

# ИНФОРМАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

## ТЕМЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

### И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

<b>Начальные буквы фамилии студента</b>	<b>Вопрос №1</b> Экономико-статистические методы анализа. Табличный процессор Microsoft Excel.	<b>Вопрос №2</b> Экономико-статистические методы анализа. Табличный процессор Microsoft Excel.
А	Задача №5. в.2	Задача №1. в.3
Б	Задача №3. в.1	Задача №6. в.1
В	Задача №1. в.1	Задача №3. в.3
Г	Задача №2. в.1	Задача №3. в.4
Д	Задача №6. в.1	Задача №3. в.3
Е	Задача №3. в.2	Задача №2. в.1
Ж	Задача №1. в.3	Задача №5. в.1
З	Задача №6. в.1	Задача №2. в.2
И	Задача №3. в.3	Задача №1. в.3
К	Задача №2. в.1	Задача №4. в.2
Л	Задача №3. в.3	Задача №6. в.2
М	Задача №3. в.4	Задача №5. в.2
Н	Задача №1. в.1	Задача №2. в.2
О	Задача №5. в.1	Задача №3. в.3
П	Задача №2. в.2	Задача №4. в.1
Р	Задача №1. в.3	Задача №6. в.1
С	Задача №4. в.2	Задача №3. в.3
Т	Задача №3. в.1	Задача №2. в.1
У	Задача №6. в.2	Задача №3. в.3
Ф	Задача №5. в.2	Задача №3. в.4
Х	Задача №1. в.1	Задача №5. в.1
Ц	Задача №2. в.2	Задача №1. в.3
Ч	Задача №3. в.3	Задача №1. в.1
Ш	Задача №4. в.1	Задача №1. в.3
Щ	Задача №2. в.3	Задача №6. в.1
Э	Задача №6. в. 2	Задача №2. в.2
Ю	Задача №5. в.3	Задача №4. в.2
Я	Задача №1. в.2	Задача №3. в.3

Контрольная работа выполняется в печатном виде на листах формата А4.

Объем контрольной работы - 15-20 страниц.

Шрифт, размер, интервал - Times New Roman, 12, полуторный;

Поля страницы - верхнее и нижнее – 2 см., левое – 3 см., правое – 1 см.

Страницы работы нумеруются, титульный лист является первой страницей контрольной работы (номер страницы на титульном листе не проставляется).

На титульном листе указываются название дисциплины, фамилия, имя и отчество студента, специальность, курс и группа.

На второй странице дается план (содержание) контрольной работы. Далее следуют наименования вопросов и соответствующий материал; все иллюстрации и таблицы должны быть пронумерованы, каждую иллюстрацию необходимо снабжать подрисуночной надписью, таблицы с заголовками должны быть помещены в тексте после абзацев, содержащих ссылки на них. Тексты цитат заключаются в кавычки и сопровождаются сноской.

В конце контрольной работы приводится список использованной литературы и иных источников информации.

*При подготовке контрольной работы можно пользоваться кроме учебной и научно-популярной литературы, также, и ресурсами сети Internet.*

Файл *Microsoft Excel* с результатами расчётов по вопросам №1 и №2 записывается на ВЗУ - компакт-диск или USB-флеш-накопитель, которое прикрепляется к контрольной работе.

По результатам проверки контрольная работа может быть, как зачтена, так и не зачтена. Если работа студента не зачтена, то она возвращается студенту на доработку с указанием замечаний и представляется на повторную проверку.

## В. ЭКОНОМИКО - СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

### ЗАДАЧА №1. АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОГОВОРНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ПО ПОСТАВКАМ ТОВАРА

Розничная торговая точка осуществляет закупки товара у предприятия оптовой торговли. В таблице приведены данные об объемах ежедневных заказов и фактических поставках товара за последние 9 дней (варианты 1-3).

Недели	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
	Заказ	факт	заказ	факт	заказ	факт
1	150	150	230	230	120	120
2	170	165	240	240	120	120
3	200	185	180	175	130	120
4	180	200	200	180	120	130
5	180	180	210	180	120	120
6	160	150	200	230	130	120
7	150	140	190	190	130	120
8	180	200	200	185	130	150
9	170	170	210	250	125	125

Требуется провести анализ выполнения договорных обязательств оптового предприятия с розничной торговой точкой по поставкам товара. Для этого необходимо рассчитать следующие основные показатели:

- суммарные объемы заказов и поставок за период:  $S_{\text{заказ}}$  и  $S_{\text{факт}}$ ;
- средние значения объемов заказов и поставок за период:  $\bar{X}_{\text{заказ}}$  и  $\bar{X}_{\text{факт}}$ ;
- среднеквадратические отклонения объемов и поставок за период  $\sigma_{\text{заказ}}$  и  $\sigma_{\text{факт}}$ ;
- вариацию объемов заказов и поставок за период. Коэффициент вариации вычисляется по формуле  $V = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100\%$  и характеризует степень равномерности поставок.
- Определить степень ритмичности поставок.  $K_{\text{ар}} = \sum_{t=1}^T \left| 1 - \frac{X_{\text{факт } t}}{X_{\text{заказ } t}} \right|$ . Чем ближе  $K_{\text{ар}}$  к 0, тем ритмичнее осуществляются поставки.
- По табличным данным построить графики, отражающие динамику объемов заказов и поставок товаров.

### ЗАДАЧА №2. ИНДЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРОДАЖ

Товарную группу, входящую в ассортимент предприятия розничной торговли составляют 5 товаров: А, В, С, D, Е. В результате изменения розничных цен на товары группы, произошло изменение спроса на них и, соответственно, товарооборота. В таблице ниже приведены данные о розничных ценах на эти товары и физическом объеме их продаж в базисном (до изменения цен) и текущем периоде (варианты 1 – 3).

Товары	Цена (у.е.)		Количество (ед.)	
	Базисный Период	Текущий Период	Базисный период	Текущий период
<b>Вариант 1</b>				
А	15	16	105	84
В	23	25	78	69
С	19	21	59	53

Товары	Цена (у.е.)		Количество (ед.)	
	Базисный Период	Текущий Период	Базисный период	Текущий период
D	45	40	74	102
E	72	76	67	66

Товары	Цена (у.е.)		Количество (ед.)	
	Базисный Период	Текущий Период	Базисный период	Текущий период
<b>Вариант 2</b>				
A	54	49	16	25
B	9	8	128	131
C	14	18	22	20
D	29	25	32	41
E	43	49	36	30

Товары	Цена (у.е.)		Количество (ед.)	
	Базисный Период	Текущий Период	Базисный период	Текущий период
<b>Вариант 3</b>				
A	16	17	28	25
B	89	99	19	11
C	78	80	25	17
D	97	89	34	48
E	32	29	43	52

Требуется выполнить анализ результата изменения цен на товары. Для этого необходимо вычислить:

- индивидуальные индексы цен и физического объема товарооборота по каждому из товаров;
- эластичность спроса на товары;
- индивидуальные и агрегатный индексы (абсолютные приросты) стоимости товарооборота;
- индивидуальные и агрегатные индексы (абсолютные приросты) товарооборота за счет изменения цен и физического объема товарооборота.

#### Формулы, используемые для расчетов

Обозначения:

$n$  – общее количество товаров в группе;

$j = 1, \dots, n$  – индекс товара;

$p_{0j}$  и  $p_{1j}$  — розничные цены на  $j$  – й товар соответственно в базисном и текущем периодах;

$q_{0j}$  и  $q_{1j}$  — физический объем продаж  $j$  – го товара соответственно в базисном и текущем периодах;

**Индивидуальные индексы:**

$$i_{pj} = \frac{p_{1j}}{p_{0j}} \text{ — индекс цен на } j \text{ – й товар;}$$

$$i_{qj} = \frac{q_{1j}}{q_{0j}} \text{ — индекс физического объема продаж } j \text{ – го товара;}$$

Эластичность спроса на  $j$  – й товар вычисляется по формуле:  $E_j = \frac{q_{1j} - q_{0j}}{p_{1j} - p_{0j}} \cdot \frac{p_{0j}}{q_{0j}}$ .

**Обороты по отдельным товарам и в целом по товарной группе:**

$T_{0j} = p_{0j}q_{0j}$  — товарооборот  $j$  – го товара в базисном периоде;

$T_{1j} = p_{1j}q_{1j}$  — товарооборот  $j$  – го товара в текущем периоде;

$T_{01j} = p_{0j}q_{1j}$  — условный товарооборот  $j$  – го товара;

$T_0 = \sum_{j=1}^n p_{0j}q_{0j}$  — товарооборот в базисном периоде;

$T_1 = \sum_{j=1}^n p_{1j}q_{1j}$  — товарооборот в текущем периоде;

$T_{01} = \sum_{j=1}^n p_{0j}q_{1j}$  — условный товарооборот;

#### **Индивидуальные и агрегатный индексы (абсолютные приросты) стоимости товарооборота:**

$i_{pqj} = \frac{T_{1j}}{T_{0j}}$  — индекс стоимости товарооборота  $j$  – го товара;

$\Delta_j = T_{1j} - T_{0j}$  — абсолютный прирост стоимости товарооборота  $j$ -го товара;

$I_{pq} = \frac{T_1}{T_0}$  — агрегатный индекс товарооборота;

$\Delta = T_1 - T_0$  — абсолютный прирост товарооборота.

#### **Индивидуальные и агрегатные индексы изменения (абсолютные приросты) товарооборота за счет изменения цен на товары и физического объема продаж:**

$\bar{i}_{pj} = \frac{T_{1j}}{T_{01j}}$  — индекс изменения стоимости товарооборота  $j$  – го товара за счет изменения цены на

товар;

$\tilde{\Delta}_{pj} = T_{1j} - T_{01j}$  — абсолютный прирост стоимости товарооборота  $j$  – го товара за счет изменения цены на товар;

$\bar{i}_{qj} = \frac{T_{01j}}{T_{0j}}$  — индекс изменения стоимости товарооборота  $j$  – го товара за счет изменения физического

объема продаж товара;

$\tilde{\Delta}_{qj} = T_{01j} - T_{0j}$  — абсолютный прирост стоимости товарооборота  $j$  – го товара за счет изменения физического объема продаж товара;

$I_p = \frac{T_1}{T_{01}}$  — агрегатный индекс изменения стоимости товарооборота за счет изменения цен на

товары;

$\Delta_p = T_1 - T_{01}$  — абсолютный прирост стоимости товарооборота за счет изменения цен на товары;

$I_q = \frac{T_{01}}{T_0}$  — агрегатный индекс изменения стоимости товарооборота за счет изменения физического

объема продаж товаров;

$\Delta_q = T_{01} - T_0$  — абсолютный прирост стоимости товарооборота за счет изменения физического объема продаж товаров.

#### **ЗАДАЧА №3 АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПРОДАЖ**

В таблице представлены данные об объемах продаж однородных товаров, входящих в ассортиментный набор предприятия розничной торговли, по месяцам за последний год (варианты 1–4).

Месяцы	Объемы продаж (ед.)			
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
1	230	560	470	970

Месяцы	Объемы продаж (ед.)			
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
2	210	490	510	789
3	240	430	490	600
4	260	420	580	510
5	245	350	630	450
6	270	300	520	469
7	290	290	595	340
8	300	320	637	367
9	310	370	740	308
10	315	400	855	311
11	325	445	890	280
12	345	470	964	294

Требуется выполнить анализ динамики объема продаж и осуществить его прогнозирование на следующий месяц. Для этого необходимо:

1. вычислить абсолютные приросты, темпы роста и прироста объемов продаж по месяцам и в среднем за период, используя базисные и цепные показатели, а также значение 1% прироста, и средние величины указанных показателей;
2. построить график динамики объема продаж за период;
3. выполнить прогноз объема продаж на следующий месяц на основании полученного значения среднего абсолютного прироста (среднего темпа роста);
4. выполнить регрессионный анализ объемов продаж: построить тренд, осуществить проверку адекватности полученной аналитической зависимости реальным данным и выполнить на ее основе прогнозирование объема продаж на следующий месяц.
5. вычислить индекс сезонных колебаний (сезонную волну) объема продаж по месяцам за период, как без учета тенденции, так и с учетом тренда.

#### Формулы, используемые для расчетов основных показателей динамики

$N$  — число периодов для проведения анализа динамики объема продаж;

$t = 1, \dots, N$  — номер периода;

$X_t$  — объем продаж за месяц с номером  $t$ ;

$\Delta_t$  — абсолютный прирост показывает размер изменения объема продаж за определенный промежуток времени:  $\Delta_t^B = X_t - X_A$ ,  $\Delta_t^Ц = X_t - X_{t-1}$ ,  $t = 2, \dots, N$ ;

Средний абсолютный прирост:  $\bar{\Delta} = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{t=2}^N \Delta_t^Ц = \frac{X_N - X_1}{N-1}$ .

$T_t$  — темп роста характеризует относительную скорость изменения уровней объема продаж и показывает, во сколько раз уровень объема продаж сравниваемого периода больше или меньше

уровня базисного периода:  $T_t^B = \frac{X_t}{X_A}$ ,  $T_t^Ц = \frac{X_t}{X_{t-1}}$ ,  $t = 2, \dots, N$ ;

Средний темп роста:  $\bar{T} = \sqrt[N-1]{\prod_{t=2}^N T_t^Ц} = \sqrt[N-1]{\frac{X_N}{X_1}}$ .

$T_{\text{ПР } t}$  — темп прироста показывает, на сколько процентов уровень объема продаж сравниваемого периода больше или меньше уровня базисного периода:

$T_{\text{ПР } t}^B = \frac{X_t - X_B}{X_B} = T_t^B - 1$ ,  $T_{\text{ПР } t}^Ц = \frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}} = T_t^Ц - 1$ ,  $t = 2, \dots, N$ ;  $\bar{T}_{\text{ПР}} = \frac{1}{N-1} \sum_{t=2}^N T_{\text{ПР } t}^Ц = \bar{T} - 1$

$P_t$  — 1% прироста для отдельных периодов имеет различное абсолютное значение, поэтому

необходимо рассчитать его для каждого из периодов:  $P_t = \frac{\Delta_{\text{ц}}}{T_{\text{пр } t} \cdot 100}$ ,  $t = 2, \dots, N$ .

Прогноз объема продаж на  $k$  месяцев с использованием значения его среднего абсолютного прироста (темпа роста) за период осуществляется с использованием следующих **формул**:

$$X_{N+k} = X_N + k\bar{\Delta};$$

$$X_{N+k} = X_N \bar{T}^k$$

**Построение тренда и прогнозирование.** Регрессионный анализ заключается в определении аналитического выражения связи между изучаемыми величинами, и в этом плане сводится к задаче аппроксимации функции. В частности, в процессе анализа рядов динамики, исследуется зависимость значений величины от времени, а задача регрессионного анализа сводится к определению тренда.

Тренд — линия, отражающая основную тенденцию изменения изучаемой величины.

Предположим, что зависимость результирующего признака  $X$  от факторного признака  $t$  задана таблично. Для определения тренда выполняют аналитическое выравнивание табличных данных с помощью функции, выбранной из множества функций вида  $X = X(t)$ :

$$X(t) = a_0 t + a_1; \quad X(t) = a_0 t^2 + a_1 t + a_2; \quad X(t) = \frac{a_0}{a_1 + t} + a_2; \quad \text{и т. д.,}$$

$$X(t) = a_0 \ln t + a_1; \quad X(t) = a_0 a_1^t; \quad X(t) = a_0 t^{a_1}$$

и наилучшим образом отражающую зависимость, заданную таблицей.

Для выбора нужной функции и вычисления ее параметров пользуются методом наименьших квадратов. Согласно методу наименьших квадратов, лучшей считается такая функция, для которой сумма квадратов отклонений табличных данных от данных, вычисленных аналитически, является наименьшей:

$$S = \sum_{t=1}^N (X_t - X(t))^2 \rightarrow \min.$$

$S$  является функцией параметров  $a = (a_0, a_1, \dots)$  зависимости  $X = X(t)$ , т. е.  $S = S(a)$ . Так как в данной задаче параметры выбранной функции  $a_0, a_1, \dots$  являются неизвестными, поэтому решение задачи заключается в нахождении этих параметров.

В случае, если выбранная функция является линейной, т. е. имеет вид  $X(t) = a_0 t + a_1$ , то задача состоит в нахождении параметров  $a_0$  и  $a_1$ . Если же, например, зависимость является квадратичной, вида  $X(t) = a_0 t^2 + a_1 t + a_2$ , то необходимо определить параметры  $a_0, a_1$  и  $a_2$ .

Аналитическое выравнивание табличных данных позволяет оценить общую тенденцию развития явления за прошедший период и осуществлять прогнозирование его развития на ближайшие периоды времени.

#### **Алгоритм построения аппроксимирующей линии (тренда) с помощью Мастера диаграмм табличного процессора Microsoft Excel**

1. Выбрать кнопку Мастер диаграмм на панели инструментов Стандартная или последовательность пунктов меню Вставка → Диаграмма....
2. В раскрывшемся диалоговом окне Мастер диаграмм (шаг 1 из 4): тип диаграммы, выбрать тип Точечная.
3. Выполнить оставшиеся шаги построения диаграммы.
4. После построения диаграммы выделить ее в случае, если она располагается на рабочем листе, или перейти на лист диаграммы, если она была построена на отдельном листе.
5. Выбрать последовательность пунктов меню Диаграмма → Добавить линию тренда...
6. В раскрывшемся диалоговом окне Линия тренда выбрать наиболее подходящий тип линии тренда (вкладка Тип), а затем перейти к вкладке Параметры, где можно выполнить следующие действия: ввести название кривой (группа Название аппроксимирующей (сглаженной) кривой), осуществить прогноз вперед или назад на заданное количество периодов (группа Прогноз), установить флажки Показывать уравнение на диаграмме и Помесить на диаграмму величину достоверности аппроксимации ( $R^2$ ).
7. Построить линию тренда на диаграмме, выбрав кнопку Ок.

**Алгоритм построения аппроксимирующей линии (тренда)  
с помощью модуля Поиск решения табличного процессора Microsoft Excel**

1. По табличным данным построить график зависимости  $X$  от  $t$ .
2. На основании графика выбрать наиболее подходящий вид функциональной зависимости  $X = X(t)$ , которой подчиняются табличные данные.
3. Задать начальные значения коэффициентов функциональной зависимости. Например, в случае линейной зависимости  $X(t)=a_0t+a_1$ , задать значения коэффициентов  $a_0$  и  $a_1$ ; в случае квадратической зависимости  $X(t)=a_0t^2+a_1t+a_2$  — задат значения коэффициентов  $a_0$ ,  $a_1$  и  $a_2$ . В общем случае начальные значения параметров можно принять равными 0.
4. Построить ряд значений тренда путем вычисления  $X(t)$  для каждого значения  $t$ .
5. Записать в ячейке функцию вида:  $S = \sum_{t=1}^N (X_t - X(t))^2$ .
6. Перейти к решению задачи  $S(a) \rightarrow \min$ .
7. Выбрать пункт меню Сервис  $\rightarrow$  Поиск решения. Откроется диалоговое окно Поиск решения, в котором следует:
8. в окне поля Установить целевую ячейку ввести ссылку на ячейку, содержащую описание функции  $S$ .
9. в окне поля Равной установить переключатель Минимальному значению.
10. в окне поля Изменяя ячейки ввести ссылки на ячейки, в которых находятся начальные приближения коэффициентов  $a_0, a_1, \dots$ .
11. Выбрать кнопку Выполнить.
12. Найденное решение сохранить с помощью кнопки ОК.
13. Построить совмещенный график табличной зависимости  $X$  от  $t$  и тренда.

**Примечание.** В случае, если по графику невозможно однозначно определить вид функциональной зависимости  $X = f(t)$ , выбирают несколько наиболее подходящих зависимостей, а затем для каждой из них выполняют указанные выше расчеты. Таким образом, получают несколько значений функции  $S$ :  $S_1, S_2, \dots$ . Функциональную зависимость, для которой значение  $S$  будет наименьшим, можно принять в качестве наилучшего приближения табличных данных.

Далее, необходимо проверить полученную аналитическую зависимость на адекватность реальным данным. Для этого можно воспользоваться таким показателем, как средняя относительная ошибка прогнозирования  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \frac{X_t - X(t)}{X_t} \right| \cdot 100 \%$$

Интерпретировать полученное значение средней относительной ошибки прогнозирования можно следующим образом:

Значение $\varepsilon$	Оценка
$\varepsilon \leq 10 \%$	высокая точность
$10 \% < \varepsilon \leq 20 \%$	точность хорошая
$20 \% < \varepsilon \leq 50 \%$	точность удовлетворительная
$\varepsilon > 50 \%$	неудовлетворительная точность

В случае если аналитическая зависимость достаточно точно отражает табличные данные, можно осуществлять прогноз объема продаж на следующий месяц, т. е. месяц с номером  $N + 1$ .

Если аппроксимирующая линия представляет собой прямую, то для прогнозирования можно воспользоваться статистической функцией ТЕНДЕНЦИЯ(). Если же имеет место экспоненциальная зависимость, то можно использовать функцию РОСТ().

Показателем колебаний значения какой-либо величины, которые носят сезонный характер в течение рассматриваемого периода времени, является индекс сезонности (сезонной волны). Показатель выражается в долях единицы или в процентах и вычисляется следующим образом:

$$i_t = \frac{X_t}{\bar{X}}, \text{ где } X_t - \text{значение величины за отрезок времени } t, t=1, \dots, N; \bar{X} - \text{среднее значение величины}$$

за весь период. Однако, в случае, если наблюдается тенденция в процессе изменения величины, то

индекс сезонности следует вычислять с использованием следующей формулы:  $i_t = \frac{X_t}{X(t)}$ , где  $X(t)$  – аналитически вычисленное значение величины за отрезок времени  $t$ .

#### ЗАДАЧА № 4 КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ СПРОСА

В процессе исследования спроса на различные товары изучается влияние на его величину среднего дохода потребителей в расчете на одного члена семьи. Необходимые данные представлены в следующей таблице (варианты 1 – 3):

Доход в расчете на одного члена семьи (у.е.)	Объем ежемесячных покупок товара в семьях с различными доходами		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
50	29	7	2
75	24	14	12
100	26	21	27
125	17	20	35
150	15	17	47
175	9	8	53
200	4	3	76

Для исследования связи между указанными величинами необходимо воспользоваться методами корреляционно-регрессионного анализа.

*Корреляция* — статистическая зависимость между случайными величинами, т. е. не имеющая строго функционального характера, при которой изменение одной из случайных величин (факторного признака) приводит к изменению математического ожидания другой (результативного признака). Задачей корреляционного анализа является количественная оценка степени связи между исследуемыми величинами.

Обозначим через  $X$  факторный признак, а через  $Y$  — результативный признак. В данной задаче факторным признаком является доход потребителей, а результативным — объем ежемесячного спроса на товар.

Требуется:

1. На основе табличных данных построить график, отражающий зависимость спроса  $Y$  от доходов потребителей  $X$ .
2. Используя метод наименьших квадратов выбрать наиболее подходящую аналитическую зависимость  $Y=Y(x)$  и проверить ее на адекватность фактическим данным с помощью показателя средней относительной ошибки прогнозирования (см. предыдущую задачу).
3. Для оценки степени тесноты связи между изучаемыми величинами следует применить указанные ниже показатели.

Линейный коэффициент корреляции Пирсона:

$$r = \frac{\overline{XY} - \bar{X}\bar{Y}}{\sigma_X \sigma_Y}, \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad \overline{XY} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i,$$

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}, \quad \sigma_Y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}$$

Здесь  $X$  и  $Y$  — исследуемые величины, связь между которыми необходимо установить,  $n$  — число табличных пар  $(x, y)$ .

Линейный коэффициент корреляции  $r$  может принимать значения от -1 до 1. Для оценки полученного значения коэффициента корреляции можно воспользоваться следующей таблицей:

Значение r	Характер связи
0	Отсутствует
$0 < r < 1$	Прямая
$-1 < r < 0$	Обратная
1	Прямая функциональная
-1	Обратная функциональная
$0 <  r  \leq 0,3$	Практически отсутствует
$0,3 <  r  \leq 0,5$	Слабая
$0,5 <  r  \leq 0,7$	Заметная
$0,7 <  r  \leq 1$	Сильная

**Указание.** Для вычисления линейного коэффициента корреляции можно воспользоваться статистической функцией Excel =КОРРЕЛ().

Необходимо учитывать, что коэффициент корреляции используется для оценки связи между линейно зависимыми величинами. Поэтому значение коэффициента может оказаться близким к нулю в случае нелинейной зависимости между величинами, хотя при этом связь между ними может быть достаточно существенной.

Теоретическое корреляционное отношение:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y(x_i) - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{Y})^2}} = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - y(x_i))^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{Y})^2}},$$

где  $y_i$  и  $y(x_i)$  — соответственно табличные и аналитически рассчитанные по выбранной с помощью метода наименьших квадратов формуле  $Y=Y(x)$  значения случайной величины  $Y$ .

Данный показатель может применяться для оценки тесноты связи между величинами как в случае линейной, так и нелинейной зависимости между ними. Значение  $\eta$  может изменяться от 0 до 1. Для оценки полученного значения корреляционного отношения может быть использована следующая таблица:

Значение $\eta$	Характер связи
0	Отсутствует
$0 < \eta \leq 0,3$	Практически отсутствует
$0,3 < \eta \leq 0,5$	Слабая
$0,5 < \eta \leq 0,7$	Заметная
$0,7 < \eta \leq 1$	Сильная
1	Функциональная

В случае линейной зависимости между исследуемыми величинами значения линейного коэффициента корреляции и корреляционного отношения близки друг к другу. В случае же нелинейной связи значения данных показателей могут существенно различаться.

В основе расчета корреляционного отношения лежит правило сложения дисперсий, смысл которого заключается в следующем: на результативный признак  $Y$  кроме изучаемого фактора  $X$  оказывает влияние множество других факторов, которые не учитываются в процессе исследования. Именно поэтому связь между величинами  $Y$  и  $X$  носит не функциональный, а корреляционный характер.

Степень влияния всех факторов на результативный признак  $Y$  отражает величина

$$\sigma_{\text{общ}}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{Y})^2 \text{ — общая дисперсия;}$$

Степень влияния изучаемого фактора X на результативный признак Y отражает величина

$$\sigma_{\text{факт}}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y(x_i) - \bar{Y})^2 \text{ — факторная дисперсия;}$$

Степень влияния всех остальных факторов на результативный признак Y отражает величина

$$\sigma_{\text{ост}}^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - y(x_i))^2 \text{ — остаточная дисперсия.}$$

Общая дисперсия равна сумме факторной и остаточной дисперсий:  $\sigma_{\text{общ}}^2 = \sigma_{\text{факт}}^2 + \sigma_{\text{ост}}^2$  — правило сложения дисперсий.

Разделив обе части выражения на общую дисперсию, получим следующее выражение:

$$1 = \frac{\sigma_{\text{факт}}^2}{\sigma_{\text{общ}}^2} + \frac{\sigma_{\text{ост}}^2}{\sigma_{\text{общ}}^2}, \text{ где величина } \frac{\sigma_{\text{факт}}^2}{\sigma_{\text{общ}}^2} \text{ характеризует тесноту связи между факторным и}$$

результативным признаками и называется коэффициентом детерминации  $\eta^2$ . Чем ближе отношение  $\eta^2$  к 1, тем сильнее влияние изучаемого фактора на результативный признак. Если же отношение стремится к нулю, то связь между признаками отсутствует.

Обычно, вместо отношения дисперсий используется отношение среднеквадратических отклонений:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_{\text{факт}}^2}{\sigma_{\text{общ}}^2}} \text{ или } \eta = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{\text{ост}}^2}{\sigma_{\text{общ}}^2}} \text{ — корреляционное отношение.}$$

### ЗАДАЧА № 5 АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА НА ПОТОК ПОКУПАТЕЛЕЙ

В таблице приведены данные о количестве покупок, совершенных в торговом зале фирмы, торгующей бытовой техникой в различные дни в течение пяти недель (варианты 1-3). Требуется оценить влияние временного фактора на количество покупок, используя правило сложения дисперсий, приведенное в предыдущей задаче (дисперсионный анализ).

Номер недели	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота
<b>Вариант 1</b>						
1	9	8	13	15	16	18
2	14	10	11	18	21	19
3	12	7	15	19	19	24
4	8	9	10	13	17	17
5	10	8	11	17	20	16

Номер недели	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота
<b>Вариант 2</b>						
1	5	12	9	6	2	16
2	7	19	14	9	7	21
3	8	14	9	7	4	17
4	10	18	12	11	8	19
5	6	16	11	12	6	14

Номер недели	Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота
<b>Вариант 3</b>						
1	19	14	11	21	16	27
2	17	18	18	25	19	23
3	24	23	13	24	17	15
4	20	21	12	20	18	21
5	21	15	17	16	22	18

### Формулы, используемые для расчетов

Обозначения:

Пусть  $N$  — количество возможных значений (уровней) качественного фактора. В данном случае изучается влияние временного фактора (дня недели) на число покупок и, поэтому,  $N = 6$ ;

$n_j$  — количество значений результативного признака (числа покупок) на каждом из уровней  $j = 1, \dots, N$ . В данном случае  $n_1 = n_2 = \dots = n_5 = 5$ ;

$n$  — общее количество значений результативного признака на всех уровнях фактора ( $n = 5 \times 6 = 30$ );

$x_{ij}$  —  $i$  - е значение результативного признака на  $j$  - м уровне фактора, т. е. числа покупок, совершенных в  $j$  - й день в  $i$  - ю неделю;

$\bar{x}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}$  — среднее значение результативного признака на  $j$  - м уровне фактора  $j=1, \dots, N$  — групповое среднее;

групповое среднее;

$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}$  — общее среднее значение результативного признака.

В основу дисперсионного анализа положено правило сложения дисперсий:  $\sigma_{\text{общ}}^2 = \sigma_{\text{факт}}^2 + \sigma_{\text{ост}}^2$

Влияние всех воздействий на результативный признак (число покупок) характеризуется общей

дисперсией  $\sigma_{\text{общ}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x})^2}{n}$ . Влияние изучаемого фактора характеризуется факторной

(межгрупповой) дисперсией  $\sigma_{\text{факт}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N (\bar{x}_j - \bar{x})^2 n_j}{n}$ . Влияние других, не учитываемых в процессе

анализа, факторов характеризуется остаточной (средней внутригрупповой) дисперсией

$\sigma_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^N \sigma_j^2 n_j}{n}$ , где  $\sigma_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{n_j}$  — внутригрупповая дисперсия на  $j$  - м уровне фактора,  $j = 1, \dots, N$ .

Разделив обе части выражения на общую дисперсию, получим следующее выражение:

$1 = \frac{\sigma_{\text{факт}}^2}{\sigma_{\text{общ}}^2} + \frac{\sigma_{\text{ост}}^2}{\sigma_{\text{общ}}^2}$ , где величина  $\frac{\sigma_{\text{факт}}^2}{\sigma_{\text{общ}}^2}$  называется эмпирическим коэффициентом детерминации  $\eta^2$ .

Эмпирический коэффициент детерминации характеризует долю межгрупповой дисперсии в общей дисперсии, т. е. показывает удельный вес вариации, обусловленной изучаемым фактором в общей вариации результативного признака (значение коэффициента может быть выражено в процентах).

Для характеристики влияния фактора на результативный признак применяется эмпирическое корреляционное отношение  $\eta$ , которое представляет собой корень квадратный из эмпирического

коэффициента детерминации:  $\eta = \sqrt{\frac{\sigma_{\text{факт}}^2}{\sigma_{\text{общ}}^2}}$  или  $\eta = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{\text{ост}}^2}{\sigma_{\text{общ}}^2}}$ . Эмпирическое корреляционное

отношение изменяется в пределах от 0 до 1. Чем ближе  $\eta$  к 1, тем сильнее влияние изучаемого фактора на результативный признак. Если же корреляционное отношение стремится к нулю, то влияние фактора незначительно, а вариация результативного признака вызвана прочими факторами.

Для оценки влияния фактора на результативный признак, на основе корреляционного отношения  $\eta$ , можно воспользоваться таблицей, приведенной в предыдущей задаче.

#### ЗАДАЧА № 6 АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ СПРОСА ОТ КАЧЕСТВЕННОГО ФАКТОРА

В ходе изучения спроса на товар исследуется влияние пола покупателей (вариант 1) и рода их деятельности (вариант 2) на частоту покупок. В таблице приведены результаты опроса покупателей в торговом зале (всего было опрошено 193 человека). Требуется измерить тесноту связи между рассматриваемыми величинами для оценки возможности сегментирования рынка потребителей товара по указанным признакам.

Частота покупок	Вариант 1 Пол покупателей		Вариант 2 Род деятельности покупателей				
	мужчины	женщины	учащиеся	рабочие	служащие	управленцы	не работающие
Несколько раз в неделю	11	12	1	24	2	1	1
Не реже одного раза в неделю	15	25	1	9	12	0	3
Не реже одного раза в месяц	29	27	2	5	30	19	5
Реже одного раза в месяц	40	34	3	3	43	28	1

Изучаемые признаки (пол/род деятельности покупателей и частота покупок) являются атрибутивными (качественными). Для измерения тесноты связи между двумя атрибутивными признаками А и В можно воспользоваться такими показателями, как коэффициенты взаимной сопряженности Пирсона и Чупрова.

Для вычисления указанных коэффициентов необходимо выполнить следующую процедуру расчетов.

Пусть  $m$  — число всевозможных вариантов признака А ( $A_1, A_2, \dots, A_m$ ), а  $n$  — число всевозможных вариантов признака В ( $B_1, B_2, \dots, B_n$ ). Обозначим через  $f_{ij}$  частоту, с которой случайная величина принимает  $i$ -е значение признака А и  $j$ -е значение признака В,  $i=1, \dots, m$ ;  $j=1, \dots, n$ . Частоты  $f_{ij}$  образуют таблицу сопряженности признаков А и В:  $F_{m \times n}$  (исходная таблица является таблицей сопряженности рассматриваемых признаков).

1. Рассчитаем суммы частот по вариантам признаков А и В:

$$F_{Ai} = \sum_{j=1}^n f_{ij}, \quad j=1, \dots, m; \quad F_{Bj} = \sum_{i=1}^m f_{ij}, \quad i=1, \dots, n.$$

2. Построим таблицу условных вероятностей  $P_{m \times n}$ , элементы которой  $p_{ij}$  вычисляются следующим

$$\text{образом: } p_{ij} = \frac{f_{ij}^2}{F_{Ai} \cdot F_{Bj}}, \quad i=1, \dots, m; \quad j=1, \dots, n.$$

3. Далее, вычисляем показатель взаимной сопряженности  $\varphi^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{ij} - 1$ , который характеризует

степень расхождения между фактическим числом наблюдений и теоретически возможным при полном отсутствии связи.

4. Коэффициент взаимной сопряженности Пирсона вычисляется следующим образом:

$$K_{\Pi} = \sqrt{\frac{\varphi^2}{\varphi^2 + 1}}.$$

5. Коэффициент взаимной сопряженности Чупрова вычисляется по формуле

$$K_{\text{ч}} = \sqrt{\frac{\phi^2}{\sqrt{(m-1)(n-1)}}}$$

Коэффициенты  $K_{\text{ч}}$  и  $K_{\text{п}}$  изменяются в пределах от 0 до 1. Чем ближе к 1 значение этих коэффициентов, тем теснее связь между признаками. При этом коэффициент Чупрова дает более осторожную оценку тесноты связи, так как учитывает, также, и количество значений по каждому из признаков. Поэтому уже при значении  $K_{\text{ч}} > 0,3$  можно говорить о заметной связи между изучаемыми признаками.

В общем случае, для оценки характера связи между качественными признаками можно использовать таблицу оценок значений корреляционного отношения.

---

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература:

1. Высшая математика для экономистов: учебник / Н.Ш. Кремер [и др.]; под ред. Н.Ш. Кремера. – 3-е изд., стер. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 479 с.
2. Сборник задач по высшей математике для экономистов: уч. пособие / под ред. В.И. Ермакова. – 2-е изд., испр. – М.: НИФРА-М, 2008. – 575 с.
3. Зудин В.И. Исследование операций. Экономико-математические методы и модели: учеб. пособие / В.И. Зудин, И.К. Архипов, А.А. Кочетыгов. – Тула: ТФ РГТЭУ, 2009. – 263 с.
4. Шикин Е.В. Исследование операций: учебник / Е.В. Шикин, Г.Е. Шикина. – М.: ТК Велби, Изд. Проспект, 2008. – 280 с.
5. Шапкин А.С. Математические методы и модели исследования операций: учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – 5-е изд. – М.: Дашков и К, 2009. – 400 с.
6. Степанов В. Г. Алгоритмы и методы решения задач на компьютере. Язык программирования ALLite. Учебное пособие / В. Г. Степанов. – Тула: Тульский филиал РГТЭУ, 2009. – 174 с.
7. Степанов В. Г. Информационные технологии управления в торговле: алгоритмы и методы решения задач на компьютере. Язык программирования ALLite. Тула: Издательство «Эконом», 2013. – 294 с.
8. Степанова Т.В. Методики решения прикладных задач математики с применением табличного процессора Microsoft Office Excel. Учебно-методическое пособие. - Тула: Издательство "Эконом", 2013. - 144 с.
9. Архипов И.К., Степанова Т.В. Методические указания по применению табличного процессора Microsoft Office Excel в задачах исследования операций: Методические указания [Электронный ресурс] – текстовые данные, 45 с., 1,7 Мб.
10. Степанов В. Г. Количественные методы и инструментальные средства в экономике и торговле. Монография / под ред. В. Г. Степанова
11. Степанов В. Г. Информационные технологии управления продажами и маркетингом. Монография. LAP, Германия.
12. Степанов В. Г. Основы информационных технологий управления бизнес-процессами. Монография. LAP, Германия.
13. Степанов В. Г. Модели и технологии последовательного управления продвижением. Монография. LAP, Германия.
14. Степанов В. Г. Анализ и оптимизация систем обслуживания в торговле. Монография. LAP, Германия.
15. Степанов В. Г., Степанова Т. В. Основы бизнес-анализа на компьютере. Монография. LAP, Германия.

16. Степанова Т.В. Табличный процессор Microsoft Office Excel: Учебное пособие [Электронный ресурс] – текстовые данные, 219 с., 7 Мб.

**Дополнительная литература:**

1. Информационные технологии для менеджеров / В.А. Грабауров. – М.: ФиС, 2002. – 368 с.
2. Информационные технологии управления: уч. пособие для вузов / под ред. Г.А. Титоренко. – 2-е изд., доп. – М.: ЮНИТИ–ДАНА, 2003. – 439 с.
3. Информационные системы в экономике (лекции, упражнения и задачи): уч. пособие / А.Н. Романов, Б.Е. Одинцов. - М.: Вузовский учебник, 2007. - 300 с.
4. Информационные системы в экономике: учебник / К.В. Балдин, В.Б. Уткин. - 4-е изд., стер. - М.: Дашков и К, 2007. - 395 с.
5. Статистика: учебник / И.И. Елисеева [и др.]; под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Проспект, 2011. – 448 с.
6. Экономическая статистика: учебник / под ред. Ю.Н. Иванова. – 3-е изд., перер. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 736 с.
7. Общая теория статистики: методология в изучении коммерческой деятельности. Учебник/ Под ред. О.Э. Башиной, А.А. Спирина. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 440 с.
8. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник для вузов. Олифер В.Г. СПб.: Питер, 2004 - 864 с.
9. Архитектура компьютерных систем и сетей. Учебное пособие. Под ред. В.И. Лойко. М.: Финансы и статистика, 2003 - 256 с.: ил.
10. Excel: практическое руководство: Учебное пособие. Попов А.А. М.: ДЕССКОМ, 2004 - 302 с.