

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	11
<b>Глава 1. Теория вероятностей . . . . .</b>	<b>13</b>
Введение . . . . .	13
1. Эксперимент с конечным числом равновероятных исходов (13).	
2. Геометрические вероятности (14).	
1.1. Пространство элементарных событий. Алгебра событий . . . . .	17
1.1.1. Элементарные события. События. Пространство элементарных событий (17).	
1.1.2. Операции над событиями (18).	
1.1.3. Свойства операций над событиями. Принцип двойственности (20).	
1.1.4. Алгебра событий (22).	
1.2. Классическая теоретико-вероятностная модель . . . . .	23
1.2.1. Определение классической вероятности. Примеры (23).	
1.2.2. Свойства классической вероятности (28).	
1.3. Аксиоматическое построение теории вероятностей. . . . .	32
1.3.1. Аксиомы теории вероятностей (32).	
1.3.2. Дискретное вероятностное пространство (35).	
1.3.3. Свойства вероятности. Непрерывность (38).	
1.4. Условная вероятность. Независимость . . . . .	41
1.4.1. Формулы полной вероятности и Байеса (46).	
1.5. Последовательность независимых испытаний . . . . .	48
1.6. Распределение Пуассона . . . . .	52
1.7. Локальная и интегральная предельные теоремы Муавра–Лапласа . . . . .	57
1.8. Случайные величины, функции распределения . . . . .	62
1.8.1. Случайные величины (62).	
1.8.2. Функции распределения и их свойства (64).	
1.8.3. Дискретные и абсолютно непрерывные случайные величины (68).	
1.8.4. Векторные (многомерные) случайные величины (72).	
1.8.5. Независимость случайных величин (77).	
1.8.6. Функции случайных величин (79).	
1.9. Числовые характеристики случайных величин . . . . .	88
1.9.1. Моменты случайных величин (88).	
1.9.2. Центральные моменты (93).	
1.9.3. Свойства математического ожидания и диспер-	

сии (94). 1.9.4. Условное математическое ожидание. Наилучший в среднеквадратичном прогноз (98). 1.9.5. Моменты векторных случайных величин (103).	
1.10. Законы больших чисел . . . . .	107
1.11. Характеристические функции. Центральные предельные теоремы 118	
1.11.1. Характеристические функции (118). 1.11.2. Теорема о непрерывности (125). 1.11.3. Центральные предельные теоремы (130). 1.11.4. Применения центральных предельных теорем. Примеры (138).	
1.12. Конечные однородные цепи Маркова . . . . .	141
1.12.1. Определение цепи Маркова (141). 1.12.2. Вероятность перехода за $n$ шагов (146). 1.12.3. Эргодичность (147).	
1.13. Случайные процессы . . . . .	152
1.13.1. Процессы Пуассона и Винера (153). 1.13.2. Процессы второго порядка (Корреляционная теория) (160). 1.13.3. Марковские процессы (164). 1.13.4. Стационарные процессы (178).	
<b>Глава 2. Математическая статистика . . . . .</b>	<b>192</b>
2.1. Распределения ортогональных проекций нормального случайного вектора и функций от них . . . . .	192
2.1.1. Введение (192). 2.1.2. Ортогональные преобразования, ортогональные проекции $N(0, \sigma^2 I)$ -случайного вектора, функции ортогональных проекций (195).	
2.2. Интервальное оценивание параметров нормального распределения 199	
2.2.1. Интервальная оценка математического ожидания при известной дисперсии (199). 2.2.2. Интервальная оценка дисперсии при известном математическом ожидании (200). 2.2.3. Интервальная оценка математического ожидания при неизвестной дисперсии (201). 2.2.4. Интервальная оценка дисперсии при неизвестном математическом ожидании (202).	
2.3. Общая задача интервального оценивания . . . . .	202
2.4. Точечные оценки . . . . .	205
2.4.1. Несмещенные оценки минимальной дисперсии (209). 2.4.2. Эффективные оценки (210). 2.4.3. Достаточные статистики (214). 2.4.4. Оценки максимального правдоподобия (217).	
2.5. Линейная модель измерений . . . . .	220
2.5.1. Несмещенные оценки минимальной дисперсии значений $\alpha_1, \dots, \alpha_k$ (221). 2.5.2. Метод наименьших квадратов оценивания значений $\alpha_1, \dots, \alpha_k$ (223). 2.5.3. Несмещенная оценка дисперсии $\sigma^2$ , $n > k$ (225). 2.5.4. Доверительные множества для значений $\alpha_1, \dots, \alpha_k$ в случае нормального распределения ошибок измерений (226).	
2.6. Методы анализа и интерпретации данных измерительного эксперимента . . . . .	230
2.6.1. Измерительно-вычислительный преобразователь как средство измерения (230). 2.6.2. ИВП $[A, \Sigma_\nu, U]$ как максимально	

точная версия идеального ИП $[U, 0]$ (235). 2.6.3. О методе «наименьших квадратов» (238). 2.6.4. Качество ИВП $[A, \Sigma_\nu, U]$ и ИП $[A, \Sigma_\nu]$ как компоненты ИВП (239). 2.6.5. Влияние уточнения модели ИП на его качество (243). 2.6.6. Эффект «предварительной обработки» данных измерения (244). 2.6.7. Комбинирование данных независимых измерений (245). 2.6.8. Собственные базисы ИП $[A, \Sigma_\nu]$ и ИВП $[A, \Sigma_\nu, U]$ (247). 2.6.9. Эффективные ранги ИП $[A, \Sigma_\nu]$ и ИВП $[A, \Sigma_\nu, U]$ (251). 2.6.10. Методы инструментального синтеза линейного ИП на ИВП (253). 2.6.11. Гауссовский ИП $[A, \Sigma_\nu]$ (255). 2.6.12. Гауссовский ИП $[A, \Sigma_\nu^2 I]$ , $\Sigma_\nu^2$ неизвестно (256).	
2.7. Задачи проверки статистических гипотез . . . . .	258
2.7.1. Локально наиболее мощные критерии (260). 2.7.2. Случай простой гипотезы и простой альтернативы. Наиболее мощный критерий (265). 2.7.3. Доверительные множества и задачи проверки гипотез (267).	
2.8. Элементы теории статистических решений . . . . .	268
2.8.1. Средний (ожидаемый) риск. Рандомизация решения (271). 2.8.2. Минимаксное правило решения (273). 2.8.3. Байесовское правило решения (274). 2.8.4. Байесовское правило в случае невозможности наблюдений над природой (275). 2.8.5. Байесово действие (276). 2.8.6. Байесовская классификация (279). 2.8.7. Правило решения, минимизирующее ожидаемое число ошибок (279).	
2.9. Приложение . . . . .	280
<b>Глава 3. Элементы теории возможностей и её применения . . . . .</b>	<b>285</b>
Предисловие . . . . .	285
1. Вероятность. Проблемы эмпирического построения и интерпретации (286). 2. Возможность как мера предопределенности исходов стохастического эксперимента (288). 3. Классы эквивалентных возможностей (289). 4. Шкала значений возможности. Возможность события (290). 5. Необходимость. Шкала значений необходимости (292). 6. Принцип относительности (293). 7. Максимальная согласованность возможности с вероятностью. Стохастическая модель возможности (294). 8. Эмпирическое построение и эмпирическая интерпретация возможности (295).	
3.1. Элементы теории возможностей . . . . .	301
Предисловие (301). 3.1.1. Шкала значений возможности. Интеграл. Определение, свойства (301). 3.1.2. Мера возможности. Определение, свойства (305). 3.1.3. Нечеткие множества, элементы, события (308). 3.1.4. Мера необходимости. Определение, свойства (315). 3.1.5. Интегрирование по возможности и по необходимости (318). 3.1.6. Независимость. Условные возможность и необходимость (321).	
3.2. Стохастические модели возможности. . . . .	333
Введение (333). 3.2.1. Возможность, максимально согласованная с вероятностью (337). 3.2.2. Метод построения возможности, мак-	

симально согласованной с вероятностью (337). 3.2.3. Возможность, согласованная с вероятностью на  $\sigma$ -алгебре. Гранулирование  $\Omega$  (341). 3.2.4. Когерентные разбиения  $\mathbb{P} = \bigcup_{e \in (0,1)} \mathbb{P}_{(e)}$  и

$$\mathbb{Pr} = \bigcup_{e \in (0,1)} \mathbb{Pr}_{(e)} \quad (343).$$

- 3.3. Эмпирическое построение возможности . . . . . 345  
 Введение (345). 3.3.1. Эмпирическое построение  $\mathbb{Pr}$ -измеримой возможности,  $\mathbb{Pr} \in \mathbb{Pr}$  (346). 3.3.2. Эмпирическое построение  $\mathbb{Pr}^1$  - ...,  $\mathbb{Pr}^k$ -измеримой возможности,  $\mathbb{Pr}^s \in \mathbb{Pr}_{(e)}$ ,  $s = 1, \dots, k$  (349). 3.3.3. Алгоритм эмпирического восстановления возможности, максимально согласованной с вероятностью, не изменяющейся в процессе испытаний (353). 3.3.4. Алгоритм эмпирического восстановления возможности, максимально согласованной с вероятностью, изменяющейся в процессе испытаний (355).
- 3.4. Экспертное восстановление возможности . . . . . 358  
 3.4.1. Восстановление распределения нечеткого элемента путем парных сравнений возможностей его значений (358). 3.4.2. Восстановление распределения нечеткого элемента путем упорядочения возможностей его значений (361).
- 3.5. Нечеткие оптимальные решения . . . . . 363  
 Введение (363). 3.5.1. Нечеткая модель. Идентификация (365). 3.5.2. Критерий минимума возможности (риска) потерь (367). 3.5.3. Правило решения, минимизирующее риск потерь (368). 3.5.4. Четкие правила идентификации (372). 3.5.5. Минимаксное правило. Фазификация (373). 3.5.6. Критерий минимума необходимости потерь (374). 3.5.7. Правило решения, минимизирующее необходимость потерь, дуальную возможности потерь (375). 3.5.8. Нечеткая модель. Оценивание (378). 3.5.9. Правило оценивания, минимизирующее возможность потерь (378). 3.5.10. Четкое правило оценивания (380). 3.5.11. Правило, минимизирующее необходимость потерь, дуальную возможности (382).
- 3.6. Методы анализа и интерпретации данных измерений . . . . . 385  
 3.6.1. Возможностные модели измерения и его интерпретации (385). 3.6.2. Редукция измерения при априори произвольном измеряемом сигнале (388). 3.6.3. Редукция измерения при нечеткой априорной информации об измеряемом сигнале (391).
- 3.7. Приложение . . . . . 396  
 Введение (396). 3.7.1. Алгоритм эмпирического упорядочения вероятностей элементарных событий, не изменяющихся в процессе испытаний (398). 3.7.2. Алгоритм эмпирического интервального оценивания вероятностей элементарных событий (403). 3.7.3. Алгоритм эмпирического упорядочения вероятностей элементарных событий, изменяющихся в процессе испытаний (403).
- 3.8. Список обозначений Главы 3 . . . . . 406
- Список литературы . . . . . 408