

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУГА)**

Кафедра экономики и управления на ВТ

Е.В. Пронина

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СТАТИСТИКИ

Пособие

по выполнению контрольного домашнего задания
«Статистическое изучение связи между признаками»
для студентов всех форм обучения
по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Москва – 2018

Пронина Е.В.

Общая теория статистики: Пособие по выполнению контрольного домашнего задания. - М: МГТУ ГА, 2018.-35 с.

Данное пособие издается в соответствии с учебным планом для студентов всех форм обучения по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов».

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 18.10.18 и Методического совета по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов» 23.10.18.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1.Требования к оформлению КДЗ.....	5
2. Варианты заданий.....	6
3. Методические указания по выполнению КДЗ.....	20
Список рекомендуемой литературы..	32
Приложения.....	33

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение контрольного домашнего задания (КДЗ) по дисциплине «Общая теория статистики» имеет целью закрепить, систематизировать и углубить теоретические знания и практические навыки студентов, полученные в процессе изучения дисциплины.

Задания, предлагаемые в данном пособии, направлены на формирование у студентов профессиональных компетенций организационно-управленческой деятельности; развитие навыков применения методов статистического анализа для осуществления профессиональной деятельности, а именно:

- проведения статистического исследования;
- обработки и анализа полученной информации;
- выполнения расчетов статистических показателей, характеризующих деятельность авиапредприятий;
- подготовки статистических обзоров и отчетов;
- формулирования аргументированных выводов и обоснованных предложений при принятии управленческих решений;
- самостоятельной научной работы.

Успешное выполнение контрольного домашнего задания будет способствовать грамотной работе обучающихся со статистической информацией при выполнении выпускной квалификационной работы.

В соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины «Общая теория статистики» студенты всех форм обучения по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов» выполняют КДЗ на тему «Статистическое изучение связи между признаками» по индивидуальному варианту, соответствующему номеру студента в списке группы.

1 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КДЗ

КДЗ должно быть представлено на бумажном носителе и в электронном виде.

КДЗ в распечатанном виде выполняется на отдельных скрепленных листах. Титульный лист оформляется по образцу, представленному в Приложении. На титульном листе следует обязательно указать номер студента по списку в журнале, поскольку он соответствует номеру варианта задания. Текст должен быть напечатан только на одной стороне листа и набран на компьютере с соблюдением следующих требований:

- формат листа – А4, весь материал размещается в одном файле в виде документа Word;

- гарнитура шрифта – Times New Roman;

- размер шрифта: заголовки – 14 (жирный), основной текст – 14, сноски и примечания – 12;

- размеры полей – левое - 30 мм; правое - 10 мм; верхнее и нижнее - 20 мм;

- межстрочный интервал – полуторный;

- абзацный отступ – 1,25;

- выравнивание - по ширине;

- нумерация страниц – сквозная (на титульном листе номер страницы не проставляется);

- номера страниц проставляются снизу по центру.

Таблицы и графики также имеют сквозную нумерацию, в тексте работы на них делаются ссылки.

Собственные расчеты приводятся полностью. Графики выполняются на компьютере. Формулы набираются на компьютере средствами Microsoft Equation, обозначения расшифровываются.

В электронном виде работа оформляется в виде папки, название которой состоит из фамилии и инициалов студента. Папка содержит:

- а) документ Word, с которого была выполнена печать контрольной работы;

- б) документ Excel «Исходные данные и расчеты к контрольной работе».

Таблицы Excel должны быть наглядными. Это означает, что все столбцы в таблицах должны иметь заголовки, поясняющие смысл данных.

2 ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант № 1

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по средней списочной численности персонала, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, моду и медиану средней списочной численности персонала.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между стоимостью произведенной продукции (y) и средней списочной численностью персонала (x) предприятий с № 1 по № 10 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между стоимостью произведенной продукции (y) и средней списочной численностью персонала. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 2

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по средней списочной численности персонала, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации. Проанализировать однородность совокупности.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между стоимостью произведенной продукции (y) и средней списочной численностью персонала (x) предприятий с № 11 по № 20 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между стоимостью произведенной продукции (y) и средней списочной численностью персонала. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 3

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по средней списочной численности персонала, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, дисперсию и среднее квадратическое отклонение обычным способом и способом моментов.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между стоимостью произведенной продукции (y) и средней списочной численностью персонала (x) предприятий с № 21 по № 30 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между стоимостью произведенной продукции (y) и средней списочной численностью персонала. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 4

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по средней стоимости основных фондов, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, моду и медиану стоимости основных фондов.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между стоимостью произведенной продукции (y) и средней стоимостью основных фондов (x) предприятий с № 1 по № 10 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между стоимостью произведенной продукции (y) и средней стоимостью основных фондов. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 5

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по средней стоимости основных фондов, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации. Оценить однородность совокупности.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между стоимостью произведенной продукции (y) и средней стоимостью основных фондов (x) предприятий с № 11 по № 20 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между стоимостью произведенной продукции (y) и средней стоимостью основных фондов. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 6

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по средней стоимости основных фондов, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, дисперсию и среднее квадратическое отклонение обычным способом и способом моментов.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между стоимостью произведенной продукции (y) и средней стоимостью основных фондов (x) предприятий с № 21 по № 30 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между стоимостью произведенной продукции (y) и средней стоимостью основных фондов. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 7

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по средним остаткам оборотных средств, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, моду и медиану средних остатков оборотных средств.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между стоимостью произведенной продукции (y) и средними остатками оборотных средств для авиапредприятий с № 1 по № 10 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между стоимостью произведенной продукции (y) и средними остатками оборотных средств. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 8

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по средним остаткам оборотных средств, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации. Оценить однородность совокупности.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между стоимостью произведенной продукции (y) и средними остатками оборотных средств для авиапредприятий с № 11 по № 20 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между стоимостью произведенной продукции (y) и средними остатками оборотных средств. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 9

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по средним остаткам оборотных средств, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, дисперсию и среднее квадратическое отклонение обычным способом и способом моментов.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между стоимостью произведенной продукции (y) и средними остатками оборотных средств для авиапредприятий с № 21 по № 30 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между стоимостью произведенной продукции (y) и средними остатками оборотных средств. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 10

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по размеру прибыли, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, моду и медиану прибыли авиапредприятий.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между размером прибыли (y) и средней списочной численностью персонала (x) предприятий с № 1 по № 10 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между размером прибыли (y) и средней списочной численностью персонала. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 11

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по размеру прибыли, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации. Проанализировать однородность совокупности.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между размером прибыли (y) и средней списочной численностью персонала (x) предприятий с № 11 по № 20 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между размером прибыли (y) и средней списочной численностью

персонала. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 12

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по размеру прибыли, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, дисперсию и среднее квадратическое отклонение обычным способом и способом моментов.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между размером прибыли (y) и средней списочной численностью персонала (x) предприятий с № 21 по № 30 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между размером прибыли (y) и средней списочной численностью персонала. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 13

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по стоимости произведенной продукции, выделив пять групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, моду и медиану стоимости произведенной продукции.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между размером прибыли (y) и средней стоимостью основных фондов (x) предприятий с № 1 по № 10 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость размером прибыли (y) и средней стоимостью основных фондов. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 14

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по стоимости произведенной продукции, выделив пять групп с равными интервалами. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации. Оценить однородность совокупности.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между размером прибыли (y) и средней стоимостью основных фондов (x) предприятий с № 11 по № 20 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между размером прибыли (y) и средней стоимостью основных фондов. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 15

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по стоимости произведенной продукции, выделив пять групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, дисперсию и среднее квадратическое отклонение обычным способом и способом моментов.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между размером прибыли (y) и средней стоимостью основных фондов (x) предприятий с № 21 по № 30 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между размером прибыли (y) и средней стоимостью основных фондов. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 16

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по уровню фондоотдачи (отношение стоимости произведенной продукции к средней стоимости основных фондов),

выделив пять групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, моду и медиану фондоотдачи.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между размером прибыли (y) и средними остатками оборотных средств для авиапредприятий с № 1 по № 10 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между размером прибыли (y) и средними остатками оборотных средств. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 17

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по уровню фондоотдачи (отношение стоимости произведенной продукции к средней стоимости основных фондов), выделив пять групп с равными интервалами. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации. Оценить однородность совокупности.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между размером прибыли (y) и средними остатками оборотных средств для авиапредприятий с № 11 по № 20 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между размером прибыли (y) и средними остатками оборотных средств. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 18

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по уровню фондоотдачи (отношение стоимости произведенной продукции к средней стоимости основных фондов), выделив пять групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, дисперсию и среднее квадратическое отклонение обычным способом и способом моментов.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между размером прибыли (y) и средними остатками оборотных средств для авиапредприятий с № 21 по № 30 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между размером прибыли (y) и средними остатками оборотных средств. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 19

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по уровню фондовооруженности труда (отношение средней стоимости основных фондов к средней списочной численности персонала), выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, моду и медиану уровня фондовооруженности труда.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (y) и средней списочной численностью персонала (x) предприятий с № 1 по № 10 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (y) и средней списочной численностью персонала. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 20

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по уровню фондовооруженности труда (отношение средней стоимости основных фондов к средней списочной численности персонала), выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации. Проанализировать однородность совокупности.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1.С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (y) и средней списочной численностью персонала (x) предприятий с № 11 по № 20 включительно ($n=10$).

2.2.Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (y) и средней списочной численностью персонала. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3.Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 21

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1.Построить ряд распределения по уровню фондовооруженности труда (отношение средней стоимости основных фондов к средней списочной численности персонала), выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, дисперсию и среднее квадратическое отклонение обычным способом и способом моментов.

2.Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1.С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (y) и средней списочной численностью персонала (x) предприятий с № 21 по № 30 включительно ($n=10$).

2.2.Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (y) и средней списочной численностью персонала. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3.Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 22

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1.Построить ряд распределения по уровню производительности труда (отношение стоимости произведенной продукции к средней списочной численности персонала), выделив пять групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, моду и медиану уровня производительности труда.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (y) и средней стоимостью основных фондов (x) предприятий с № 1 по № 10 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (y) и средней стоимостью основных фондов. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 23

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по уровню производительности труда (отношение стоимости произведенной продукции к средней списочной численности персонала), выделив пять групп с равными интервалами. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации. Оценить однородность совокупности.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (y) и средней стоимостью основных фондов (x) предприятий с № 11 по № 20 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (y) и средней стоимостью основных фондов. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 24

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Построить ряд распределения по уровню производительности труда (отношение стоимости произведенной продукции к средней списочной численности персонала), выделив пять групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, дисперсию и среднее квадратическое отклонение обычным способом и способом моментов.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1.С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (у) и средней стоимостью основных фондов (х) предприятий с № 21 по № 30 включительно (п=10).

2.2.Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (у) и средней стоимостью основных фондов. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3.Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 25

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1.Построить ряд распределения по средним остаткам оборотных средств, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, моду и медиану средних остатков оборотных средств.

2.Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1.С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (у) и средними остатками оборотных средств для авиапредприятий с № 1 по № 10 включительно (п=10).

2.2.Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (у) и средними остатками оборотных средств. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3.Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 26

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1.Построить ряд распределения по средним остаткам оборотных средств, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать абсолютные и относительные показатели вариации. Оценить однородность совокупности.

2.Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1.С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (y) и средними остатками оборотных средств для авиапредприятий с № 11 по № 20 включительно ($n=10$).

2.2.Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (y) и средними остатками оборотных средств. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3.Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 27

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1.Построить ряд распределения по средним остаткам оборотных средств, выделив шесть групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, дисперсию и среднее квадратическое отклонение обычным способом и способом моментов.

2.Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1.С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (y) и средними остатками оборотных средств для авиапредприятий с № 21 по № 30 включительно ($n=10$).

2.2.Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (y) и средними остатками оборотных средств. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3.Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 28

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1.Построить ряд распределения по стоимости произведенной продукции, выделив пять групп с равными интервалами. Рассчитать среднюю величину, моду и медиану стоимости произведенной продукции.

2.Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1.С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (y) и фондовооруженностью труда (отношение

стоимости основных фондов к средней списочной численности персонала) для авиапредприятий с № 1 по № 10 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (y) и фондовооруженностью труда. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 29

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Разделить совокупность на две группы: «предприятия с численностью персонала до 300 чел.» и «предприятия с численностью персонала свыше 300 чел.». Внутри каждой группы образовать две подгруппы с равными интервалами по признаку «Стоимость произведенной продукции». Проверить правило сложения дисперсий.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости произведенной продукции) (y) и фондовооруженностью труда (отношение стоимости основных фондов к средней списочной численности персонала) для авиапредприятий с № 11 по № 20 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (y) и фондовооруженностью труда. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

Вариант № 30

Используя данные о деятельности тридцати авиапредприятий за год (таблица П.1 Приложения), выполнить следующие задания:

1. Разделить совокупность на две группы: «предприятия с объемом основных фондов до 8000 тыс. руб.» и «предприятия с объемом основных фондов свыше 8000 тыс. руб.». Внутри каждой группы образовать две подгруппы с равными интервалами по признаку «Размер прибыли». Проверить правило сложения дисперсий.

2. Определить количественную взаимосвязь между признаками:

2.1. С помощью графического метода определить форму связи между уровнем рентабельности (отношение размера прибыли к стоимости

произведенной продукции) (y) и фондовооруженностью труда (отношение стоимости основных фондов к средней списочной численности персонала) для авиапредприятий с № 21 по № 30 включительно ($n=10$).

2.2. Вычислить параметры уравнения регрессии, характеризующего зависимость между уровнем рентабельности (y) и фондовооруженностью труда. Построить на графике теоретическую и эмпирическую линии регрессии. Объяснить смысл полученных параметров уравнения.

2.3. Определить степень тесноты связи между рассматриваемыми признаками.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КДЗ

Домашнее задание «Статистическое изучение связи между признаками» имеет своей целью закрепить и проверить знания студентов, полученные ими в процессе изучения теоретического материала по следующим темам:

- ряды распределения статистических данных;
- определение статистических показателей;
- статистическое изучение связи между признаками.

Ряды распределения

Простейшим примером группировки является ряд распределения, т. е. **статистическим рядом распределения** называют упорядоченное распределение единиц совокупности на группы по изучаемому признаку.

В ряду распределения различают следующие элементы: варианты и частоты, или частоты. **Вариантами** (x) называют отдельные значения группировочного признака, которые он принимает в ряду распределения. Числа, которые показывают сколько раз (как часто) встречается в совокупности то или иное значение признака, или, что тоже самое, сколько единиц в совокупности обладает тем или иным значением признака, называют **частотами** f_i .

Частость-это относительная величина, определяющая долю частот отдельных вариантов в общей сумме частот. Сумма всех частостей равна единице. Частости могут выражаться и процентах, тогда сумма всех частостей равна 100%. Термин «частость» применяется также и к показателю доли (удельного веса) единиц, обладающим определенным процентом признака, полученного по данным выборки.

Ряды распределения могут быть образованы как по атрибутивным признакам, так и по количественным. В соответствии с этим они делятся на **атрибутивные и вариационные ряды распределения.**

Вариационные ряды могут быть **дискретными и интервальными.**

Дискретный ряд распределения – это ряд, в котором варианты выражены одним конечным числом. **Интервальный** ряд – это ряд, в котором значение

признака заданы в виде интервала. Интервалом называется разность между максимальным и минимальным значением признака в каждой группе.

При построении интервальных рядов необходимо определить количество групп, величину интервала и вид интервалов (равные, неравные, открытые, закрытые). Эти вопросы решаются на основе экономического анализа сущности изучаемых явлений, поставленной цели и характера изменения признака.

Величина интервала определяется следующим образом:

1) когда число групп (k) оговаривается исследованием, то

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k},$$

где i - величина интервала;

x_{\max} - максимальное значение признака;

x_{\min} - минимальное значение признака.

2) когда число групп не оговаривается исследованием, то величина интервала определяется по формуле, предложенной американским ученым Г.А. Стерджессом:

$$i = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,322 \lg n}$$

где n - число наблюдений признака (объем совокупности).

В основу группировки могут быть положены атрибутивные (качественные) признаки. В этом случае число групп чаще всего определяется числом значения признака.

Группировки по атрибутивным признакам часто называют **классификациями**, т. е. это такие группировки, в основании которых положены существенные признаки и которые имеют устойчивую номенклатуру групп и подгрупп (классификация отраслей, видов производства, товаров, профессий и др.)

Ряды распределения дают возможность судить о закономерности распределения и о границах варьирования совокупности. Различные обобщающие показатели (средние, мода, медиана, дисперсия и т. д.) исчисляются на основе ряда распределения.

Средние величины

Важным средством анализа являются средние величины, в обобщенной форме характеризующие типичный уровень того или иного признака изучаемой совокупности.

Наиболее часто средний уровень значений признака исчисляется по формулам **средней арифметической**.

Средняя величина исчисляется как средняя арифметическая в тех случаях, когда имеются данные об отдельных значениях признака и о числе единиц совокупности, обладающих этим значением.

В том случае, когда совокупность небольшая и значения признака повторяются, то следует использовать **среднюю арифметическую простую**, которая определяется по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n},$$

где n – число значений признака.

В том случае, когда построен ряд распределения и значения признака повторяются, то следует использовать **среднюю арифметическую взвешенную**:

$$\bar{x} = \frac{\sum xf}{f} \text{ (для дискретного ряда).}$$

Если построен интервальный ряд распределения, то следует его преобразовать в дискретный, рассчитав центральное значение признака в каждой группе, т.е.

$$\bar{x} = \frac{\sum x'f}{f}$$

Достоинством средней как обобщающего показателя является то, что она одной величиной характеризует целую совокупность различных величин. Но для всесторонней характеристики совокупности, так и для решения некоторых практических задач, нужны и такие обобщающие показатели, которые характеризуют особенности распределения единиц совокупности по величине изучаемого признака. К таким показателям относятся **мода и медиана**, которые называются **структурными средними**.

Модой в статистике называется наиболее часто встречающееся значение признака в вариационном ряду, т. е. варианта, у которой частота (вес) наибольшая.

В дискретном вариационном ряду модой будет варианта, имеющая наибольшую частоту.

В интервальном вариационном ряду с равными интервалами, в котором, как известно, не приводятся все значения признака, а указываются их группы в виде интервалов, мода исчисляется по следующей формуле:

$$M_o = X_0 + i \frac{(f_{M_o} - f_{M_o-1})}{(f_{M_o} - f_{M_o-1}) + (f_{M_o} - f_{M_o+1})}$$

где X_0 — нижняя граница модального интервала (модальным называется интервал, имеющий наибольшую частоту); i — ширина модального интервала; f_{M_o} — частота модального интервала; f_{M_o-1} — частота интервала, предшествующего модальному; f_{M_o+1} — частота интервала, следующего за модальным.

Мода имеет важное значение для решения некоторых задач, например, какое время дня является «пиковым» для работы предприятий общественного питания, городского транспорта и др.

Медианой в статистике называется варианта, расположенная в середине вариационного ряда.

Если ряд распределения дискретный и имеет нечетное число членов, то медианой будет варианта, находящаяся в середине упорядоченного ряда (упорядоченный ряд — это ряд, в котором значения признака расположены в порядке возрастания или убывания). Например, стаж пяти рабочих составил 2, 4, 7, 8, и 10 лет. В таком ряду медиана равна 7 годам.

Если упорядоченный ряд состоит из четного числа членов, то медиана будет определяться как средняя арифметическая из двух вариантов, расположенных в середине ряда. Например, пусть будет не пять, а шесть человек со стажем 2, 4, 6, 7, 8, и 10 лет. В этом случае медиана будет определяться как $\frac{6+7}{2}$, т. е. 6,5 лет.

Для расчета медианы в дискретном ряду распределения используется сумма накопленных частот.

Если же сумма накопленных частот против одной из вариантов будет равна точно половине суммы частот, то медиана определяется как средняя арифметическая из этой варианты и последующей.

В интервальном ряду распределения с равными интервалами медиана определяется по следующей формуле:

$$M_e = X_0 + i \frac{\frac{1}{2} \sum f_i - S_{M_e-1}}{f_{M_e}}$$

где X_0 — нижняя граница медианного интервала (медианным называется первый интервал, накопленная частота которого превышает половину общей суммы частот); i — ширина медианного интервала; S_{M_e-1} — накопленная

частота интервала, предшествующего медианному; f_{Me} — частота медианного интервала.

Хотя мода и медиана не получили в статистике такого широкого применения, как средние величины, их использование в некоторых экономико-статистических и других расчетах может иметь важное значение. Мода позволяет выявить наиболее распространенный размер или уровень изучаемого явления, а медиана характеризует деление совокупности явления на две половины, одна из которых ниже, а другая выше определенного уровня.

Показатели вариации

Средние величины дают обобщающую характеристику уровня количественного признака по совокупности в целом. В одних случаях отдельные значения признака могут очень незначительно отличаться от средней арифметической, в других случаях, наоборот, отдельные значения далеко отстоят от средней.

Изменение (колеблемость) величины количественного признака от одной единицы однородной совокупности до другой принято называть вариацией. Размеры вариации позволяют судить, насколько однородна изучаемая группа и, следовательно, насколько характерна средняя по группе. Изучение отклонений от средних имеет большое практическое и теоретическое значение, поскольку в отклонениях проявляется развитие явления; небольшие количественные изменения, постоянно нарастая, могут в дальнейшем привести к существенным, качественным сдвигам.

Для характеристики размера вариации используются специальные показатели колеблемости (вариации): размах вариации, среднее линейное отклонение, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, линейный коэффициент вариации, коэффициент вариации.

Размах вариации равен разности между наибольшим и наименьшим значениями варьирующего признака в данном ряду распределения. Это наиболее простой, но зато и наименее точный показатель вариации. При его расчете не учитывается колеблемость тех значений признака, которые заключены между его крайними значениями, и частоты разных значений признака. Наименьшее и наибольшее значение признака могут оказаться случайными, нехарактерными для совокупности и существенно отличными от других его значений.

Эти недостатки устраняются, если применить другие показатели вариации.

Среднее линейное отклонение можно рассчитать по той же формуле, что и среднюю арифметическую, но в качестве варианты выступают абсолютные отклонения (модули) значений признака от его среднего значения.

Соответственно формула расчета среднего линейного отклонения (\bar{d}) имеет вид:

$$\bar{d} = \frac{\sum |X_i - \bar{X}| f_i}{\sum f_i} = \frac{|X_1 - \bar{X}| f_1 + |X_2 - \bar{X}| f_2 + \dots + |X_n - \bar{X}| f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}$$

Если исчислить среднюю не из абсолютных отклонений значений признака от средней, а из квадратов этих отклонений, то получим показатель дисперсии (σ^2), квадратный корень из которого называют средним квадратическим отклонением (σ):

$$\sigma^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2 f_i}{\sum f_i}$$
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2 f_i}{\sum f_i}}$$

Среднее линейное отклонение так же, как и среднее квадратическое отклонение, показывает, на сколько в среднем отличаются индивидуальные значения признака от среднего его значения.

Вышеназванные показатели являются **абсолютными показателями вариации**. Эти величины – именованные, они зависят от масштаба измерения признака, поэтому не всегда пригодны для сравнения.

Абсолютными показателями вариации нельзя непосредственно пользоваться в двух случаях:

- для сравнения степени вариации двух различных признаков в одной и той же группе;
- для сравнения вариации по одному и тому же признаку, но в двух различных группах с разным уровнем средних, т.е. значительно отличающихся по объему совокупности.

Поэтому чаще используется относительный показатель вариации, который носит название коэффициента вариации (V) и рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$$

Коэффициент вариации показывает, на сколько процентов в среднем индивидуальные значения признака отличаются от его среднего значения. В известной степени коэффициент вариации является критерием надежности средней: если он велик (более 33%), то это свидетельствует о большой колеблемости в величине признака у отдельных единиц данной группы, а, следовательно, совокупность неоднородна.

Кроме того, рассчитывают **линейный коэффициент вариации**, который характеризует долю среднего линейного отклонения от общего размера среднего значения и рассчитывается по формуле:

$$K_d = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} 100\%$$

Если совокупность разбита на группы по изучаемому признаку, то для такой совокупности могут быть исчислены следующие виды дисперсий: общая, групповые (частные), средняя из групповых (частных) и межгрупповая.

Общая дисперсия (σ^2) равна среднему квадрату отклонений отдельных значений признака (x) от общей средней (\bar{x}). Она может быть исчислена по формуле:

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

Общая дисперсия отражает вариацию признака за счет всех условий и причин, действующих в совокупности.

Групповая дисперсия (σ_i^2) равна среднему квадрату отклонений отдельных значений признака внутри группы от средней арифметической этой группы (\bar{x}_i). Она может быть исчислена по формуле:

$$\sigma_i^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x}_i)^2}{n_i}$$

где x_i — значения признака у единиц, входящих в i -ю группу; \bar{x}_i — среднее значение признака в i -й группе; n_i — число единиц в i -й группе.

Эта дисперсия отражает вариацию признака за счет условий и причин, действующих внутри группы.

Средняя из групповых дисперсий ($\overline{\sigma_i^2}$) — это средняя арифметическая из дисперсий групповых:

$$\overline{\sigma_i^2} = \frac{\sum \sigma_i^2 n_i}{\sum n_i}$$

Межгрупповая дисперсия (δ_x^2) равна среднему квадрату отклонений групповых средних от общей средней:

$$\delta_x^2 = \frac{\sum (\bar{x}_i - \bar{x})^2 n_i}{\sum n_i}$$

где \bar{x} — общая средняя величина признака; \bar{x}_i — среднее значение признака в i -й группе; n_i — число единиц в i -й группе, при этом $\sum n_i = \sum f_i$.

Межгрупповая дисперсия характеризует вариацию результативного признака за счет признака группировочного.

Между указанными видами дисперсий существует определенное соотношение: **общая дисперсия равна сумме средней из групповых дисперсий и межгрупповой дисперсии:**

$$\sigma^2 = \overline{\sigma_i^2} + \delta_x^2$$

Это соотношение называют **правилом сложения дисперсий**.

Правило сложения дисперсий используется в статистике для определения степени тесноты связи между изучаемыми признаками.

С этой целью рассчитывается **коэффициент детерминации** (η^2), который представляет собой отношение межгрупповой дисперсии к общей, и показывает, какую часть общей вариации изучаемого признака составляет вариация межгрупповая, т.е. обусловленная группировочным признаком:

$$\eta^2 = \frac{\delta_x^2}{\sigma^2}$$

Корень квадратный из коэффициента детерминации называется **эмпирическим корреляционным отношением:**

$$\eta_r = \sqrt{\frac{\delta_x^2}{\sigma^2}}$$

Оно характеризует степень тесноты связи между взаимосвязанными признаками. По его абсолютной величине судят о тесноте связи или степени зависимости признака результативного от одного или нескольких факторных (группировочных) признаков.

Эмпирическое корреляционное отношение может изменяться от 0 до 1. Чем ближе его величина к единице, тем связь теснее.

Для совокупности большого объема, а также если значения признака выражены большими числами, процесс вычисления \bar{x} , σ , σ^2 значительно усложняется и становится нередко громоздким и трудоемким. Поэтому в статистике разработаны приемы упрощенного вычисления этих показателей. Одним из наиболее эффективных способов упрощения является способ условных моментов, который основан на использовании свойств средней арифметической и дисперсии.

Условным моментом называется средняя арифметическая из отклонений отдельных значений признака от некоторой постоянной величины A , называемой условным началом ($A \neq 0$, $A \neq \bar{x}$). Обычно за условное начало A принимают варианту, наиболее часто встречающуюся в совокупности, т.е. моду.

В зависимости от степени, в которой берутся отклонения, моменты бывают разных порядков. Если средняя рассчитывается из отклонений первой

степени, получается условный момент первого порядка (M_1), из отклонений второй степени – условный момент второго порядка (M_2) и т.д., т.е.

$$M_1 = \frac{\sum \left(\frac{x-A}{i} \right) \cdot f}{\sum f}; \quad M_2 = \frac{\sum \left(\frac{x-A}{i} \right)^2 \cdot f}{\sum f}$$

Используя способ условных моментов, можно рассчитать \bar{x} , σ , σ^2 , по формулам:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= A + i \cdot M_1 \\ \sigma^2 &= i^2 (M_2 - M_1^2) \\ \sigma &= i \sqrt{M_2 - M_1^2} \end{aligned}$$

Определение формы связи между признаками

При статистическом изучении корреляционной связи между двумя признаками исходными данными являются данные об индивидуальных значениях этих признаков в изучаемой совокупности единиц.

Корреляционные связи бывают линейные и криволинейные. Под линейной корреляционной связью понимают такую связь, при которой с возрастанием одного признака происходит непрерывное возрастание (или убывание) другого признака в среднем на постоянную величину. Эта связь описывается уравнением прямой. При криволинейной связи между признаками имеется не постоянное, а меняющееся соотношение (результативный признак то увеличивается, то уменьшается с различной степенью интенсивности). Эта связь описывается уравнением какой-либо кривой.

Применяются несколько способов выявления наличия связи между показателями:

- метод параллельных рядов (параллельного сопоставления);
- графический метод;
- способ группировки и выведения средних по группам.

Сущность **способа параллельных рядов или параллельного сопоставления** заключается в том, что факториальный признак (x) располагают в порядке возрастания и против каждого его значения записывают соответствующее значение результативного признака (\bar{y}). Если с увеличением одного признака другой возрастает (убывает), то между ними имеется связь. Этот анализ может предсказать и форму связи – является ли эта связь линейной или более сложной.

Сущность **графического метода** заключается в построении **поля корреляции**, представляющего собой точечный график, для построения которого в прямоугольной системе координат по оси абсцисс откладывают

значения факториального признака, а по оси ординат – результативного признака. Получают в поле графика точки, соответствующие этим значениям. По тому, как располагаются эти точки, судят о наличии и форме связи.

Эти два метода наиболее простые, но громоздкие. Их целесообразно использовать в случае, если объем совокупности небольшой.

Более отчетливо корреляционная связь проявляется при использовании **метода группировок и расчета средних по группам**. Сущность этого метода заключается в том, что совокупность разбивают на группы по факториальному признаку и для каждой группы рассчитывают средние значения результативного признака. Благодаря исчислению этих средних (групповых средних) влияние прочих случайных причин взаимопогашается и проявляется воздействие именно факториального признака. Средние значения результативного признака (\bar{y}) наносят на график и, соединив точки, которые им соответствуют, получают эмпирическую линию связи или линию регрессии.

Когда изменение величины факториального признака в определенном направлении вызывает изменение величины результативного признака в том же направлении, то такая корреляционная связь считается прямой (положительной связью). Если же увеличение одного признака обуславливает уменьшение величины другого, находящегося с ним в корреляционной связи, или, наоборот, уменьшение величины одного признака вызывает увеличение другого, то такая корреляционная связь считается обратной (отрицательной). Этот метод является основным для выявления наличия и формы корреляционной связи.

Определение параметров уравнения связи

Общий вид корреляционного уравнения прямой линии регрессии, т. е. уравнения прямолинейной корреляционной связи, выглядит следующим образом

$$y = a + bx,$$

где x и y - индивидуальные значения соответственно факториального и результативного признаков;

a и b - параметры уравнения прямолинейной и корреляционной связи.

Найти теоретическое уравнение связи – значит в данном случае определить параметры прямой.

Эти численные значения (параметры уравнения) определяются на основе имеющихся данных наблюдения способом наименьших квадратов. Его сущность заключается в следующем. Теоретическая линия регрессии должна изображать изменение средних (рассчитанных как средняя арифметическая) величин результативного признака « y » по мере изменения величин факториального признака x при условии полного взаимопогашения всех прочих, случайных по отношению к фактору x , причин. Поэтому теоретическая линия регрессии

должна обладать основными свойствами средней арифметической, т. е. должна быть проведена так, чтобы сумма отклонений точек эмпирической линии регрессии от соответствующих точек теоретической линии регрессии равнялась нулю, а сумма квадратов этих отклонений была бы минимальной величиной.

Если обозначить ординаты фактических точек эмпирической линии регрессии, т. е. индивидуальные значения результативного признака, через « y_i », а ординаты теоретической линии регрессии – через « \bar{y}_x », следовательно, эти свойства можно представить как:

$$\sum_i^n (y_i - \bar{y}_x)^2 = \min \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum (y_i - \bar{y}_x) = 0 \\ \sum (y_i - \bar{y}_x)^2 = \min \end{array} \right.$$

Это условие и лежит в основе способа наименьших квадратов.

Т.к. $\bar{y}_x = a + bx$, то $\sum (y_i - a - bx)^2 = \min$.

Рассчитывая первую производную по « a » и первую производную по « b » от этой функции и приравнявая каждую из производных нулю, получим возможность определить те значения « a » и « b », при которых $\sum (y - \bar{y})^2 = \min$, т. е. необходимо решить следующую систему нормальных уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum y = an + b \sum x \\ \sum xy = a \sum x + b \sum x^2 \end{array} \right.$$

Параметр « b » играет решающую роль при определении характера связи. Он показывает, на сколько возрастет « y » при каждом возрастании « x » на единицу. Если зависимость положительная прямолинейная, то и параметр « b » является положительной величиной, если зависимость обратная, то этот параметр является отрицательной величиной.

Определив параметры a и b и подставив их значения в уравнения связи, найдем количественную характеристику связи между результативным и факториальным признаками. Подставляя в это уравнение индивидуальные значения факториального признака, определяют средние величины результативного признака для соответствующих значений факториального признака. По полученным величинам средних значений результативного признака составляют теоретическую линию регрессии, характеризующую форму корреляционной связи между изучаемыми признаками.

Определение степени тесноты и существенности связи между признаками

Степень тесноты связи можно измерить следующими показателями:

- 1) в случае линейной формы связи применяется линейный коэффициент корреляции или корреляционное отношение в том случае, если связь прямая;
- 2) в случае криволинейной связи рассчитывают лишь корреляционное отношение.

Линейный коэффициент корреляции рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Коэффициент корреляции показывает не только тесноту, но и направление связи. Его значение изменяется от -1 до +1. Если коэффициент корреляции имеет знак плюс, то связь прямая. Близость к единице в том и другом случае характеризует близость к функциональной зависимости.

Значимость линейного коэффициента корреляции проверяется на основе t-критерия Стьюдента. При этом выдвигается и проверяется гипотеза Но о равенстве коэффициента корреляции нулю Но: $r_{xy} = 0$. Расчетное значение критерия определяется по формуле:

$$t_p = \sqrt{\frac{r_{xy}^2}{1-r_{xy}^2} \cdot (n-2)} = \frac{|r_{xy}|}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} \cdot \sqrt{n-2}$$

Расчетное значение t-критерия сравнивается с его табличным, определяемым по таблице табулированных значений:

$$t_{\text{табл}} = \{\alpha; \nu = n - 2\}$$

где α — уровень значимости, который показывает вероятность принятия ошибочного решения; ν — число степеней свободы, характеризует количество свободно варьируемых элементов совокупности (таблица П.2 Приложения).

Возможность присутствия ошибки связана с тем, что при исследовании взаимосвязи данные взяты не из всей совокупности, а только из ее части. Обычно α принимает значения 0,05; 0,02; 0,01 и 0,001.

Если расчетное значение t-критерия по модулю превышает табличное, то коэффициент корреляции признается значимым.

Если расчетное значение t-критерия по модулю меньше критического, то гипотеза о равенстве коэффициента корреляции нулю принимается с вероятностью α и он признается незначимым, а, следовательно, не может быть использован для характеристики связи между изучаемыми признаками генеральной совокупности, так как единицы выборочной совокупности не отражают реальную структуру генеральной совокупности.

Список рекомендуемой литературы

1. Теория статистики: Учебник/ Под ред. проф. Громько Л.Г. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Инфра-М, 2011.
2. Громько Г.Л. Теория статистики: Практикум. – 4-е изд., перераб. и доп. -М.: Инфра-М, 2011.
3. Статистика: учебник для бакалавров / под ред. И. И. Елисеевой. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012.

Приложение А.

Образец титульного листа

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

Кафедра экономики и управления на воздушном транспорте

Контрольное домашнее задание
по дисциплине "Общая теория статистики"

на тему: «Статистическое изучение связи между признаками»

Работу выполнил(а) студент(ка) гр. _____
_____.

№ в журнале ____

Преподаватель

Москва 201_ г.

Т а б л и ц а П.1 – Исходные данные для выполнения КДЗ

№ предприятия	Стоимость произведенной продукции, тыс. руб.	Среднесписочная численность персонала, чел.	Средняя стоимость основных фондов, тыс. руб.	Средние остатки оборотных средств, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб.
1	28490	385	9550	2890	4115
2	5260	150	4046	3650	719
3	7452	162	5140	3480	1076
4	36192	464	9200	2742	5730
5	25844	364	8950	3350	3534
6	47730	555	9995	3225	10262
7	21318	323	8300	3220	2907
8	7567	161	5405	3605	999
9	4880	105	3697	1750	659
10	17220	287	10050	3885	2517
11	43680	520	8885	3290	7302
12	12600	252	7650	4125	1789
13	41984	512	8900	3445	6525
14	19648	307	8670	3470	3248
15	10020	221	6465	3090	1393
16	31185	405	9025	2180	5226
17	34080	426	8420	2524	5348
18	7584	158	5496	3250	1179
19	22555	347	9275	4020	4013
20	49300	580	9120	3521	8019
21	43416	536	9375	3057	7637
22	23240	332	9050	3120	4513
23	28512	396	10350	2680	4590
24	36225	483	9420	2606	7530
25	48555	585	7500	2890	8408
26	42075	495	8230	3345	7784
27	35998	440	10420	2820	6728
28	17751	291	9350	2450	3516
29	15290	278	10125	4200	2125
30	29610	423	9780	2780	5982

Т а б л и ц а П.2 – Значения t -критерия Стьюдента (фрагмент таблицы)

Число степеней свободы			
	0,1	0,05	0,01
1	6,314	12,706	63,657
2	2,920	4,303	9,925
3	2,353	3,183	5,841
4	2,132	2,776	4,604
5	2,015	2,571	4,032
6	1,943	2,447	3,707
7	1,895	2,365	3,500
8	1,860	2,306	3,355
9	1,833	2,262	3,250
10	1,813	2,228	3,169