

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Н. Г. Серебрякова, А. П. Мириленко**

## **СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА**

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением  
по аграрному техническому образованию в качестве пособия  
для студентов учреждений высшего образования  
по группе специальностей 74 80 «Научные исследования  
и разработки, преподавание» и специальности 1-59 80 01<sup>1</sup>  
«Охрана труда и эргономика»*

Минск  
БГАТУ  
2022

**Серебрякова, Н. Г.** Статистические методы анализа и планирования эксперимента : пособие / Н. Г. Серебрякова, А. П. Мириленко ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Учреждение образования "Белорусский государственный аграрный технический университет". — Минск : БГАТУ, 2022. — 102 с.

ББК 60.601.3я73

**Чит. зал №1 — 1 экз.**

В пособии рассмотрены основные классы задач статистического анализа данных и современные технологии их решения, проведен обзор способов ввода исходных данных для статистического анализа, предложены методика подготовки данных к анализу и их визуализации, способы вывода результатов статистического анализа в виде таблиц и графиков, основные статистические модули и процедуры.

Для студентов учреждений высшего образования по группе специальностей 74 80 «Научные исследования и разработки, преподавание» и специальности 1-59 80 01 «Охрана труда и эргономика», может быть использовано магистрантами других специальностей, студентами, аспирантами и соискателями ученой степени

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 5  |
| 1. ДАННЫЕ, ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ   |    |
| 1.1. Типы данных .....  | 6  |
| 1.2. Кодификатор .....  | 8  |
| 1.3. Подготовка данных к статистическому анализу .....                      | 10 |
| 2. ГЕНЕРАЛЬНАЯ СОВОКУПНОСТЬ И ВЫБОРКА                                       |    |
| 2.1. Тенденции и меры .....   | 13 |
| 2.2. Оценка параметров генеральной совокупности .....                       | 20 |
| 2.3. Доверительный интервал .....   | 22 |
| 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ДАННЫХ НА ЭВМ   |    |
| 3.1. Описательная статистика .....  | 24 |
| 3.2. Визуальный анализ данных .....   | 29 |
| 4. СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ   |    |
| 4.1. Понятие о статистической значимости<br>и практической значимости ..... | 32 |
| 4.2. Нулевая и альтернативная гипотезы .....                                | 33 |
| 5. СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ<br>С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ                                 |    |
| 5.1. Основные статистики .....  | 36 |
| 5.2. Непараметрические статистики .....                                     | 38 |
| 5.3. Сравнение двух независимых групп .....                                 | 40 |
| 6. ПОГРЕШНОСТИ, ОКРУГЛЕНИЕ  |    |
| 6.1. Вычисление и корректная запись приближенных чисел .....                | 42 |
| 6.2. Погрешность числа .....  | 44 |
| 6.3. Погрешность косвенного измерения .....                                 | 45 |
| 6.4. Порядок округления величин .....                                       | 47 |
| 7. СТАТИСТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ   |    |
| 7.1. Факторы и отклик .....   | 49 |
| 7.2. Типы связей и способы их описания .....                                | 50 |
| 7.3. Корреляция .....   | 54 |
| 8. АНАЛИЗ СВЯЗЕЙ<br>ПРИ ДИСКРЕТНОМ ОТКЛИКЕ                                  |    |
| 8.1. Дискриминантный анализ .....   | 58 |
| 8.2. Кластеризация .....  | 59 |
| 8.3. Логистическая регрессия .....  | 60 |
| 8.4. ROC-анализ .....   | 66 |

|   |     |
|---|-----|
| 9. РЕГРЕССИЯ                                    |     |
| 9.1. Метод наименьших квадратов . . . . .       | 71  |
| 9.2. Множественная регрессия . . . . .          | 74  |
| 9.3. Доверительный интервал отклика . . . . .   | 75  |
| 10. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА                   |     |
| 10.1. Активный эксперимент . . . . .            | 77  |
| 10.2. Факторы и уровни . . . . .                | 77  |
| 10.3. Полный факторный план . . . . .           | 80  |
| 11. ДРОБНЫЙ ПЛАН ЭКСПЕРИМЕНТА.                  |     |
| ПЛАНЫ ВТОРОГО ПОРЯДКА.                          |     |
| ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ ПЛАН                 |     |
| 11.1. Дробный факторный план . . . . .          | 83  |
| 11.2. Планы второго порядка . . . . .           | 84  |
| 11.3. Центральный композитный план . . . . .    | 85  |
| 11.4. Расчет факторных планов на ЭВМ . . . . .  | 86  |
| 12. ПОНЯТИЕ О СПЕЦИАЛЬНЫХ ПЛАНАХ                |     |
| ЭКСПЕРИМЕНТА                                    |     |
| 12.1. Планы для смесей . . . . .                | 96  |
| 12.2. Планы с ограничениями . . . . .           | 97  |
| 12.3. Многофакторный отсеивающий план . . . . . | 99  |
| 12.4. Методы Тагучи . . . . .                   | 100 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .       | 102 |