество заданий, необходимо дополнить формулу (нажать клавишу F2 для редактирования формулы непосредственно в ячейке или в строке формул набрать знак + → вызвать функцию СЧЁТЕСЛИ → указателем выделить в таблице необходимый диапазон (в нашем случае ячейки от B4 до B28) → ввести символ \$ в ссылки (B\$4:B\$28) → перейти в поле Критерий → указать ячейку с критерием (в нашем случае D4) → нажать OK → ввести в конце формулы деление на 2 (/2)). После нажатия на клавишу Enter результат можно скопировать на все строки таблицы и на соседний столбец. Автосумма по столбцам даст эмпирическое значение критерия Манна-Уитни до и после эксперимента. Далее необходимо вычислить эмпирическое значение критерия Вилкоксона $W_{\text{эмп}}$ до и после эксперимента.

28	25	21	19									
29	U						251,5	110				
30	Wэмп						=ABS(20*25/2-F29)/КОРЕНЬ(20*25*(20+25+1)/12)					

В результате подсчетов получили, что до эксперимента $W_{\text{эмп}} = 0,034 \leq 1,96$, и, следовательно, гипотеза о том, что сравниваемые выборки совпадают, принимается на уровне значимости 0,05, а после эксперимента $W_{\text{эмп}} = 3,1978 > 1,96$, а значит, достоверность различий сравниваемых выборок составляет 95%.

Следовательно, можно сделать вывод, что эффект изменений обусловлен именно применением экспериментальной методики обучения.

Определение достоверности совпадений и различий для экспериментальных данных, измеренных в порядковой шкале.

Для примера рассмотрим случай, когда используется порядковая шкала с L различными баллами. Характеристикой группы будет число ее членов, набравших тот или иной балл.

Для экспериментальной группы вектор баллов $n = (n_1, n_2, \dots, n_L)$, где n_k — число членов экспериментальной группы, получивших k -й балл, $k = 1, 2, \dots, L$. Для контрольной группы вектор баллов $m = (m_1, m_2, \dots, m_L)$, где m_k — число членов контрольной группы, получивших k -й балл, $k = 1, 2, \dots, L$.

Рассмотрим пример, когда до эксперимента уровень знаний по результатам контрольной работы, состоящей из 10 задач, определялся как “низкий” (было решено до 5 задач), “средний” (было решено от 6 до 8 задач) и “высокий” (было решено более 8 задач), т. е. $L = 3$. После проведения экспериментальной методики повторно проверили уровень знаний.

Результаты измерений уровня знаний в контрольной и экспериментальной группах до и после эксперимента занесли в таблицу.

№	A	B	C	D	E	F
1		Кол-во человек в эксп. группе	N =	25		
2		Кол-во человек в контр. группе	M =	30		
3		Уровень знаний	Контрольная группа до начала эксперимента (чел.)	Экспериментальная группа до начала эксперимента (чел.)	Контрольная группа после окончания эксперимента (чел.)	Экспериментальная группа после окончания эксперимента (чел.)
4		Низкий	13	12	13	5
5		Средний	12	8	12	8
6		Высокий	5	5	5	12

Как известно, для данных, измеренных в порядковой шкале, целесообразно использовать критерий однородности χ^2 (хи-квадрат), эмпирическое значение $\chi^2_{\text{эмп}}$ которого вычисляется по следующей формуле¹:

¹ Критерий хи-квадрат применим при условии, что для любого значения балла в любой из сравниваемых выборок не менее пяти ее членов получили данный балл, т. е.: $n_i \geq 5, m_i \geq 5, i = 1, 2, \dots, L$. Кроме того, желательно, чтобы число градаций L было не менее трех. Если $L = 2$, т. е. используется дихотомическая шкала (“да” — “нет”, “решил” — “не решил” и т. д.), то можно применять критерий Фишера (см. далее).

$$\chi^2_{\text{эмп}} = N \cdot M \cdot \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{\frac{n_i}{N} + \frac{m_i}{M}}.$$

Критические значения критерия χ^2 для уровня значимости $\alpha = 0,05$ можно найти практически в любом учебнике по статистическим методам или в специальных статистических таблицах.

L-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\chi^2_{0,05}$	3,84	5,99	7,82	9,49	11,07	12,59	14,07	15,52	16,92

Алгоритм определения достоверности совпадений и различий для экспериментальных данных, измеренных в порядковой шкале, заключается в следующем:

1. Вычислить для сравниваемых выборок $\chi^2_{\text{эмп}}$ — эмпирическое значение критерия χ^2 по вышеуказанной формуле.

Для удобства вычисления эмпирического значения χ^2 создадим дополнительную таблицу, отражающую отдельно значения

$$\frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{\frac{n_i}{N} + \frac{m_i}{M}}.$$

СЕГОДНЯ						
№	A	B	C	D	E	F
1		Кол-во человек в эксп. группе	N =	25		
2		Кол-во человек в контр. группе	M =	30		
3		Уровень знаний	Контрольная группа до начала эксперимента (чел.)	Экспериментальная группа до начала эксперимента (чел.)	Контрольная группа после окончания эксперимента (чел.)	Экспериментальная группа после окончания эксперимента (чел.)
4		Низкий	13	12	13	5
5		Средний	12	8	12	8
6		Высокий	5	5	5	12
7		Экспериментальная и контрольная группы после эксперимента	Экспериментальная и контрольная группы до эксперимента	Экспериментальная группа до эксперимента, контрольная - после	Экспериментальная группа после эксперимента, контрольная - до эксперимента	Контрольная группа до и после эксперимента
8		=(F4/\$D\$1-E4/\$D\$2)^2/(F4+E4)				
9	Низкий					
10	Средний					
11	Высокий					

Далее поочередно вводим формулы для вычисления промежуточных показателей и эмпирических значений χ^2 , указывая адреса ячеек в соответствии с таблицей:

Выборка	Значение $\frac{(n_i - m_i)^2}{N - M}$ $n_i + m_i$	Эмпирическое значение χ^2
Экспериментальная и контрольная группы после эксперимента	$=(F4/\$D\$1-E4/\$D\$2)^2/(F4 + E4)$	$=\$D2*\$D1*СУММ(B9:B11)$
Экспериментальная и контрольная группы до эксперимента	$=(D4/\$D\$1-C4/\$D\$2)^2/(D4 + C4)$	$=\$D2*\$D1*СУММ(C9:C11)$
Экспериментальная группа до эксперимента, контрольная — после	$=(D4/\$D\$1-E4/\$D\$2)^2/(D4 + E4)$	$=\$D2*\$D1*СУММ(D9:D11)$
Экспериментальная группа после эксперимента, контрольная — до	$=(F4/\$D\$1-C4/\$D\$2)^2/(F4 + C4)$	$=\$D2*\$D1*СУММ(E9:E11)$
Контрольная группа до и после эксперимента	$=(C4/\$D\$2-E4/\$D\$2)^2/(E4 + C4)$	$=\$D2*\$D2*СУММ(F9:F11)$
Экспериментальная группа до и после эксперимента	$=(F4/\$D\$1-D4/\$D\$1)^2/(F4 + D4)$	$=\$D1*\$D1*СУММ(G9:G11)$

Для удобства копирования формул некоторые ссылки сделаны абсолютными.

В результате получим таблицу, отражающую эмпирические значения χ^2 для всех возможных вариантов.

2. В рассматриваемом примере $L = 3$ (выделены три уровня знаний — “низкий”, “средний” и “высокий”). Следовательно, $L - 1 = 2$. Из статистической таблицы получаем для $L - 1 = 2$: $\chi^2_{0,05} = 5,99$. Анализируя все эмпирические значения критерия χ^2 , можно заметить, что результат $\chi_{эм} = 6,84$ сравнения экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента больше критического значения.

Следовательно, “характеристики всех сравниваемых выборок, кроме экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента, а также экспериментальной после эксперимента и контрольной до эксперимента, совпадают¹ с уровнем значимости 0,05”.

№	A	B	C	D	E	F	G
1		Кол-во человек в эксп группе	N =	25			
2		Кол-во человек в контр группе	M =	30			
3		Уровень знаний	Контрольная группа до начала эксперимента (чел.)	Экспериментальная группа до начала эксперимента (чел.)	Контрольная группа после окончания эксперимента (чел.)	Экспериментальная группа после окончания эксперимента (чел.)	
4		Низкий	13	12	13	5	
5		Средний	12	8	12	8	
6		Высокий	5	5	5	12	
7							
8		Экспериментальная и контрольная группы после эксперимента	Экспериментальная и контрольная группы до эксперимента	Экспериментальная группа до начала эксперимента, контрольная - после	Экспериментальная группа после окончания эксперимента, контрольная - до эксперимента	Контрольная группа до и после эксперимента	Экспериментальная группа до и после эксперимента
9	Низкий	0,0030	0,0001	0,0001	0,0030	0,0000	0,0046
10	Средний	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0000	0,0000
11	Высокий	0,0058	0,0001	0,0001	0,0058	0,0000	0,0046
12		6,84	0,39	0,39	6,84	0,00	5,76
13							
14			Контрольная группа до начала эксперимента	Экспериментальная группа до начала эксперимента	Контрольная группа после окончания эксперимента	Экспериментальная группа после окончания эксперимента	
15		Контрольная группа до начала эксперимента		0,39	0,00	6,84	
16		Экспериментальная группа до начала эксперимента	0,39		0,39	5,76	
17		Контрольная группа после окончания эксперимента	0,00	0,39		6,84	
18		Экспериментальная группа после окончания эксперимента	6,84	5,76	6,84		

Так как $\chi_{эм} = 6,84 > 5,99 = \chi^2_{0,05}$, то “достоверность различий характеристик экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента составляет 95%”.

Таким образом, начальные (до начала эксперимента) состояния экспериментальной и контрольной групп совпадают, а конечные (после окончания эксперимента) — различаются. Следовательно, можно сделать вывод, что эффект изменений обусловлен именно применением экспериментальной методики обучения.

¹ Интересно отметить, что характеристики экспериментальной группы до начала и после окончания эксперимента также совпадают с уровнем значимости 0,05.

Дихотомическая шкала. В порядковой шкале с двумя различными упорядоченными баллами (“высокий” — “низкий”, “справился с заданием” — “не справился” и т. д.) используется дихотомическая шкала.

Характеристикой группы, помимо общего числа ее членов, будет число членов (или доля, процент от общего числа), набравших заданный, например максимальный, балл (в общем случае — число членов, обладающих заданным признаком).

В этом случае для экспериментальной группы, описываемой двумя числами (n_1, n_2), где n_1 — число членов рассматриваемой группы, набравших низкий балл, n_2 — набравших высокий балл, $n_1 + n_2 = N$, доля ее членов, набравших максимальный балл $p = n_2 / N$. Для контрольной группы, описываемой двумя числами (m_1, m_2), где $m_1 + m_2 = M$, доля ее членов, набравших максимальный балл, равна: $q = m_2 / M$.

Рассмотрим пример, когда брали контрольную группу, состоящую из 25 человек ($M = 25$), и экспериментальную группу, состоящую из 20 человек ($N = 20$). Проверка уровня знаний осуществлялась по результатам теста, состоящего из 30 заданий. После проведения экспериментальной методики повторно проверили уровень знаний.

Результаты выполнения теста занесли в таблицу.

№	A	B	C	D	E
1					
2	Результаты измерений уровня знаний в контрольной и экспериментальной группах до и после эксперимента				
3					
4	№ п.п.	Результаты контрольной группы до эксперимента	Результаты экспериментальной группы до эксперимента	Результаты контрольной группы после эксперимента	Результаты экспериментальной группы после эксперимента
5	1	25	24	25	26
6	2	18	16	19	19
7	3	19	19	18	25
8	4	18	17	17	20
9	5	10	11	18	16
10	6	8	19	6	21
11	7	25	25	13	23
12	8	28	18	28	17
13	9	18	16	19	24
14	10	12	23	12	27
15	11	25	27	20	29

16	12	16	29	14	30
17	13	23	25	19	22
18	14	24	21	23	25
19	15	24	19	29	30
20	16	29	29	22	28
21	17	17	18	21	24
22	18	18	16	16	26
23	19	21	19	22	28
24	20	22	22	18	23
25	21	25		23	
26	22	26		17	
27	23	23		25	
28	24	15		18	
29	25	21		19	

Для каждого из столбцов таблицы, считая, что возможны два уровня знаний — “низкий” (число правильно решенных задач меньше либо равно 20) и “высокий” (число правильно решенных задач строго больше 20), определяем распределение членов экспериментальной и контрольной групп по двум уровням знаний. Для подсчета доли учащихся, освоивших и не освоивших материал, воспользуемся функцией =СЧЁТЕСЛИ(Диапазон; Критерий).

31	M=	25			
32	N=	20			
33		Контрольная группа до начала эксперимента	Экспериментальная группа до начала эксперимента	Контрольная группа после эксперимента	Экспериментальная группа после эксперимента
34	Доля учеников не усвоивших материал	=СЧЁТЕСЛИ(B5:B29;"<21")/\$B\$31	=СЧЁТЕСЛИ(C5:C29;"<21")/\$B\$32	=СЧЁТЕСЛИ(D5:D29;"<21")/\$B\$31	=СЧЁТЕСЛИ(E5:E29;"<21")/\$B\$32
35	Доля учеников усвоивших материал	=СЧЁТЕСЛИ(B5:B29;">20")/\$B\$31	=СЧЁТЕСЛИ(C5:C29;">20")/\$B\$32	=СЧЁТЕСЛИ(D5:D29;">20")/\$B\$31	=СЧЁТЕСЛИ(E5:E29;">20")/\$B\$32

В результате вычислений получим таблицу с результатами.

31	M=	25			
32	N=	20			
33		Контрольная группа до начала эксперимента	Экспериментальная группа до начала эксперимента	Контрольная группа после эксперимента	Экспериментальная группа после эксперимента
34	Доля учеников не усвоивших материал	0,44	0,55	0,64	0,20
35	Доля учеников усвоивших материал	0,56	0,45	0,36	0,80

Как известно, для данных, измеренных в дихотомической шкале, целесообразно использование критерия Фишера¹, для которого эмпирическое значение $\phi_{эмп}$ вычисляется по формуле

$$\phi_{эмп} = \left| 2 \arcsin(\sqrt{p}) - 2 \arcsin(\sqrt{q}) \right| \sqrt{\frac{M \cdot N}{M + N}}.$$

Критическое значение $\phi_{0,05}$ критерия Фишера для уровня значимости 0,05 равно 1,64.

Алгоритм определения достоверности совпадений и различий для экспериментальных данных, измеренных в порядковой шкале, заключается в следующем: вычислить для сравниваемых выборок $\phi_{эмп}$ — эмпирическое значение критерия Фишера для всех возможных вариантов выборок по вышеуказанной формуле и сравнить с критическим значением.

В Microsoft Excel это будет выглядеть следующим образом:

Выборка	Эмпирическое значение критерия Фишера
Экспериментальная и контрольная группы после эксперимента	=ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(E35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(D35)))*КОРЕНЬ((B32*B31)/(B32 + B31))
Экспериментальная и контрольная группы до эксперимента	=ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(C35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(B35)))*КОРЕНЬ((B32*B31)/(B32 + B31))
Экспериментальная группа до эксперимента, контрольная — после	=ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(D35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(C35)))*КОРЕНЬ((B32*B31)/(B32 + B31))
Экспериментальная группа после эксперимента, контрольная — до	=ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(E35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(B35)))*КОРЕНЬ((B32*B31)/(B32 + B31))
Контрольная группа до и после эксперимента	=ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(D35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(B35)))*КОРЕНЬ((B31*B31)/(B31 + B31))
Экспериментальная группа до и после эксперимента	=ABS(2*ASIN(КОРЕНЬ(C35))-2*ASIN(КОРЕНЬ(E35)))*КОРЕНЬ((B32*B32)/(B32 + B32))

¹ В математической статистике существует несколько критериев Фишера. Мы используем один из них — так называемое угловое преобразование, поэтому далее под критерием Фишера будем понимать именно угловое преобразование Фишера.

В результате получим:

31	M=	25			
32	N=	20			
33		Контрольная группа до начала эксперимента	Экспериментальная группа до начала эксперимента	Контрольная группа после эксперимента	Экспериментальная группа после эксперимента
34	Доля учеников не усвоивших материал	0,44	0,55	0,64	0,20
35	Доля учеников усвоивших материал	0,56	0,45	0,36	0,80
36		Контрольная группа до начала эксперимента	Экспериментальная группа до начала эксперимента	Контрольная группа после эксперимента	Экспериментальная группа после эксперимента
37					
38	Контрольная группа до начала эксперимента		0,73	1,43	1,74
39	Экспериментальная группа до начала эксперимента	0,73		0,61	2,35
40	Контрольная группа после эксперимента	1,43	0,61		3,09
41	Экспериментальная группа после эксперимента	1,74	2,35	3,09	

Результаты вычислений содержат эмпирические значения критерия Фишера для сравниваемых групп, соответствующих строке и столбцу.

Например, эмпирическое значение критерия Фишера, получаемое при сравнении характеристик контрольной группы до начала эксперимента (вторая строка таблицы) и экспериментальной группы до начала эксперимента (третий столбец таблицы), равно 0,73. Следовательно, состояния экспериментальной и контрольной групп до начала эксперимента совпадают на уровне значимости 0,05 ($0,73 \leq 1,64$). Аналогичным образом сравним характеристики экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента. Так как $\phi_{эмп} = 3,09 > 1,64$, то достоверность различий состояний экспериментальной и контрольной групп после окончания эксперимента составляет 95%.

Следовательно, начальные состояния экспериментальной и контрольной групп совпадают, а конечные различаются. Таким образом, можно сделать вывод, что эффект изменений обусловлен именно применением экспериментальной методики обучения.

Вопросы для самопроверки

1. Объясните принцип формирования данных в шкале отношений и порядковой шкале.
2. В каких случаях целесообразно использовать критерии Крамера-Уэлча, Вилкоксона-Манна-Уитни, хи-квадрат, Фишера?
3. Какие функции Microsoft Excel используются для вычисления критериев Крамера-Уэлча, Вилкоксона-Манна-Уитни, хи-квадрат, Фишера?
4. Какой дополнительной операцией пользуются в функции СЧЁТЕСЛИ(), если в качестве критерия отбора необходимо использовать условие?
5. Объясните принцип работы функций: модуль (абсолютное значение), корень квадратный, арксинус, среднее значение, дисперсия, сумма, медиана, максимальное значение, мода, стандартное отклонение, эксцесс, счет.

Задания для самостоятельной работы¹

Задание 1

Из архива заданий открыть документ “Статистические функции” (папка Excel), изучить данные и вычислить все перечисленные под таблицей функции, выписать определения статистических функций, проанализировать результат.

¹ Для выполнения заданий необходимо скопировать архив заданий с сайта: <http://www.mrsei.ru>, раздел “Методическое обеспечение”/Задания к учебнику “Информационные технологии в педагогическом образовании”.

Задание 2

Из архива заданий открыть документ “Критерий Крамера-Уэлча” (папка Excel), изучить данные и вычислить для сравниваемых выборок $T_{эмн}$ — эмпирическое значение критерия Крамера-Уэлча. Прокомментировать результат. Отредактировать данные таблицы, вводя новые значения.

Задание 3

Из архива заданий открыть документ “Критерий Вилкоксона” (папка Excel), изучить данные и вычислить для сравниваемых выборок $W_{эмн}$ — эмпирическое значение критерия Вилкоксона. Прокомментировать результат. Отредактировать данные таблицы, вводя новые значения.

Задание 4

Из архива заданий открыть документ “Хи-квадрат” (папка Excel), изучить данные и вычислить для сравниваемых выборок эмпирическое значение $\chi^2_{эмн}$. Прокомментировать результат. Ввести новые значения в таблицу.

Задание 5

Из архива заданий открыть документ “Хи-квадрат1” (папка Excel), изучить данные и преобразовать данные из шкалы отношений в порядковую по следующему критерию: низкий уровень — количество правильных ответов строго меньше 15, средний уровень — количество ответов строго больше 14 и строго меньше 25 (в этом случае для подсчета использовать функцию СЧЁТЕСЛИМН(Диапазон1; Критерий1; Диапазон2; Критерий2), высокий уровень — количество ответов строго больше 24. Вычислить для полученных выборок эмпирическое значение $\chi^2_{эмн}$ (данные полученной таблицы можно внести в документ, полученный при выполнении задания 4). Прокомментировать результат.

Задание 6

Из архива заданий открыть документ “Критерий Фишера” (папка Excel), изучить данные и преобразовать данные из шкалы отношений в порядковую. Для каждого из столбцов таблицы, считая, что возможны два уровня знаний — “низкий” (число правильно решенных задач меньше либо равно 20) и “высокий” (число правильно решенных задач строго больше 20), определить распределение членов экспериментальной и контрольной групп по двум уровням знаний. Вычислить для полученных выборок эмпирическое значение $\varphi_{эмп}$. Прокомментировать результат.