

## МОДУЛЬНОЕ ПОСТРОЕНИЕ КУРСОВ ПО СТАТИСТИКЕ ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

**Марков А.В.** (Беларусь, Минск, БГЭУ)

**Яшкин В.И.** (Беларусь, Минск, БГЭУ)

Методы статистического исследования играют важную роль в математическом моделировании экономических процессов. Многие известные концепции построения курсов по статистике для экономистов ориентированы либо на упрощенное изложение материала, либо – на значительно формализованное изложение, которое затрудняет восприятие материала для большинства студентов. Предлагается модульное построение материала на основе учебных пособий [1] – [4] для различного уровня изучения: базовый модуль; расширенный модуль; модуль с углубленным изучением. Рассматривается преподавание теории и компьютерной реализации выборочного метода и метода наименьших квадратов (МНК).

*Базовый модуль.* Исследование статистического распределения выборки (описательная статистика) и линейной регрессии являются обязательными темами во всех математических курсах университета для экономических специальностей. В силу распространенности нормального закона как модели реальных процессов в математической статистике отдельно рассматривает ряд задач и специальных методов, для обработки нормальных выборок. Одним из таких методов является МНК (подход Гаусса), когда ошибки  $\epsilon_i$  являются некоррелированными и подчиняются нормальному закону распределения с параметрами  $0$  и  $\sigma$ . Типовые задачи для базового модуля приведены ниже.

Задача 1. В результате наблюдений получена выборка  $(x_1, \dots, x_n)$ . Требуется:

- 1) определить объем выборки;
- 2) найти размах выборки;
- 3) построить интервальный вариационный ряд с  $K$  частичными интервалами; ;
- 4) построить полигон частот (относительных частот);
- 5) построить гистограмму относительных частот;
- 6) построить эмпирическую функцию распределения и

ее график; 7) найти выборочные среднее, дисперсию, среднее квадратическое отклонение; 8) найти выборочные модули и медиану; 9) вычислить выборочные коэффициенты асимметрии и эксцесса; 10) вычислить коэффициенты вариации и осцилляции.

Задача 2. При фиксированных значениях  $x_i, i = 1, \dots, n$ , признака  $X$

$X$	$x_1$	...	$x_i$	...	$x_n$
$Y$	$y_1$	...	$y_i$	...	$y_n$

Требуется: 1) построить корреляционное поле; 2) с помощью МНК найти оценки параметров линейного уравнения регрессии  $Y$  на  $X$ ; 3) вычислить выборочный коэффициент корреляции; 4) построить график полученной эмпирической функции.

*Расширенный модуль.* В дополнение к базовому модулю выводятся основные свойства МНК-оценок регрессионной модели, формулируется теорема Гаусса-Маркова. Обосновываются алгоритмы устранения эффектов выбросов: с помощью удаления этих точек из анализируемых данных; с помощью применения методов оценивания параметров, устойчивых к подобным грубым отклонениям. В первой задаче добавляется вычисление групповых, общих дисперсии и средней; межгрупповой, внутригрупповой, исправленной выборочной дисперсии. Во второй задаче требуется построить эмпирическое уравнение регрессии  $X$  на  $Y$  и построить по нему график, вычислить и сравнить коэффициенты детерминации регрессии  $X$  на  $Y$  и  $Y$  на  $X$ ; провести анализ корреляционного отношения как меры корреляционной связи. Строятся интервальные оценки параметров регрессионных моделей  $Y$  на  $X$  и  $X$  на  $Y$ ; проверяются гипотезы о значимости регрессионных моделей и выборочного коэффициента корреляции при различных уровнях значимости  $\alpha$ .

*Модуль с углубленным изучением.* В задаче 1 дополнительно проводится анализ оптимальности группировки выборки (длина частичных интервалов), вычисляются условные характеристики эмпирического распределения. Для

второй задачи в дополнение к предыдущему модулю излагается построение алгоритма МНК по ортонормированному базису  $\vec{e}'_1, \dots, \vec{e}'_k$  с геометрической интерпретацией. Дается теоретическое обоснование МНК. Показывается универсальность МНК: метод применим для нахождения оценок неизвестных параметров и в том случае, когда наблюдения имеют различные распределения и даже, когда являются зависимыми.

*Програмное обеспечение.* Программные пакеты делают статистические методы анализа более доступными и наглядными для каждого рассмотренного модуля. Особенно это важно для студентов нематематических специальностей. Следует выделить использование для всех трех модулей электронных таблиц Excel и известных интегрированных систем Statistica, STADIA, MathLab, Mathematica, Scientific WorkPlace. Эти программы обладают достаточной универсальностью в этой области: снабжены пакетами встроенных функций. Описательная статистика, Регрессионный и Корреляционный анализ, возможностями для двумерной и трехмерной визуализации результатов, имеют простой и развитый интерфейс, к ним могут подключаться специальные пакеты для анализа данных.

### Литература

1. Марков А.В., Самаль С.А., Яшкин В.И. Математическое моделирование некоторых экономических задач. В 2 частях. Ч. 1. Мн., БГЭУ.–2002.
2. Подкопаев Д.П., Яшкин В.И. Обработка и анализ экономической информации в Microsoft Excel. Мн., БГУ.–2001.
3. Яшкин В.И., Марков А.В., Широканова Н.И., Барановская С.Н. Статистическое распределение выборки. Мн., БГУ.–1997.
4. Яшкин В.И., Марков А.В., Широканова Н.И., Барановская С.Н. Выборочный метод. Числовые характеристики. Мн., БГЭУ.–2001.