

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Логистика и организация производства»

# СТАТИСТИКА

*Методические рекомендации к лабораторным работам  
для студентов специальностей  
1-27 01 01 «Экономика и организация производства  
(по направлениям)» и 1-27 02 01 «Транспортная логистика  
(по направлениям)» очной и заочной форм обучения*



Могилев 2019



УДК 31:33  
ББК 65.051  
С15

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Логистика и организация производства»  
«5» ноября 2019 г., протокол № 6

Составитель ст. преподаватель С. А. Александрова

Рецензент канд. экон. наук, доц. А. В. Александров

Методические рекомендации содержат задания для проведения лабораторных занятий по дисциплине «Статистика» для студентов специальностей 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (по направлениям)» и 1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)».

Учебно-методическое издание

## СТАТИСТИКА

Ответственный за выпуск	М. Н. Гриневич
Редактор	А. Т. Червинская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2019



## Содержание

Введение.....	4
1 Группировка статистических данных в Excel.....	5
2 Статистические графики в Excel .....	11
3 Описательная статистика в Excel .....	13
4 Статистическое изучение динамики бизнес-процессов в Excel .....	18
5 Выборочный метод статистических исследований в Excel.....	30
6 Корреляционно-регрессионный анализ в Excel.....	33
7 Статистика капитала в Excel.....	41
8 Статистика капитала на автотранспортных предприятиях .....	43
Список литературы .....	48



## Введение

Выполнение лабораторных работ по дисциплине «Статистика» формирует у обучающихся навыки статистического анализа данных с использованием компьютерных технологий, а также интерпретации его результатов.

**Перечень используемого оборудования** для проведения лабораторных работ включает персональный компьютер с установленной программой MS Excel.

В качестве методических рекомендаций по использованию встроенных функций и инструментов MS Excel следует пользоваться соответствующими разделами справки MS Excel.

Результаты выполнения лабораторной работы должны быть отражены в рабочих окнах соответствующей программы (MS Excel).

**Отчет по лабораторной работе** представляется в электронной форме.

Защита лабораторных работ проводится по мере их выполнения в часы занятий, отведенные на выполнение лабораторных работ. Защита студентом выполненных ранее, но незащищенных лабораторных работ проводится в течение лабораторных занятий либо на консультациях.



# 1 Группировка статистических данных в Excel

**Цель работы:** приобрести навыки использования инструментов MS Excel для решения выполнения основных операций по группировке статистической совокупности и ее графическому представлению.

## Задачи работы:

- приобрести навыки сортировки массива данных в MS Excel;
- научиться выполнять атрибутивную группировку первичных данных;
- научиться выполнять дискретную группировку с использованием встроенных функций MS Excel;
- научиться выполнять дискретную и интервальную группировку с использованием пакета Анализ данных;
- приобрести навыки построения гистограммы, кумуляты.

## Задание 1

Имеются следующие данные об успеваемости 25 студентов группы по статистике в летнюю сессию: 7, 4, 9, 8, 3, 8, 5, 8, 4, 9, 6, 7, 2, 10, 9, 6, 9, 6, 9, 5, 10, 9, 7, 9, 9. Постройте:

- а) ряд распределения студентов по уровню успеваемости (успевающие/неуспевающие).
- б) ранжированный ряд оценок студентов;
- в) дискретный ряд распределения студентов по баллам оценок, полученных в сессию. Графически отобразите полученный ряд распределения.

## Методические рекомендации.

Для построения ранжированного ряда используйте пункт меню «Сортировка и фильтр/Сортировка по возрастанию» или «Сортировка и фильтр/Настраиваемая сортировка» (рисунок 1.1).

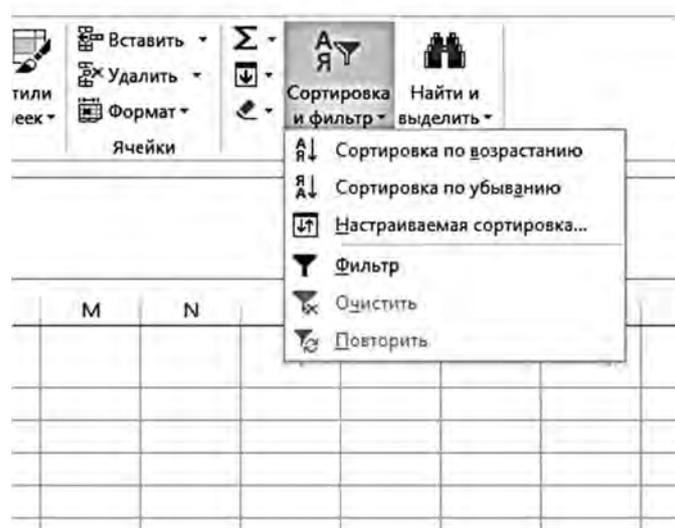


Рисунок 1.1 – Опции меню «Сортировка и фильтр»

Для построения атрибутивного ряда распределения по успеваемости присвойте каждому студенту признак «успевающий/неуспевающий» с помощью функции ЕСЛИ.

Постройте группировочную таблицу с помощью функции СЧЁТЕСЛИ.

Для выполнения дискретной группировки и построения графика следует:

- 1) ввести возможные значения, которые принимает группировочный признак по возрастанию;
  - 2) использовать функцию ЧАСТОТА, указать диапазон значений и интервалы;
  - 3) выбрать пункт меню «Данные/Анализ данных/Гистограмма», заполнить диалоговое окно (рисунок 1.2). В окне указать:
    - входной интервал – диапазон группировочного признака;
    - интервал карманов – возможные значения группировочного признака;
    - первую ячейку выходного интервала.
- Выбрать опции «Интегральный процент» и «Вывод графика»;
- 4) рассчитать частоту каждой группы.
- Интерпретировать полученные данные.

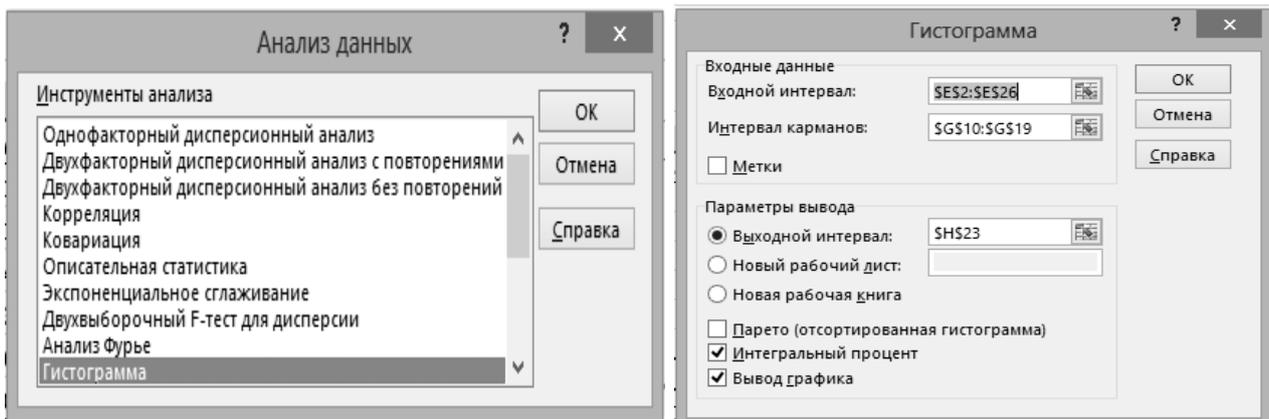


Рисунок 1.2 – Вид окна «Гистограмма»

## Задание 2

Имеются следующие данные об объеме выполненных работ на 20 предприятиях (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Исходные данные

Номер предприятия	Объем выполненных работ, млн р.	Номер предприятия	Объем выполненных работ, млн р.	Номер предприятия	Объем выполненных работ, млн р.	Номер предприятия	Объем выполненных работ, млн р.
1	8,6	6	8,5	11	7,9	16	9,8
2	7,5	7	6,4	12	11,8	17	13,9
3	10,6	8	7,5	13	12,3	18	12,6
4	7,8	9	5,5	14	5,7	19	9,6
5	10,4	10	7,0	15	8,1	20	8,6

Произведите равноинтервальную структурную группировку предприятий по объему выполненных работ:

- образовав три группы с равными интервалами;
- используя формулу Стерджесса.

**Методические рекомендации.**

Используйте пункт меню «Данные/Анализ данных/гистограмма».

**Задание 3**

Имеются следующие данные 25 предприятий промышленности по величине прибыли и объему произведенной продукции (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Исходные данные

Номер предприятия	Объем произведенной продукции, млн р.	Прибыль, млн р.	Номер предприятия	Объем произведенной продукции, млн р.	Прибыль, млн р.	Номер предприятия	Объем произведенной продукции, млн р.	Прибыль, млн р.
1	653	45	10	798	59	19	602	41
2	305	11	11	474	28	20	558	36
3	508	33	12	642	43	21	308	12
4	482	27	13	402	23	22	700	50
5	766	55	14	552	35	23	496	29
6	800	64	15	732	54	24	577	38
7	343	14	16	412	26	25	688	49
8	545	37	17	798	58			
9	603	41	18	501	30			

С целью изучения зависимости между объемом произведенной продукции и прибылью произведите группировку предприятий по объему произведенной продукции (факторный признак), образовав пять групп предприятий с равными интервалами.

По каждой группе и совокупности предприятий подсчитайте:

- 1) число предприятий;
- 2) объем произведенной продукции – всего и в среднем на одно предприятие;
- 3) прибыль – всего и в среднем на одно предприятие. Результаты представьте в виде групповой таблицы.

Сделайте краткие выводы.

**Методические рекомендации.**

Последовательность действий:

- 1) выполните сортировку. Используйте функцию «Настраиваемая сортировка»;
- 2) определите границы интервалов;
- 3) преобразуйте результаты сортировки в рабочую таблицу (таблица 1.3);



- 4) по рабочей таблице составьте итоговую групповую таблицу (таблица 1.4);  
 5) постройте гистограмму;  
 6) сделайте вывод.

Таблица 1.3 – Шаблон рабочей таблицы

Группа	Интервал по объему произведенной продукции, млн р.	Номер предприятия	Объем произведенной продукции, млн р.	Прибыль, млн р.
I				
Итого				
2				
Итого				
3				
Итого				
4				
Итого				
5				
Итого:				



Таблица 1.4 – Шаблон итоговой групповой таблицы

Группа	Интервал по объему произведенной продукции, млн р.	Число предприятий	Объем произведенной продукции, млн р.		Прибыль, млн р.	
			всего	в среднем	всего	в среднем
1						
2						
3						
4						
5						
В целом						

#### Задание 4

В результате обследования маршрутов общественного транспорта была получена информация об отклонении времени прибытия от расписания (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Исходные данные

Номер наблюдения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Количество минут	0	1	1	5	4	2	2	2	3	1	4	1	3	0	2	1	4	0	0	3

- 1 Проранжируйте данные.
- 2 Постройте дискретный ряд распределения.
- 3 Подсчитайте частоты, частоты, накопленные частоты и частоты.
- 4 Графически отобразите ряд распределения.

#### Методические рекомендации.

Ранжированный ряд следует строить с использованием функции Сортировка.

Дискретный ряд распределения представьте в следующем виде (таблица 1.6).

Таблица 1.6 – Шаблон итоговой таблицы

Вариант	Частота	Частость, %	Накопленная частота	Накопленная частость, %
Итого				

Для графического отображения ряда распределения используйте пункт меню Вставка/Диаграммы.

### Задание 5

Имеется статистическая информация о распределении семей по размеру жилой площади на 1 члена семьи (таблица 1.7).

Определите частоты, накопленные частоту и частоту распределения.

Постройте гистограмму и кумуляту распределения.

Таблица 1.7 – Исходные данные

Группа	Интервал размера жилой площади, приходящейся на одного человека, м <sup>2</sup>	Число семей с данным размером жилой площади
1	5–7	20
2	7–9	40
3	9–11	30
4	11–13	15

### Методические рекомендации.

Интервальный ряд распределения представьте в следующем виде (таблица 1.8).

Таблица 1.8 – Шаблон итоговой таблицы

Группа	Интервал размера жилой площади, приходящейся на 1 человека, м <sup>2</sup>	Число семей с данным размером жилой площади	Накопленное число семей	Частость, %	Накопленная частость, %
1					
2					
3					
4					

Для графического отображения ряда распределения используйте пункт меню Вставка/Диаграммы.

### Задание 6

Имеется статистическая информация о распределении предприятий по численности работников (таблица 1.9).

Определите:

- частоты, накопленные частоту и частоту распределения;
- абсолютную и относительную плотность распределения.

Постройте гистограмму и кумуляту распределения.



Таблица 1.9 – Исходные данные

Группа	Интервал по числу занятых, чел.	Число предприятий
1	До 20	15
2	20–80	27
3	80–150	35
4	150–300	60
5	300–500	10
	Всего	147

### **Методические рекомендации.**

Неравноинтервальный ряд распределения представьте в следующем виде (таблица 1.10).

Таблица 1.10 – Шаблон итоговой таблицы

Группа	Интервал по числу занятых, чел.	Число предприятий	Накопленное число предприятий	Частость, %	Накопленная частость, %	Величина интервала	Абсолютная плотность распределения	Относительная плотность распределения
1								
2								
3								
4								
5								
Итого								

Для графического отображения ряда распределения используйте пункт меню Вставка/Диаграммы.

## **2 Статистические графики в Excel**

**Цель работы:** приобрести навыки выполнения основных операций по построению статистических графиков в MS Excel.

### **Задачи работы:**

- изучить встроенные графики в среде MS Excel, особенности их построения и применения;
- получить навыки формирования исходной базы данных для построения конкретных графиков;
- научиться строить и оформлять графики в соответствии со статистическими требованиями.



### Задание 1

Постройте графики на основе актуальных числовых данных, характеризующих социально-экономические показатели развития Республики Беларусь. Вид графика определяется номером варианта (таблица 2.1).

Каждый график сопроводите описанием:

- вид графика;
- его элементы;
- процесс (явление), который он характеризует.

### *Методические рекомендации.*

В качестве источника данных для построения графиков рекомендуется использовать официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь или его региональных подразделений.

Для построения графиков используйте пункт меню Вставка/Диаграммы.

Таблица 2.1 – Варианты индивидуальных заданий

Вариант	График 1	График 2	График 3
1	Линейная диаграмма	Точечная диаграмма	Любой на выбор студента
2	Ленточная диаграмма (простая)	Пузырьковая диаграмма	
3	Ленточная диаграмма (сложная)	Лепестковая диаграмма	
4	Столбиковая диаграмма (простая)	Точечная диаграмма	
5	Столбиковая диаграмма (сложная)	Пузырьковая диаграмма	
6	Секторная диаграмма	Лепестковая диаграмма	
7	Ленточная диаграмма (нормированная с накоплением)	Точечная диаграмма	
8	Столбиковая диаграмма (нормированная с накоплением)	Пузырьковая диаграмма	
9	Линейная диаграмма	Лепестковая диаграмма	
10	Ленточная диаграмма (простая)	Точечная диаграмма	
11	Ленточная диаграмма (сложная)	Пузырьковая диаграмма	
12	Столбиковая диаграмма (простая)	Лепестковая диаграмма	
13	Столбиковая диаграмма (сложная)	Точечная диаграмма	
14	Секторная диаграмма	Пузырьковая диаграмма	
15	Ленточная диаграмма (нормированная с накоплением)	Лепестковая диаграмма	
16	Столбиковая диаграмма (нормированная с накоплением)	Точечная диаграмма	

### 3 Описательная статистика в Excel

**Цель работы:** научиться рассчитывать и интерпретировать числовые характеристики первичных и сгруппированных данных наблюдения в MS Excel.

**Задачи работы:**

- научиться выполнять расчет степенных и структурных средних несгруппированного ряда с использованием встроенных функций MS Excel;
- научиться выполнять расчет показателей вариации несгруппированного ряда с использованием встроенных функций MS Excel;
- научиться определять наиболее распространенные показатели описательной статистики несгруппированного ряда с использованием Пакета анализа;
- научиться рассчитывать показатели описательной статистики сгруппированного ряда;
- приобрести навыки интерпретации выполненных расчетов.

**Задание 1**

Имеются данные о стоимости основных фондов у 50 предприятий (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Исходный массив данных о стоимости основных фондов предприятий

В миллионах рублей

18,8	16,0	12,6	20,0	30,0	16,4	14,6	18,4	11,6	17,4
10,4	26,4	16,2	15,0	23,6	29,2	17,0	15,6	21,0	12,0
10,2	13,6	16,6	15,4	15,8	18,0	20,2	16,0	24,0	28,0
16,4	19,6	27,0	24,8	11,0	15,8	18,4	21,6	24,2	24,8
25,8	25,2	13,4	19,4	16,6	21,6	30,0	14,0	26,0	19,0

Выполните расчет:

- 1) средних показателей несгруппированного ряда, используя встроенные функции Excel;
- 2) показателей вариации несгруппированного ряда, используя встроенные функции Excel;
- 3) показателей описательной статистики с использованием Пакета анализа данных.

Сравните результаты расчетов.

Интерпретируйте каждое полученное значение описательной статистики.

**Методические рекомендации.**

Исходный массив данных рекомендуется расположить в одном столбце.

Для расчета степенных средних используйте функции:

- для средней гармонической – СРГАРМ;
- для средней геометрической – СРГЕОМ;



- для средней арифметической – СРЗНАЧ;
- для средней квадратической – СУММКВ, СЧЁТ, КОРЕНЬ.

Для расчета структурных средних используйте функции:

- МОДА.ОДН (для вертикального ряда);
- МЕДИАНА;
- КВАРТИЛЬ.ВКЛ;
- ПРОЦЕНТИЛЬ.ВКЛ.

Для расчета показателей вариации используйте функции:

- для размаха вариации – МАКС, МИН;
- для среднего линейного отклонения – СРОТКЛ;
- для дисперсии – ДИСП.Г; ДИСП.В;
- для среднего квадратического отклонения – СТАНДОТКЛОН.Г, СТАНДОТКЛОН.В;
- для асимметрии – СКОС;
- для эксцесса – ЭКСЦЕСС.

Коэффициент вариации рассчитайте с использованием ранее определенных значений среднего квадратического отклонения и среднего арифметического.

Для получения встроенной описательной статистики используйте пункт меню Данные/Анализ данных/Описательная статистика (рисунок 3.1).

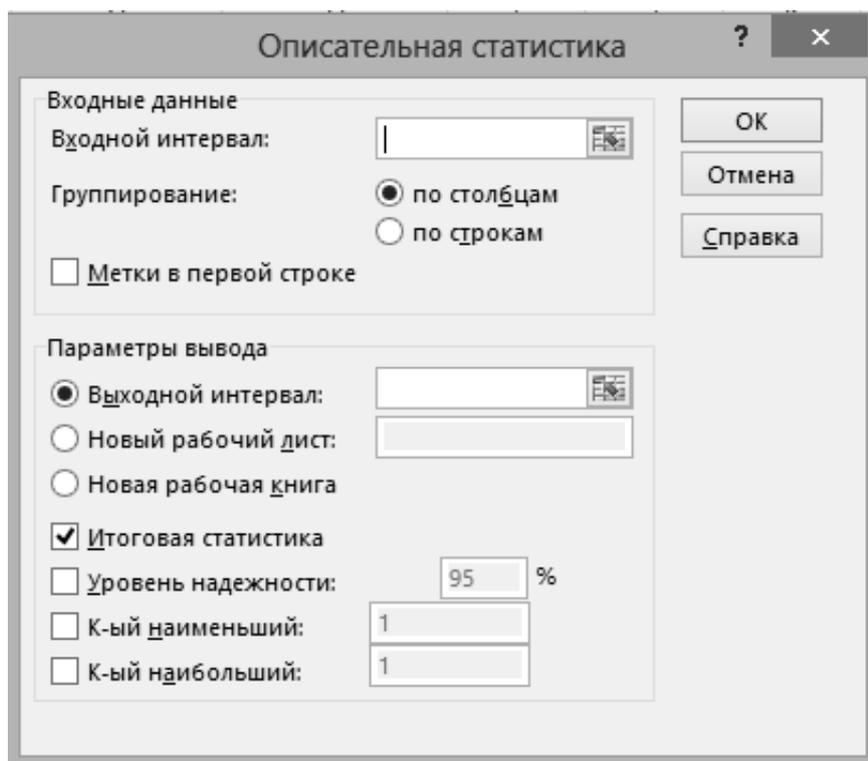


Рисунок 3.1 – Вид окна «Описательная статистика»

В окне «Описательная статистика» укажите входной интервал данных, первую ячейку выходного интервала, выберите опцию «Итоговая статистика». Для нахождения квантилей распределения используйте опции  $k$ -й наименьший и  $k$ -й наибольший.

## Задание 2

Имеются сгруппированные результаты выборочного наблюдения за соблюдением расписания движения автобусов (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Результаты наблюдения

Количество минут опоздания автобуса	Количество рейсов
0	4
1	5
2	4
3	3
4	3
5	1
Итого	

Выполните расчет средней арифметической, моды, медианы и показателей вариации для дискретного сгруппированного ряда. Сделайте вывод по результатам расчета.

### *Методические рекомендации.*

Расчет средней арифметической сгруппированного ряда выполните по формуле **средней арифметической взвешенной**

$$\bar{x} = \frac{x_1 f_1 + \dots + x_n f_n}{f_1 + \dots + f_n} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i}. \quad (3.1)$$

**Мода** – значение признака (вариант), которое наиболее часто встречается в исходной совокупности.

Для дискретного ряда мода – это значение признака, которому соответствует наибольшая частота (частость) распределения.

**Медиана** – это значение признака, приходящееся на середину упорядоченной совокупности.

Для дискретного ранжированного ряда с нечетным числом членов медианой является вариант, расположенная в центре ряда.

Для дискретного ранжированного ряда с четным числом членов медианой будет вариант, рассчитанная из двух смежных центральных вариантов.

**Дисперсия** для сгруппированных данных

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{\sum f_i}. \quad (3.2)$$

**Среднее квадратическое отклонение** – квадратный корень из дисперсии. Для сгруппированных данных



$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{\sum f_i}}. \quad (3.3)$$

**Коэффициент вариации** – самый распространенный относительный показатель рассеяния:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \%. \quad (3.4)$$

### Задание 3

Имеется равноинтервальная группировка предприятий по среднегодовой стоимости ОПФ (таблица 3.3).

Выполните расчет средней арифметической, моды, медианы и показателей вариации для интервального вариационного ряда.

Таблица 3.3 – Группировка предприятий по среднегодовой стоимости ОПФ

Номер группы	Интервал среднегодовой стоимости ОПФ, млн р.	Число предприятий
1	36–45,5	2
2	45,5–55	5
3	55–64,5	6
4	64,5–74	4
5	74–83,5	3

### Методические рекомендации.

Приведите ряд к дискретному виду, рассчитав середины интервалов. Рассчитайте среднее значение, дисперсию, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации, как указано в задании 2.

Расчет структурных средних выполните по алгоритму для интервального ряда.

В интервальном вариационном ряду порядок нахождения медианы следующий:

- располагаем индивидуальные значения признака по ранжиру;
- определяем для данного ранжированного ряда накопленные частоты;
- по данным о накопленных частотах находим медианный интервал;
- определяем медиану по формуле

$$Me = x_{\min_{Me}} + i_{Me} \cdot \frac{\frac{\sum f}{2} - F_{Me-1}}{f_{Me}}, \quad (3.5)$$



где  $x_{\min_{Me}}$  – нижняя граница медианного интервала (интервала, содержащего единицу, которая делит всю совокупность на две равные части);

$i_{Me}$  – величина медианного интервала;

$F_{Me-1}$  – накопленная частота интервала, предшествующего медианному;

$f_{Me}$  – частота медианного интервала.

#### Задание 4

Для повышения качества обслуживания пассажиров в «час пик» регистрировалось время ожидания (количество минут, прошедших от момента, когда пассажир пришел на остановочный пункт, до момента прибытия автобуса) (таблица 3.4).

1 Вычислите среднее арифметическое, медиану, первый и третий квартиль.

2 Вычислите размах, межквартильный размах, дисперсию, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации.

3 Прав ли представитель перевозчика, который утверждает, что: «Почти наверняка время ожидания пассажира не превышает 5 минут»?

Таблица 3.4 – Результаты наблюдения

Номер пассажира	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Время ожидания, мин.	4,21	5,55	3,02	5,13	4,77	2,34	3,54	3,20	4,50	6,10	0,38	5,12	6,46	6,19	3,79

#### Задание 5

Проверьте правило сложения дисперсий по следующим данным (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Информация о прибыли предприятий двух районов города

Район	Число предприятий	Чистая прибыль, млрд р.
1	6	4, 6, 9, 4, 7, 6
2	10	8, 12, 8, 9, 6, 5, 7, 7, 8, 10

#### Методические рекомендации.

**Правило сложения дисперсий.** Если исходная совокупность разделена на группы по какому-то существенному признаку, то вычисляют следующие виды дисперсий:

- 1) **общую дисперсию исходной совокупности** по формуле (3.2);
- 2) **внутригрупповые дисперсии** по формуле

$$\sigma_j^2 = \frac{\sum (x - \bar{x}_j)^2 \cdot f}{\sum f}, \quad (3.6)$$

где  $j$  – номер группы;

$\bar{x}$  – средняя величина по всей совокупности;

$x_j$  – средняя величина в каждой  $j$ -й группе.

Из всех внутригрупповых дисперсий вычисляют **среднюю из внутригрупповых** по формуле

$$\overline{\sigma_j^2} = \frac{\sum \sigma_j^2 \cdot n_j}{\sum n_j}, \quad (3.7)$$

где  $n_j$  – численность единиц в каждой  $j$ -й группе;

3) **межгрупповую дисперсию** по формуле

$$n^2 = \frac{\sum (\bar{x}_j - \bar{x})^2 \cdot n_j}{\sum n_j}. \quad (3.8)$$

**Правило сложения дисперсий** заключается в том, что общая дисперсия исходной совокупности должна быть равна сумме межгрупповой и средней из внутригрупповых дисперсий:

$$\sigma^2 = n^2 + \overline{\sigma_j^2}. \quad (3.9)$$

Результат отношения межгрупповой к общей дисперсии исходной совокупности называется **эмпирическим коэффициентом детерминации**. Он показывает долю вариации изучаемого признака, обусловленную вариацией группировочного признака:

$$\eta^2 = \frac{n^2}{\sigma^2}. \quad (3.10)$$

## 4 Статистическое изучение динамики бизнес-процессов в Excel

**Цель работы:** научиться использовать возможности MS Excel для анализа и прогнозирования рядов динамики.

**Задачи работы:**

- научиться выполнять обработку рядов динамики для обеспечения сопоставимости;
- научиться рассчитывать аналитические показатели рядов динамики цепным и базисным методами;



- научиться рассчитывать средние показатели рядов динамики в MS Excel;
- научиться выявлять основную тенденцию развития рядов динамики в MS Excel;
- научиться составлять прогнозы изучаемых явлений в MS Excel.

### Задание 1

Проведите смыкание ряда динамики по имеющимся данным (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Исходные данные

В миллионах рублей

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем продукции по 20 филиалам	348	362	365	391					
Объем продукции по 24 филиалам				459	478	480	510	512	515

#### *Методические рекомендации.*

**Прием смыкания рядов динамики** заключается в объединении в один двух или нескольких рядов, исчисленных по разным методикам или разным территориальным границам. Метод основан на расчете **коэффициента соотношения уровней переходного периода/момента**, рассчитанных по старой и новой методикам. Все данные за предшествующие изменению периоды/моменты времени пересчитываются путем умножения на данный коэффициент:

$$K_t^c = \frac{y_t^H}{y_t^{cm}}, \quad (4.1)$$

где  $K_t^c$  – коэффициент соотношения уровней для периода/момента  $t$ , в который произошло изменение методологии расчета;

$y_t^H, y_t^{cm}$  – уровни ряда динамики, относящиеся к одному периоду/моменту времени и исчисленные по старой и новой методикам соответственно.

$$y_k^{conocm} = y_k \cdot K_t^c, \quad 1 \leq k \leq t, \quad (4.2)$$

где  $y_k^{conocm}$  – условно-сопоставимый уровень для периода / момента  $k$ ;

$y_k$  – несопоставимый уровень для периода / момента  $k$ .

В результате ряды смыкаются, и уровни вновь образованного ряда оказываются условно сопоставимыми.

### Задание 2

Приведите ряды динамики к общему основанию (таблица 4.2).



Таблица 4.2 – Исходные данные

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Выпуск продукции, млн т	123	115	131	132	129	126	124	132	133
Численность работников, чел.	23	21	21	24	19	19	20	24	26

### **Методические рекомендации.**

Метод **приведения к одному основанию** используется при проведении сравнительного анализа динамики определенных показателей для разных совокупностей (например, для разных территориальных районов, стран и т. п.).

Суть метода заключается в переходе к относительным величинам, значения которых определяются в коэффициентах или процентах по отношению к периоду/моменту, выбранному за базу сравнения. В результате несопоставимость, присущая уровням, выраженным в абсолютных величинах, нивелируется.

В задании рекомендуется в качестве базы сравнения использовать период 1.

### **Задание 3**

Имеется информация об экспорте продукции по предприятию за ряд лет (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Исходные данные

Год	Экспорт, тыс. долл. США	Абсолютный прирост, тыс. долл. США		Темп роста, %		Темп прироста, %		Абсолютное значение 1 % прироста, тыс. долл. США
		цепной	базисный	цепной	базисный	цепной	базисный	
1	42 376							
2	44 298							
3	51 440							
4	64 344							
Итого								

Определите:

- 1) цепные и базисные:
  - а) абсолютные приросты;
  - б) темпы роста;
  - в) темпы прироста;
- 2) абсолютное содержание одного процента прироста;
- 3) средние показатели:
  - а) средний уровень ряда;
  - б) среднегодовой абсолютный прирост;
  - в) среднегодовой темп роста;
  - г) среднегодовой темп прироста.



**Методические рекомендации.**

Возможны два варианта сравнения уровней рядов динамики:

1) каждый  $i$ -й уровень ряда сравнивают с одним и тем же уровнем, выбранным в качестве базы сравнения. Полученные показатели называются базисными;

2) каждый  $i$ -й уровень ряда сравнивают с предшествующим уровнем. Рассчитанные показатели называются цепными.

**Аналитические показатели ряда динамики:****1) абсолютный прирост:**

- базисные показатели

$$\Delta y^{\bar{\delta}} = y_i - y_1; \quad (4.3)$$

- цепные показатели

$$\Delta y^u = y_i - y_{i-1}; \quad (4.4)$$

**2) коэффициент роста:**

- базисные показатели

$$K_p^{\bar{\delta}} = \frac{y_i}{y_1}; \quad (4.5)$$

- цепные показатели

$$K_p^u = \frac{y_i}{y_{i-1}}; \quad (4.6)$$

**3) темп роста:**

- базисные показатели

$$T_p^{\bar{\delta}} = \frac{y_i}{y_1} \cdot 100 = K_p^{\bar{\delta}} \cdot 100; \quad (4.7)$$

- цепные показатели

$$T_p^u = \frac{y_i}{y_{i-1}} \cdot 100 = K_p^u \cdot 100; \quad (4.8)$$

**4) темп прироста:**

- базисные показатели

$$T_{np}^{\bar{\delta}} = \frac{y_i - y_1}{y_1} \cdot 100 = \frac{\Delta y^{\bar{\delta}}}{y_1} \cdot 100 = T_p^{\bar{\delta}} - 100; \quad (4.9)$$



– цепные показатели

$$T_{np}^y = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_{i-1}} \cdot 100 = \frac{\Delta y^y}{y_{i-1}} \cdot 100 = T_p^y - 100; \quad (4.10)$$

5) абсолютное значение 1 % прироста:

$$A_{1\%} = \frac{\Delta y^y}{T_{np}^y} \quad (4.11)$$

или

$$A_{1\%} = y_{i-1} / 100. \quad (4.12)$$

Для обобщения характеристики динамики исследуемого явления за ряд периодов определяют **средние показатели ряда динамики**.

1 **Средний уровень ряда динамики** исчисляется в зависимости от вида ряда.

В интервальном ряду динамики:

– в ряду с равными интервалами

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}; \quad (4.13)$$

– в ряду с неравными интервалами

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i \cdot t_i}{\sum t_i}, \quad (4.14)$$

где  $y$  – уровни ряда динамики, сохраняющиеся без изменения в течение периода времени  $t$ ;

$t$  – веса, длительность интервала времени между смежными датами.

В моментном ряду динамики:

– если приводятся данные только на начало и на конец периода

$$\bar{y} = (y_1 + y_2) / 2; \quad (4.15)$$

– если моменты времени расположены через равные промежутки

$$\bar{y} = \frac{\frac{1}{2}y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} + \frac{1}{2}y_n}{n-1}; \quad (4.16)$$



– если моменты времени расположены через неравные промежутки

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i \cdot t_i}{\sum t_i}. \quad (4.17)$$

**2 Средний абсолютный прирост** (абсолютное изменение)

$$\overline{\Delta y} = \frac{\sum \Delta y^u}{n} = \frac{\Delta y^{\sigma}}{n}. \quad (4.18)$$

**3 Средний коэффициент роста**

$$\overline{K_p} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} = \sqrt[n]{K_1^u \cdot K_2^u \cdot \dots \cdot K_n^u} = \sqrt[n]{PK_p^u}. \quad (4.19)$$

**4 Средний темп роста**

$$\overline{T_p} = \overline{K_p} \cdot 100 \%. \quad (4.20)$$

**5 Средний темп прироста**

$$\overline{T_{np}} = \overline{T_p} - 100 \%. \quad (4.21)$$

#### Задание 4

Используя взаимосвязь показателей динамики, определите уровни ряда динамики и недостающие цепные и базисные показатели динамики (таблицы 4.4 и 4.5).

Таблица 4.4 – Цепные показатели ряда динамики

Год	Произведено продукции, млн р.	По сравнению с предыдущим годом			
		Абсолютный прирост, млрд р.	Темп роста, %	Темп прироста, %	Абсолютное значение 1 % прироста
1	92,5				
2		4,8			
3			104,0		
4				5,8	
5					
6		7,0			1,15



Таблица 4.5 – Цепные показатели ряда динамики

Год	Произведено продукции, млн р.	По сравнению с базисным годом		
		Абсолютный прирост, млн р.	Темп роста, %	Темп прироста, %
1	55,1		100,0	
2		2,8		
3			110,3	
4				14,9
5				17,1
6			121,1	
7		13,5		
8				25,4
9		14,0		

**Задание 5**

Определите среднесписочную численность работников предприятия по месяцам, кварталам и за полугодие, если на первое число каждого месяца числилось:

январь	– 2 594 чел.;	май	– 2 649 чел.;
февраль	– 2 632 чел.;	июнь	– 2 670 чел.;
март	– 2 665 чел.;	июль	– 2 729 чел.
апрель	– 2 651 чел.;		

**Задание 6**

Определите среднюю численность работников предприятия за первое и второе полугодия и за год в целом (таблица 4.6). Поясните выбор расчета формулы средней величины.

Таблица 4.6 – Исходные данные

Дата	01.01	01.04	01.07	01.10	31.12
Численность работников, чел.	440	430	450	410	420

**Задание 7**

Имеется информация о списочном составе работников малого предприятия за сентябрь месяц. На 1 сентября – 40 человек, 5 сентября уволилось 8 человек, 12 сентября принято 5 человек, 20 сентября уволилось 2 человека, 25 сентября принято 10 человек.

Сформируйте ряд динамики и определите среднесписочный состав работников за сентябрь.

**Задание 8**

Имеются следующие данные об отправке грузов в регионе за год (таблица 4.7).



Таблица 4.7 – Исходные данные

Месяц	Отправлено груза, млн т	Месяц	Отправлено груза, млн т
Январь	92	Июль	86
Февраль	85	Август	88
Март	93	Сентябрь	85
Апрель	92	Октябрь	90
Май	90	Ноябрь	96
Июнь	87	Декабрь	88

Для изучения тенденции изменения показателей произвести сглаживание ряда динамики методом укрупнения динамического ряда и сглаживанием по скользящей средней (по трем и пяти точкам).

Изобразите графически фактические и сглаженные уровни ряда.

Сделайте выводы о характере общей тенденции показателей.

### **Методические рекомендации.**

**Метод укрупнения интервалов** основан на укрупнении периодов времени, к которым относятся уровни ряда динамики, например, переход от месяцев к кварталам.

Расчет **скользящей средней** выполните двумя способами:

- 1) с использованием функции СРЗНАЧ;
- 2) используя надстройку «Пакет анализа/Скользящее среднее» (рисунок 4.1).

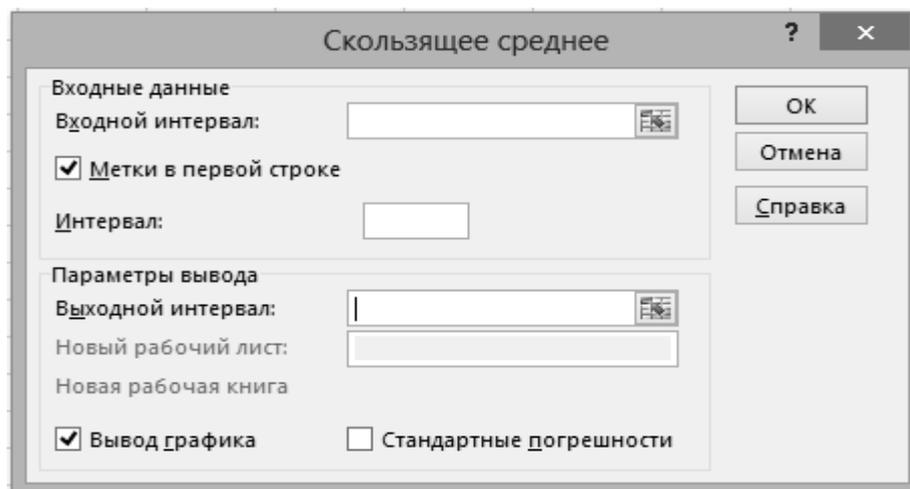


Рисунок 4.1 – Вид окна «Скользящее среднее»

В качестве входного интервала задайте интервал исходных данных, в поле «Интервал» укажите, по какому количеству точек выполняется сглаживание, выберите опцию «Вывод графика». Для выбора более точного варианта сглаживания выберите опцию «Стандартные ошибки». Более точным будет вариант с меньшей средней стандартной ошибкой.

В процессе решения составьте и заполните таблицы следующего вида (таблицы 4.8 и 4.9).

Таблица 4.8 – Укрупнение динамического ряда

Квартал	Отправлено груза за квартал	Отправлено груза в среднем за месяц
I		
II		
III		
IV		

Таблица 4.9 – Сглаживание по скользящей средней

Месяц	Фактические уровни ряда	Скользящая средняя (три точки)	Скользящая средняя (пять точек)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

### Задание 9

Объем транспортных услуг в районе характеризуется следующими данными (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Данные о динамике объема услуг

Месяц	Объем услуг, млн р.	Абсолютный прирост, млн р.	Темп роста, %	$t$	$t^2$	$ty$
Январь	210					
Февраль	218					
Март	220					
Апрель	224					
Май	225					
Итого						



Определите следующее.

1 Цепные:

- а) абсолютные приросты;
- б) темпы роста.

2 Среднемесячный объем услуг за период.

3 Средние темпы роста и прироста.

4 Среднемесячный абсолютный прирост.

5 Предполагая, что выявленная закономерность сохранится и в дальнейшем, спрогнозируйте объем услуг за первое полугодие, используя в качестве закономерности:

- а) средний абсолютный прирост;
- б) средний темп роста;
- в) трендовую модель по уравнению прямой.

### **Методические рекомендации.**

**Метод прогнозирования по среднему абсолютному приросту** основан на предположении о стабильности абсолютных приростов в будущем. Прогнозируемый на определенный момент/период уровень ряда динамики определяется по формуле

$$y_{i+t} = y_i + \overline{\Delta y} \cdot T, \quad (4.22)$$

где  $y_{i+t}$  – экстраполируемый на момент / период  $i + T$  уровень;

$y_i$  – конечный уровень ретроспективного ряда;

$\overline{\Delta y}$  – средний абсолютный прирост за ретроспективный период;

$T$  – срок прогноза.

**Метод прогнозирования по среднему коэффициенту (темпу) роста** предполагает стабильность коэффициентов роста в будущем. Прогнозируемый уровень определяется по формуле

$$y_{i+t} = y_i \cdot \overline{K_p}, \quad (4.23)$$

где  $\overline{K_p}$  – средний коэффициент роста за ретроспективный период.

**Метод прогнозирования по уравнению тренда (выравнивание рядов по какой-либо аналитической формуле)** основан на использовании тенденции, описанной для ретроспективного периода.

Аналитическое выравнивание включает два этапа:

- 1) выбор вида кривой (модели, функции), форма которой соответствует характеру изменения динамического ряда;
- 2) определение параметров и выровненных значений уровней динамического ряда.

Для выполнения **аналитического выравнивания** используйте методы:

- 1) метод наименьших квадратов, который для линейного уравнения вида  $\overline{y} = a + bt$  дает набор формул



$$b = \frac{\overline{xy} - \overline{x}\overline{y}}{x^2 - (\overline{x})^2}; \quad (4.24)$$

$$a = \overline{y} - b\overline{x}; \quad (4.25)$$

2) функцию ЛИНЕЙН. Для получения параметра (b) вызывается функция и заполняются необходимые поля (рисунок 4.2).

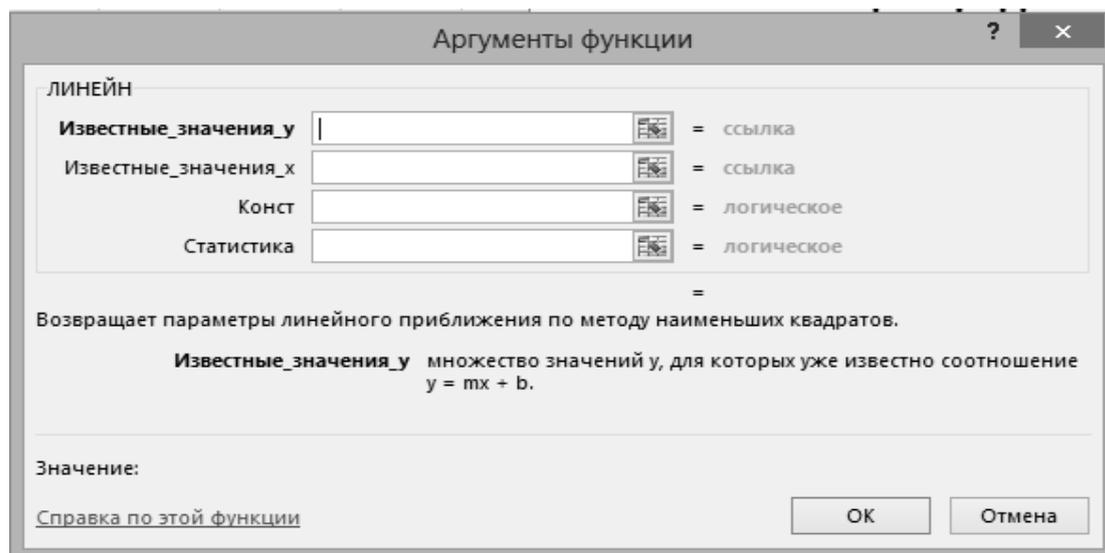


Рисунок 4.2 – Вид окна функции ЛИНЕЙН

В поле «Известные значения\_y» указывается исходный диапазон ряда динамики. Поле «Известные значения\_x» включает диапазон значений  $t$  ряда динамики либо может быть оставлено пустым.

Поля «Конст» и «Статистика» можно оставлять незаполненными, тогда расчет будет осуществлен стандартным способом.

Для получения параметра ( $a$ ) выделяем ячейку с формулой для параметра  $b$  и соседнюю (правую) ячейку так, чтобы активной оставалась ячейка с формулой. Нажимаем кнопку F2. Затем Ctrl + Shift + Enter (чтобы ввести массив функций для обеих ячеек). Таким образом получаем сразу два значения коэффициентов для ( $b$ ) и ( $a$ );

3) функцию ТЕНДЕНЦИЯ (рисунок 4.3);

4) добавление линии тренда (линейного) в построенный по исходному ряду динамики график.

### Задание 10

Изменение объема продаж условной продукции в сопоставимых ценах характеризуется следующими данными (таблица 4.11).

1 Для определения общей тенденции изменения объема розничного товарооборота в городе произведите аналитическое выравнивание и выразите общую тенденцию соответствующим математическим уравнением. Проверьте его на адекватность.

2 Определите выровненные (теоретические) уровни ряда динамики и нанесите их на график с фактическими данными.

3 Предполагая, что выявленная тенденция сохранится в будущем, определите ожидаемый объем розничного товарооборота в городе на следующие 3 года.

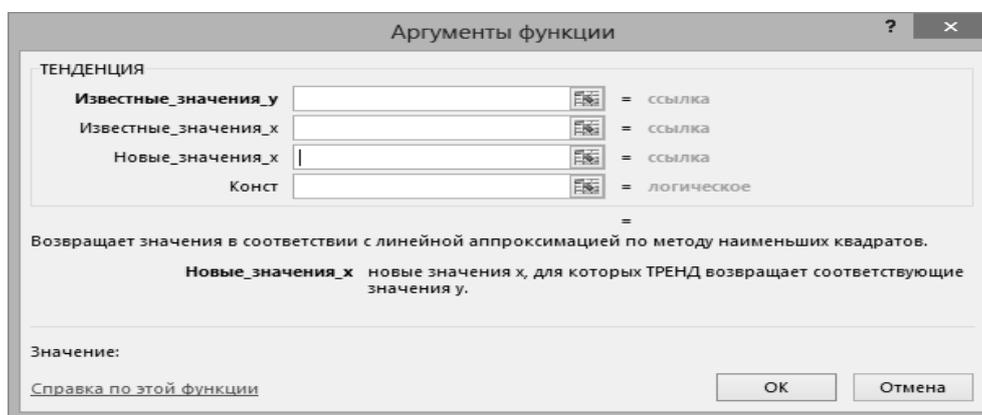


Рисунок 4.3 – Вид окна функции ТЕНДЕНЦИЯ

Таблица 4.11 – Исходные данные

Год	Объем продаж, млн р.
1	520
2	569
3	536
4	645
5	610
6	603
7	605
8	609
9	618

### Задание 11

Имеются следующие данные об объеме строительно-монтажных работ по месяцам (таблица 4.12). Вычислите индексы сезонности, постройте график сезонной волны.

Таблица 4.12 – Исходные данные

В миллионах рублей

Год/месяц	1	2	3	Среднее	Индекс сезонности
Январь	1,6	2,0	2,2		
Февраль	1,8	2,1	2,4		
Март	2,2	2,4	2,8		
Апрель	2,4	2,6	2,9		
Май	2,6	2,8	3,1		

Окончание таблицы 4.12

Год/месяц	1	2	3	Среднее	Индекс сезонности
Июнь	2,8	3,0	3,2		
Июль	3,2	3,5	3,4		
Август	3,3	3,3	3,4		
Сентябрь	3,2	3,1	3,0		
Октябрь	2,9	3,0	3,2		
Ноябрь	2,7	2,7	3,2		
Декабрь	2,5	2,5	3,0		
Итого					

### **Методические рекомендации.**

**Метод простой средней (индексов сезонности)** применяется для анализа сезонности явлений, уровни которых не имеют резко выраженной тенденции увеличения или уменьшения. Сущность этого метода заключается в определении сезонной волны или индекса сезонности.

**Индексы сезонности** – процентные отношения фактических (эмпирических) внутригрупповых уровней к теоретическим расчетным уровням, выступающим в качестве базы сравнения. Для того чтобы выявить устойчивую сезонную волну, на которой не отражались бы случайные условия одного года, необходим анализ распределенных по месяцам (кварталам, декадам) данных за несколько лет (не менее трех):

$$I_s = \frac{\bar{y}_i}{\bar{y}_o} \cdot 100 \% , \quad (4.26)$$

где  $\bar{y}_i$  – средний уровень ряда для каждого месяца,  $\bar{y}_i = \frac{\sum y}{n}$ ;

$\bar{y}_o$  – среднемесячный уровень всего ряда,  $\bar{y}_o = \frac{\sum \bar{y}_i}{n}$ .

Для наглядного представления сезонной волны индексы сезонности изобразите в виде линейного графика.

## **5 Выборочный метод статистических исследований в Excel**

**Цель работы:** научиться выполнять расчет ошибки выборочной средней, границ доверительного интервала по заданной вероятности для средней величины генеральной совокупности и ошибки доли с нахождением границ доли по заданной вероятности с использованием инструментария MS Excel.



**Задачи работы:**

- научиться рассчитывать ошибки выборки для негруппированных данных, используя инструмент MS Excel;
- научиться рассчитывать ошибки выборки для сгруппированных данных, используя инструмент MS Excel;
- научиться формировать границы доверительного интервала для средней величины и границы доли в генеральной совокупности по заданной вероятности.

**Задание 1**

Выполните расчет выборочных показателей для исходных данных (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Исходные данные

Номер организации	Среднесписочная численность работников за отчетный период, чел.	Номер организации	Среднесписочная численность работников за отчетный период, чел.
1	360	13	310
2	380	14	410
3	220	15	635
4	460	16	400
5	395	17	310
6	280	18	450
7	580	19	300
8	200	20	350
9	270	21	330
10	340	22	260
11	200	23	435
12	250	24	505

Расчет ошибки выполните с доверительной вероятностью 95; 99 %. Распространите полученные результаты на генеральную совокупность.

**Методические рекомендации.**

Используйте встроенную описательную статистику. Для получения ошибки выборки с разной доверительной вероятностью корректируйте значение поля «Уровень надежности» окна «Описательная статистика».

**Задание 2**

В целях изучения стажа работников проведена 10-процентная механическая выборка, в результате которой получено следующее распределение работников по стажу работы (таблица 5.2).

На основании данных таблицы 5.2 вычислите следующее.

- 1 Средний стаж рабочих цеха.
- 2 Средний квадрат отклонений (дисперсию) и среднее квадратическое



отклонение.

3 Коэффициент вариации.

4 С вероятностью 0,997 предельную ошибку выборочной средней и возможные границы, в которых ожидается средний стаж рабочих цеха.

5 С вероятностью 0,997 предельную ошибку выборочной доли и границы удельного веса числа рабочих со стажем работы от 10 до 20 лет.

Сделайте выводы.

Таблица 5.2 – Группировка рабочих по стажу

Стаж работы, лет	Число рабочих, чел.
До 5	2
От 5 до 10	18
От 10 до 15	45
От 15 до 20	62
От 20 до 25	39
Св. 25	5
Итого	

### **Методические рекомендации.**

**Ошибка выборки** или **ошибка репрезентативности** – это разница между значением показателя, полученного по выборке, и генеральным параметром.

**Средняя ошибка выборки**  $\mu$  – расхождение между средней величиной (или долей) выборочной и генеральной совокупностей, не превышающее значения генерального стандартного отклонения:

$$\mu_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} \quad (5.1)$$

или

$$\mu_p = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, \quad (5.2)$$

где  $\sigma^2$  – генеральная дисперсия (дисперсия признака в генеральной совокупности);

$n$  – объем выборки (число обследованных единиц);

$p$  – генеральная доля (доля единиц, обладающих данным значением признака в общем числе единиц генеральной совокупности).

**Предельная ошибка выборки** ( $\Delta_x$ ) – максимально возможное расхождение между средними величинами выборки и генеральной совокупности; вычисляется по формуле

$$\Delta_x = t \cdot \mu, \quad (5.3)$$

где  $\mu$  – средняя ошибка выборки;



$t$  – коэффициент доверия, зависящий от вероятности, с которой можно гарантировать, что предельная ошибка выборки не превысит  $t$ -кратную среднюю ошибку.

Наиболее часто употребляемые уровни доверительной вероятности и соответствующие им значения  $t$  приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наиболее часто употребляемые уровни доверительной вероятности и соответствующие им значения коэффициента доверия

Доверительная вероятность $P(t)$	0,683	0,950	0,954	0,990	0,997
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

## 6 Корреляционно-регрессионный анализ в Excel

**Цель работы:** приобрести навыки выполнения корреляционно-регрессионного анализа с использованием MS Excel.

### Задачи работы:

- научиться выявлять наличие, направление и тесноту линейной и нелинейной связи между признаками различными методами;
- научиться строить уравнение линейной регрессии;
- научиться проверять качество уравнения регрессии.

### Задание 1

Определите зависимость между выручкой и затратами на рекламу с помощью коэффициента Фехнера, заполнив таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Исходные данные

Номер предприятия	Выручка, млн р.	Затраты на рекламу, тыс. р.	Знаки отклонений	
			$y_i - y_{cp}$	$x_i - x_{cp}$
1	2,88	253		
2	3,34	352		
3	3,47	550		
4	4,21	583		
5	3,94	605		
6	4,49	638		
7	4,50	649		
8	4,62	682		
9	4,60	759		
10	4,66	825		
Итого			X	X



### **Методические рекомендации.**

**Метод сопоставления двух параллельных рядов** – значения факторного признака  $X$  располагают по мере возрастания или убывания, и затем ранжированные значения  $X$  сопоставляют с результативным признаком  $Y$ . Сопоставление и анализ расположенных таким образом рядов значений изучаемых величин позволяет установить наличие связи и ее направление.

Расчет **коэффициента Фехнера**  $K_\phi$  выполняется по формуле

$$K_\phi = \frac{\sum C - \sum H}{\sum C + \sum H}, \quad (6.1)$$

где  $\sum C$  – число совпадений;

$\sum H$  – число несовпадений.

Коэффициент Фехнера изменяется от 0 до  $\pm 1$ .

### **Задание 2**

Выполните аналитическую группировку для выявления зависимости между объемом выполненных работ и накладными расходами, выделив три группы с равными интервалами (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Исходные данные

Номер предприятия	Объем выполненных работ, млн р.	Накладные расходы, млн р.	Номер предприятия	Объем выполненных работ, млн р.	Накладные расходы, млн р.
1	8,6	3,2	11	7,9	2,2
2	7,5	2,4	12	11,8	3,9
3	10,6	3,2	13	12,3	4,1
4	7,8	2,2	14	5,7	1,5
5	10,4	3,2	15	8,1	2,5
6	8,5	3,0	16	9,8	3,2
7	6,4	2,1	17	13,9	4,7
8	7,5	2,4	18	12,6	4,5
9	5,5	1,5	19	9,6	3,0
10	7,0	2,7	20	8,6	2,8

По данным аналитической группировки определите тесноту связи, рассчитав эмпирическое корреляционное отношение.

### **Методические рекомендации.**

Выполните группировку по методике, изложенной в лабораторной работе 1. Составьте рабочую таблицу (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Форма рабочей таблицы

Группа	Интервал	Номер предприятия	Объем выполненных работ, млн р.	Накладные расходы, млн р.
1				
	Итого			
2				
	Итого			
3				
	Итого			
Всего				

Далее рассчитывается **эмпирическое корреляционное отношение**, которое позволяет измерить тесноту связи любой формы, в т. ч. нелинейной, по формуле

$$\eta_g = \sqrt{\frac{\delta^2}{\sigma^2}}, \quad (6.2)$$

где  $\delta^2$  – факторная (межгрупповая) дисперсия – характеризует отклонение групповых средних результативного признака от общей средней;

$\sigma^2$  – общая дисперсия.

Коэффициент принимает значения:  $0 \leq \eta \leq 1$ ;

если  $\eta = 1$  – сильная связь между признаками;

если  $\eta = 0$  – отсутствие связи.

Для расчета дисперсии используется методика, изложенная в лабораторной работе № 3.

### Задание 3

По данным об электровооруженности труда и производительности труда на предприятиях (таблица 6.4):

– графически изобразите связь в виде диаграммы рассеяния;



- постройте корреляционную таблицу для выявления наличия связи;
- измерьте степень тесноты связи с помощью линейного коэффициента корреляции;
- дайте аналитическое выражение связи;
- графически отобразите эмпирическую и теоретическую линию регрессии;
- оцените достоверность полученного уравнения корреляционной зависимости.

Таблица 6.4 – Исходные данные для расчета линейного коэффициента корреляции

Номер предприятия	Выпуск продукции на одного работника (y), млн р.	Электровооруженность труда одного работника (x), кВт·ч	$xу$	$x^2$	$(x - x_{cp})^2$	$(y - y_{cp})^2$	$y_x$	$(y_x - y_{cp})^2$
1	3	2						
2	6	5						
3	4	3						
4	6	7						
5	4	2						
6	8	6						
7	6	4						
8	9	9						
9	9	8						
10	5	4						
Сумма								
Среднее								

### **Методические рекомендации.**

Для построения диаграммы рассеяния используйте точечную диаграмму.

**В корреляционной таблице** расположены два сгруппированных вариационных ряда по факторному  $X$  и по результативному  $Y$  признакам. Число строк и столбцов, из которых состоит корреляционная таблица, соответствует числу групп (интервалов) одного и другого вариационных рядов. Числа, расположенные на пересечении строк и столбцов таблицы, показывают частоту повторения данного сочетания  $X$  и  $Y$ .

Если частоты в корреляционной таблице расположены по диагонали из левого верхнего угла в правый нижний угол, то можно предположить наличие прямой корреляционной зависимости. Если же частоты расположены по диагонали справа налево, то предполагают наличие обратной связи между признаками.

Форма корреляционной таблицы для заполнения приведена в таблице 6.5.



Таблица 6.5 – Форма корреляционной таблицы

x	y							Σ
Σ								

Основная задача *корреляционного анализа* состоит в выявлении связи между случайными переменными путем точечной и интервальной оценки различных (парных, множественных, частных) коэффициентов корреляции.

Расчет линейного коэффициента корреляции выполните следующими способами.

1 По формуле коэффициента линейной корреляции (Пирсона), предполагающий нормальный закон распределения наблюдений

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{n \sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 (y - \bar{y})^2}}. \quad (6.3)$$

Для двумерной нормально распределенной случайной величины  $XU$  при отсутствии линейной корреляции между  $X$  и  $Y$  коэффициент корреляции равен нулю. Поэтому процедура проверки заключается в выборочной оценке коэффициента корреляции и оценке значимости его отличия от нуля.

На практике коэффициент корреляции принимает некоторые промежуточные значения между 1 и  $-1$ . Для оценки степени взаимосвязи можно руководствоваться следующей классификацией корреляционных связей по абсолютной величине коэффициента корреляции:

- очень сильная, практически линейная зависимость между параметрами при  $r > 0,95$ ;
- сильная (тесная) при коэффициенте корреляции  $r > 0,7$ ;
- средняя при  $0,50 < r < 0,69$ ;
- умеренная при  $0,30 < r < 0,49$ ;
- слабая при  $0,20 < r < 0,29$ ;
- очень слабая при  $r < 0,19$ . В этих случаях обычно считают, что линейную взаимосвязь между параметрами выявить не удалось.

Вычислив выборочный коэффициент корреляции, необходимо оценить его статистическую значимость. Для того чтобы понять, насколько значимо



отличие выборочного коэффициента корреляции от 0, строят доверительный интервал  $(r - t\sigma_r; r + t\sigma_r)$ . Средняя ошибка коэффициента корреляции вычисляется по формуле

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}. \quad (6.4)$$

Если 0 не попадает в доверительный интервал, то коэффициент корреляции статистически значим.

2 С использованием встроенной функции КОРРЕЛ.

3 С использованием Пакета анализа данных (рисунок 6.1).

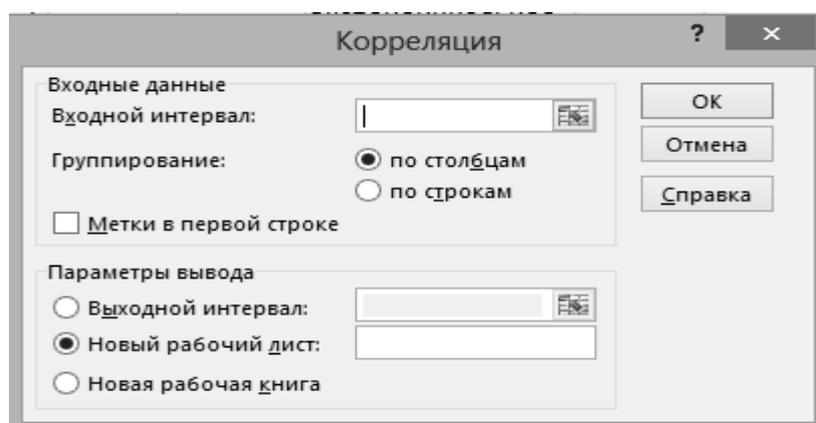


Рисунок 6.1 – Вид окна «Корреляция»

Задаем параметры для анализа данных. Входной интервал – диапазон ячеек со значениями. Группирование – по столбцам (анализируемые данные сгруппированы в столбцы). Выходной интервал – ссылка на ячейку, с которой начнется построение матрицы.

*Регрессионный анализ* устанавливает формы зависимости между случайной величиной  $Y$  (зависимой) и значениями одной или нескольких переменных величин (независимых), причем значения последних считаются точно заданными. Такая зависимость обычно определяется некоторой математической моделью (уравнением регрессии), содержащей несколько неизвестных параметров. В ходе регрессионного анализа на основании выборочных данных находят оценки этих параметров, определяются статистические ошибки оценок или границы доверительных интервалов и проверяется соответствие (адекватность) принятой математической модели экспериментальным данным.

В *линейном регрессионном анализе* связь между случайными величинами предполагается линейной. В самом простом случае в парной линейной регрессионной модели имеются две переменные:  $X$  и  $Y$ . И требуется по  $n$  парам наблюдений  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$  построить (подобрать) прямую линию, называемую линией регрессии, которая «наилучшим образом» приближает наблюдаемые значения. Уравнение этой линии  $y = ax + b$  является регрессионным уравне-

нием. С помощью регрессионного уравнения можно предсказать ожидаемое значение зависимой величины  $y$ , соответствующее заданному значению независимой переменной  $x$ .

Построение линейного уравнения регрессии и его проверку на адекватность выполните:

1) используя формулы:

– параметры уравнения

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x}\bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}; \quad (6.5)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}; \quad (6.6)$$

– коэффициент детерминации  $R_{yx}^2$

$$R_{yx}^2 = \frac{\delta^{*2}}{\sigma_y^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_x - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (6.7)$$

где  $\delta^{*2}$  – объясненная уравнением регрессии дисперсия  $y$ ;

$\sigma_y^2$  – общая (полная) дисперсия  $y$ .

Данный показатель характеризует долю вариации (дисперсии) результативного признака  $y$ , объясняемую уравнением связи (а следовательно, и фактором  $x$ ), в общей вариации (дисперсии)  $y$ . Коэффициент детерминации  $R_{yx}^2$  принимает значения от 0 до 1. Чем ближе значение к 1, тем лучше подобрана модель.

$$\eta = \sqrt{\frac{\delta^{*2}}{\sigma_y^2}} = \sqrt{\frac{\sum (y_x - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}}; \quad (6.8)$$

2) с использованием Пакета анализа данных (рисунок 6.2).

В полях для исходных данных указываем диапазон описываемого параметра ( $Y$ ) и влияющего на него фактора ( $X$ ). Выходной интервал – ссылка на ячейку, с которой начнется вывод результатов. Остальные можно не заполнять.

Постройте график фактических и расчетных данных, используя точечную диаграмму;

3) с использованием инструмента Линия тренда с выводом на график уравнения модели и коэффициента детерминации.

#### Задание 4

Имеются данные по предприятию о возрасте (продолжительности эксплуатации) типового оборудования и затратах на его ремонт (таблица 6.6).



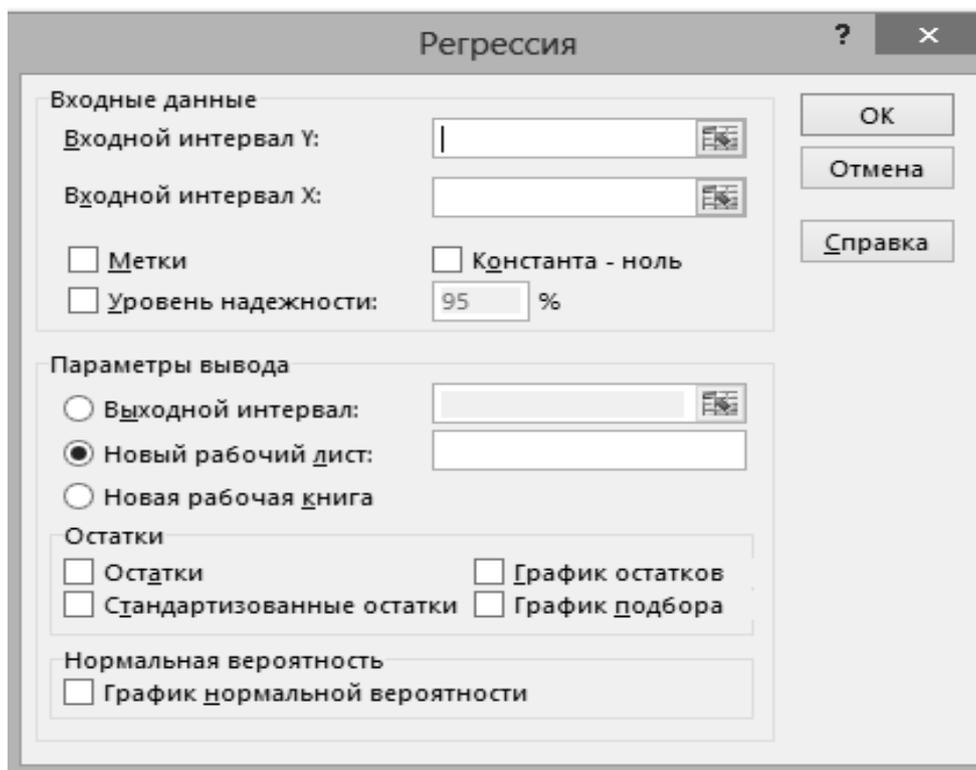


Рисунок 6.2 – Вид окна «Регрессия»

Таблица 6.6 – Исходные данные

Номер станка	Возраст станка, лет	Затраты на ремонт, тыс. р.
1	4	1,5
2	5	2
3	5	3,4
4	6	3,6
5	8	3,7
6	10	4
7	8	3,3
8	7	2,5
9	11	6,6
10	6	3,7

Рассчитайте параметры линейного уравнения парной корреляции, коэффициенты тесноты связи. Сделайте выводы по результатам работы.

### Задание 5

Постройте модель множественной линейной регрессии, предполагая наличие линейной связи между  $y$  и тремя условными факторами –  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  (таблица 6.7).

Таблица 6.7 – Исходные данные

Номер наблюдения	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	Номер наблюдения	$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$
1	3,1	2,5	180	63	11	2,9	3	180	63
2	3,4	2,5	180	64	12	3,0	3	180	64
3	3,5	2,5	180	65	13	3,1	3	180	65
4	3,2	2,5	180	63	14	2,8	3	180	63
5	3,3	2,5	180	64	15	2,9	3	180	64
6	3,4	2,5	200	65	16	2,9	3	200	65
7	3,2	2,5	200	63	17	2,7	3	200	63
8	3,3	2,5	200	64	18	2,8	3	200	64
9	3,4	2,5	200	65	19	2,9	3	200	65
10	3,2	2,5	200	63	20	2,8	3	200	63

## 7 Статистика капитала в Excel

**Цель работы:** приобрести навыки расчета показателей использования капитала предприятия в MS Excel.

### Задачи работы:

- изучить показатели использования капитала и методику их расчета;
- рассчитать показатели использования капитала в MS Excel.

### Задание 1

Имеются данные по предприятию (таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Исходные данные

Показатель	Базисный год	Отчетный год
Среднегодовая стоимость основных средств производственного назначения, тыс. р.	22 250	25 900
В том числе активной части	15 500	18 226
Объем выполненных работ (в сопоставимых ценах), тыс. р.	46 500	49 210

Определите:

- 1) фондоотдачу всех и активной части основных средств производственного назначения за каждый год;
- 2) индекс фондоотдачи;
- 3) индекс объема выполненных работ;
- 4) индекс стоимости основных средств;
- 5) взаимосвязь между исчисленными индексами.



Произведите:

- индексный анализ фондоотдачи;
- мультипликативный анализ фондоотдачи.

### Задание 2

Имеются следующие данные по объединению (таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Исходные данные

В миллионах рублей

Завод	Базисный период		Отчетный период	
	Стоимость произведенной продукции	Стоимость ОПФ	Стоимость произведенной продукции	Стоимость ОПФ
А	420	210	560	300
Б	380	200	450	210
В	550	390	600	420
Всего	1350	800	1610	930

- 1 Рассчитайте фондоотдачу по каждому предприятию в обоих периодах.
- 2 Постройте индивидуальные и агрегатный индексы фондоотдачи.
- 3 Определите, как изменилась средняя фондоотдача по объединению за счет:
  - а) изменения фондоотдачи по каждому предприятию;
  - б) изменения структуры основных производственных фондов.

### Задание 3

Имеются данные о стоимости оборотных средств предприятия (таблица 7.3).

Таблица 7.3 – Данные об остатках оборотных средств

В миллионах рублей

Дата	Базисный год	Отчетный год
1 января	336	381
1 апреля	391	451
1 июня	350	363
1 октября	400	418
31 декабря	368	390

Стоимость реализованной продукции в действовавших оптовых ценах в базисном году – 3 051 млн р., в отчетном году – 3 724 млн р.

Проанализируйте:

- 1) динамику коэффициента оборачиваемости, коэффициента закрепления и средней продолжительности одного оборота в днях;
- 2) изменение объема реализованной продукции вследствие изменения:

- а) объема нормируемых оборотных средств;
- б) числа оборотов.

#### Задание 4

На предприятии имеются следующие данные за два года (таблица 7.4).

Таблица 7.4 – Исходные данные

Показатель	Базис	Отчет
Средние остатки оборотных средств, млн р.	7 000	6 500
Стоимость реализованной продукции, млн р.	1 450	1 500

Определите:

- общее изменение оборотных средств и влияние на это изменение факторов;
- общее изменение реализованной продукции и влияние на это изменение факторов.

#### Задание 5

По данным таблицы 7.5 вычислите индексы числа оборотов переменного, постоянного состава и структурных изменений оборотных средств.

Таблица 7.5 – Исходные данные

Предприятие	Реализованная продукция, млн р.		Число оборотов оборотных средств, раз	
	Базисный период	Отчетный период	Базисный период	Отчетный период
1	3250	3100	12	11
2	2500	2600	10,5	11,5
3	12700	14280	5,1	5,23

## 8 Статистика капитала на автотранспортных предприятиях

**Цель работы:** приобрести навыки расчета показателей использования капитала автотранспортного предприятия в MS Excel.

**Задачи работы:**

- изучить специфические показатели использования капитала автотранспортного предприятия и методику их расчета;
- рассчитать специфические показатели использования капитала автотранспортного предприятия в MS Excel.



### Задание 1

Движение основных средств транспортного предприятия за отчетный год характеризуется данными таблицы 8.1.

Сумма износа основных средств на начало года составила 9 461,3 млн р.; на конец года – 8 850,4 млн р.

Таблица 8.1 – Исходные данные

Показатель	Сумма, млн р.
Наличие основных средств на начало года	22 003,0
Поступило в отчетном году, всего	1 638,0
В том числе новых	1 582,4
Выбыло в отчетном году, всего	947,7
В том числе из-за износа и ветхости	859,9

Определите показатели динамики и движения объема всех основных средств предприятия, а также показатели их технического состояния на начало и конец отчетного года.

### Задание 2

По автотранспортному предприятию имеются следующие данные за отчетный год (таблица 8.2).

Таблица 8.2 – Исходные данные

Показатель	Сумма, млн р.
Первоначальная стоимость ОФ за вычетом износа на начало года	4 980
Введено за отчетный год новых ОФ	250
Выбыло за отчетный год:	
по полной первоначальной стоимости	150
по остаточной первоначальной стоимости	80
Сумма износа на начало года	3 320
Сумма амортизационных отчислений за отчетный год	395

Определите полную первоначальную, остаточную первоначальную стоимости основных фондов на конец года.

### Задание 3

По фирме, включающей два грузовых автотранспортных предприятия, имеются следующие данные (таблица 8.3).

Определите:

- 1) индекс изменения фондоотдачи по каждому предприятию;
- 2) относительное и абсолютное изменения фондоотдачи в целом по фирме;
- 3) абсолютное и относительное изменения фондоотдачи в целом по фирме за счет отдельных факторов.



Таблица 8.3 – Исходные данные

Номер предприятия	Среднегодовая стоимость основных средств, млн р.		Фондоотдача основных средств, р./ р.	
	Прошлый год	Отчетный год	Прошлый год	Отчетный год
1	17,0	30,8	1,5	1,6
2	33,0	39,2	1,8	2,0

**Задание 4**

По автопредприятию имеются данные (таблица 8.4).

Таблица 8.4 – Исходные данные

Показатель	Ноябрь	Декабрь
Автомобиле-дни в предприятии, всего		
в том числе:	14 025	14 973
в работе	10 098	10 331
в простое по эксплуатационным причинам	1 963	1 832
Автомобиле-тонно-дни работы, тыс.	68 700	84 700
Автомобиле-часы в наряде, всего:	113 098	117 773
в том числе в движении	88 975	92 443
Общий пробег, тыс. км:	2 544,7	2 671,6
в том числе с грузом	1 323,2	1 362,5
Перевезено груза, тыс. т	291,8	314,9
Грузооборот, тыс. ткм	5 839,5	7 368,9

Исчислите показатели использования транспортных средств:

- 1) среднесписочное число автомобилей;
- 2) среднесуточную продолжительность пребывания автомобиля в наряде;
- 3) коэффициент выпуска автомобилей на линию;
- 4) среднесуточный пробег;
- 5) коэффициент использования пробега;
- 6) среднюю техническую скорость;
- 7) среднюю коммерческую скорость;
- 8) среднее расстояние перевозки 1 т груза;
- 9) производительность на один автомобиле-тонно-день работы.

**Задание 5**

По автотранспортному предприятию имеются следующие данные по маркам автомобилей за отчетный год (таблица 8.5).

Заполните свободные клетки таблицы, указав метод расчета каждого показателя.



Таблица 8.5 – Исходные данные

Показатель	Марка 1	Марка 2	Марка 3	Всего
Среднесписочное число автомобилей, ед.	30,3		28,2	
Автомобиле-дни в предприятии		42520		
Автомобиле-дни в работе			7815	
Автомобиле-дни в ремонте и его ожидании	1438		1550	
Коэффициент технической готовности		0,89		
Коэффициент выпуска автомобилей на линию	0,68	0,72		

### Задание 6

По автобусному парку имеются следующие данные за два месяца (таблица 8.6).

Таблица 8.6 – Исходные данные

Показатель	Август	Сентябрь
Автомобиле-дни пребывания в предприятии	17 422	17 586
Автомобиле-дни работы (эксплуатации)		
Среднесписочное число автобусов, ед		
Коэффициент выпуска автобусов на линию	0,84	0,87
Общий пробег, тыс. км		2 937,6
В том числе полезный		2 849,5
Среднесуточный пробег, км	180,0	
Коэффициент полезного пробега	0,96	

Определите и поставьте в таблицу все недостающие данные, а также покажите изменение приведенных показателей в сентябре по сравнению с августом.

### Задание 1

В таблице 8.7 представлены основные показатели работы грузового авто-транспортного предприятия за год.

Таблица 8.7 – Исходные данные

Показатель	План	Отчет
Грузооборот, тыс. ткм	161 250	194 200
Автомобиле-дни работы	215 000	242 750
Коэффициент выпуска автомобилей на линию	0,72	0,74
Средняя грузоподъемность списочного автомобиля, т	8,9	9,2



Определите:

- 1) выполнение плана по производительности на одну списочную автомобиле-тонну;
- 2) абсолютное изменение грузооборота за счет изменения: количества списочных автомобиле-тонн; производительности на одну списочную автомобиле-тонну.

### Задание 8

Имеются данные о стоимости оборотных средств предприятия (таблица 8.8).

Таблица 8.8 – Данные об остатках оборотных средств

В миллионах рублей

Дата	Базисный год	Отчетный год
1 января	336	381
1 апреля	391	451
1 июня	350	363
1 октября	400	418
31 декабря	368	390

Стоимость реализованной продукции в действовавших оптовых ценах в базисном году – 3 051 млн р., в отчетном году – 3 724 млн р.

Проанализируйте:

- 1) динамику коэффициента оборачиваемости, коэффициента закрепления и средней продолжительности одного оборота в днях;
- 2) изменение объема реализованной продукции вследствие изменения:
  - а) объема нормируемых оборотных средств;
  - б) числа оборотов.

### Задание 9

Общий пробег автобусов составил в июле 140 тыс. км, в августе – 150 тыс. км. Общий расход топлива составил в июле 38,5 тыс. л, в августе – 40,8 тыс. л. Норма расхода топлива на 100 км пробега – 28 л.

Определите:

- 1) выполнение норм расхода топлива в июле и августе;
- 2) изменение удельного расхода топлива в августе по сравнению с июлем;
- 3) общую экономию (перерасход) топлива в результате изменения удельного расхода в июле и августе.

### Задание 10

Работа бортовых автомобилей и расход дизельного топлива за октябрь представлены в таблице 8.9.



Таблица 8.9 – Исходные данные

Марка автомобиля	Общий пробег, тыс. км	Объем транспортной работы, тыс. ткм	Фактический расход топлива, тыс. л	Норма расхода, л	
				на 100 км пробега	на 100 ткм транспортной работы
1	208	120,6	54,2	25	1,3
2	115	135,7	48,8	42,2	1,3

Определите:

- 1) выполнение норм расхода топлива по каждой марке автомобиля и в целом по всему парку;
- 2) размер полученной экономии (перерасхода) топлива по каждой марке и в целом по всему парку.

### Задание 11

По АТП за 2 года имеются данные (таблица 8.10).

Таблица 8.10 – Исходные данные

Показатель	Прошлый год	Отчетный год
Объем доходов за выполненные работы и услуги, млн р.	10 500	15 600
Средний остаток оборотного капитала, млн р.	4 200	3 900

Определите изменение суммы оборотного капитала (высвобождение или дополнительное привлечение) в результате изменения оборачиваемости.

### Список литературы

- 1 **Колесникова, И. И.** Статистика. Практикум: учебное пособие для вузов / И. И. Колесникова, Г. В. Круглякова. – Минск: Вышэйшая школа, 2011. – 285 с.
- 2 **Максимов, Г. Т.** Статистика предприятия: учебно-методическое пособие к практическим занятием для студентов экономических специальностей всех форм обучения / Г. Т. Максимов, М. В. Минько. – Минск: БНТУ, 2009. – 124 с.
- 3 **Петрова, Е. В.** Практикум по статистике транспорта: учебное пособие / Е. В. Петрова. – Москва: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
- 4 **Сергеева, И. И.** Статистика: учебник / И. И. Сергеева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2016. – 304 с.

