

УДК 615.036.2(075)  
ББК 51.1(2Рос),02я73  
3-91

**Зубов, Н. Н.**

3-91 Статистика в биомедицине, фармации и фармацевтике : учебное пособие / Н. Н. Зубов, В. И. Кувакин, С. З. Умаров ; под общ. ред. И. А. Наркевича — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. — 385 с.

ISBN 978-5-4499-1173-5

В издании рассмотрены основные процедуры сбора, обработки и анализа статистических данных, возможности их реализации на персональных компьютерах. Настоящее издание дает представление о теоретических основах статистических методов обработки данных, методиках и границах их применения. Для желающих более глубоко изучить соответствующие разделы теории вероятностей и математической статистики приведен список рекомендуемой литературы и глоссарий понятий этих учебных дисциплин. Изложение теории проиллюстрировано примерами из разнообразных областей медицинской и фармацевтической практики, которые должны убедить читателя в реальной возможности применения методов статистического анализа данных для решения как научных, так и практических задач.

Издание рекомендовано Экспертным советом УМО в системе ВО и СПО в качестве учебного пособия для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования — программам подготовки научно-педагогических кадров в магистратуре, ординатуре, аспирантуре по области образования «Здравоохранение и медицинские науки».

*Текст приводится в авторской редакции.*

УДК 615.036.2(075)  
ББК 51.1(2Рос),02я73

ISBN 978-5-4499-1173-5 © Зубов Н. Н., Кувакин В. И., Умаров С. З., текст, 2019  
© Издательство «Директ-Медиа», оформление, 2019

# СОДЕРЖАНИЕ

Обозначения и сокращения .....	7
Введение.....	11
1. Современная статистика в биомедицине, фармации и фармацевтике.....	13
2. Основные положения теории вероятностей. Случайные события и случайные величины.....	16
2.1. Понятие вероятности случайного события .....	17
2.2. Проверка гипотез о вероятности случайного события .....	21
2.3. Определение частот случайных событий. Оценка значимости различия частот случайных событий в независимых выборках с помощью пакетов прикладных программ (ППП) MS Excel и Statistica StatSoft. Inc .....	22
2.4. Показатели состояния здоровья как случайные величины .....	28
2.5. Шкалы измерения случайных величин.....	29
2.6. Закон распределения случайной величины.....	32
2.7. Числовые характеристики случайной величины.....	37
2.8. Моменты случайной величины.....	46
2.9. Наиболее распространенные законы распределения дискретных случайных величин .....	47
2.10. Наиболее распространенные законы распределения непрерывных случайных величин .....	53
2.11. Определение числовых характеристик случайных величин. Оценка значимости различия показателя в независимых и связанных выборках с помощью ППП MS Excel и Statistica, StatSoft. Inc.....	64
3. Элементы математической статистики .....	71
3.1. Выборочный метод исследования .....	72
3.2. Статистическая оценка неизвестных параметров распределения случайных величин .....	76
3.3. Проверка статистических гипотез .....	82
4. Выявление и оценка связи между признаками .....	101
4.1. Виды связей между признаками .....	101
4.2. Построение диаграмм.....	103

4.3. Корреляционный анализ.....	104
4.4. Регрессионный анализ. Линейная регрессия .....	113
4.5. Исследование связи между показателями методом однофакторного регрессионного анализа с помощью ППП MS Excel и Statistica, StatSoft. Inc .....	121
4.6. Исследование связи между показателями методом многомерного корреляционного анализа. Построение модели — уравнения регрессии — методом пошагового регрессионного анализа с помощью ППП MS Excel и Statistica, StatSoft. Inc .....	129
4.7. Регрессионный анализ. Нелинейная регрессия .....	147
5. Таблицы сопряжённости.....	150
5.1. Критерий $\chi^2$ (Хи-квадрат) по Пирсону .....	151
5.2. Критерий $\chi^2$ (Хи-квадрат) с поправкой на правдоподобие .....	152
5.3. Фи-коэффициент, критерий Фишера.....	152
5.4. Коэффициент сопряженности признаков.....	153
5.5. Критерий Крамера.....	154
5.6. Критерий Стьюдента.....	154
6. Дисперсионный анализ .....	157
6.1. Сущность и задачи дисперсионного анализа .....	158
6.2. Анализ однофакторных комплексов.....	161
6.3. Анализ двухфакторных комплексов.....	167
6.4. Оценка степени влияния факторов методом двухфакторного дисперсионного анализа на основе полного факторного эксперимента с помощью ППП MS Excel и Statistica, StatSoft. Inc .....	170
7. Дискриминантный анализ .....	188
7.1. Сущность и задачи дискриминантного анализа.....	188
7.2. Этапы решения задач дискриминантного анализа .....	193
7.3. Формирование решающих правил диагностики. Построение линейных классификационных функций и канонических линейных дискриминантных функций .....	198
7.4. Оценка эффективности решающих правил диагностики ....	202
7.5. Диагностика заболеваний поступающих больных на основании применения выработанных решающих правил ...	204

7.6. Построение линейных дискриминантных функций (ЛДФ) для решения задачи медицинской диагностики с помощью ППП MS Excel и Statistica, StatSoft. Inc.....	211
8. Факторный анализ.....	228
8.1. Сущность и задачи факторного анализа.....	228
8.2. Метод главных компонент .....	230
8.3. Интерпретация главных факторов. Ротация факторов.....	232
8.4. Построение линейных моделей для признаков. Классификация объектов по главным факторам .....	233
8.5. Исследование условий развития заболеваемости методом факторного анализа с помощью ППП MS Excel и Statistica, StatSoft. Inc.....	243
9. Кластерный анализ.....	249
9.1. Сущность кластерного анализа и его основные этапы.....	250
9.2. Этапы кластерного анализа .....	251
9.3. Коэффициент корреляции как мера сходства объектов .....	252
9.4. Коэффициенты подобия как мера сходства объектов .....	252
9.5. Функции расстояния для непрерывно варьирующих признаков .....	254
9.6. Некоторые виды метрик для непрерывно варьирующих признаков .....	255
9.7. Функции расстояния для качественных признаков .....	258
9.8. Решение задачи медицинской диагностики методом кластерного анализа с помощью ППП MS Excel и Statistica, StatSoft. Inc.....	270
10. Динамические ряды и методы их анализа .....	275
10.1. Основные показатели, используемые для анализа динамических рядов .....	277
10.2. Прогнозы объёма продаж с помощью методов выявления тенденции в динамическом ряду .....	282
11. Непараметрические методы анализа данных .....	298
11.1. Непараметрические критерии различия между независимыми выборками .....	300
11.2. Непараметрические критерии различия между зависимыми выборками .....	307
Рекомендуемая литература .....	326

Глоссарий.....	328
Указатель .....	345
Приложения .....	352
<i>Приложение А. Функция Лапласа.....</i>	<i>352</i>
<i>Приложение Б. Функция, обратная функции Лапласа.....</i>	<i>354</i>
<i>Приложение В. Функция распределения биномиального закона .....</i>	<i>355</i>
<i>Приложение Г. Закон распределения Пуассона.....</i>	<i>356</i>
<i>Приложение Д. Вероятность появления события хотя бы один раз в серии из <math>n</math> независимых опытов.....</i>	<i>357</i>
<i>Приложение Е. Формула расчёта наряда средств.....</i>	<i>360</i>
<i>Приложение Ё. Критические значения Хи-квадрат распределения .....</i>	<i>361</i>
<i>Приложение Ж. Критические значения <math>t</math>-критерия Стьюдента.....</i>	<i>365</i>
<i>Приложение З. Критические значения для наибольшего отклонения эмпирического распределения от теоретического (критерий Колмогорова — Смирнова) .....</i>	<i>367</i>
<i>Приложение И. Критические значения коэффициента ранговой корреляции Спирмена.....</i>	<i>368</i>
<i>Приложение К. Значения критерия Фишера (<math>F</math>-критерия).....</i>	<i>369</i>
<i>Приложение Л. Критические значения <math>Z</math>-критерия серий Вальда — Вольфовица.....</i>	<i>372</i>
<i>Приложение М. Критические значения <math>U</math>-критерия Манна — Уитни для уровня значимости <math>p = 0,05</math>.....</i>	<i>374</i>
<i>Приложение Н. Критические значения критерия Лиллиефорса .....</i>	<i>375</i>
<i>Приложение О. Значения коэффициентов для критерия Шапиро — Уилка .....</i>	<i>376</i>
<i>Приложение П. Критические значения <math>G</math>-критерия знаков .....</i>	<i>378</i>
<i>Приложение Р. Критические значения <math>T</math>-критерия Уилкоксона.....</i>	<i>379</i>
<i>Приложение С. Критические значения критерия Фридмана .....</i>	<i>380</i>
<i>Приложение Т. Критические значения <math>L</math>-критерия Пейджа .....</i>	<i>382</i>
<i>Приложение У. Критические значения критерия Краскела — Уоллиса.....</i>	<i>383</i>