

**Иверсен В.Б.**

Разработка телетрафика и планирование сетей: учебное пособие / Иверсен В.Б.; пер. с англ. под ред. А.Н. Берлина. - М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 526 с: ил. - (Основы информационных технологий).

# Оглавление

Предисловие редактора	12
Особенности книги	13
Список обозначений	15
<b>Лекция 1. Введение в разработку телетрафика</b>	<b>19</b>
1.1. Моделирование телекоммуникационных систем	20
1.2. Обычные телефонные системы	24
1.3. Сети связи	27
1.4. Мобильные системы связи	33
1.5. Рекомендации ИТУ по разработке трафика	36
Краткие итоги	64
<b>Лекция 2. Концепции нагрузки и уровня обслуживания</b>	<b>68</b>
2.1. Концепция трафика и единица измерения трафика [erlang]	68
2.2. Варианты нагрузки и час наибольшей нагрузки	72
2.3. Потери	76
2.4. Возникновение нагрузки и реакция абонентов	78
2.5. Введение в Уровень обслуживания = (GoS)	87
Краткие итоги	92
<b>Лекция 3. Теория вероятностей и статистика</b>	<b>96</b>
3.1. Функции распределения	96
3.2. Комбинация случайных переменных	107
3.3. Стохастическая сумма	109
Краткие итоги	112
<b>Лекция 4. Распределение моментов поступления вызовов</b>	<b>114</b>
4.1. Экспоненциальное распределение	114
4.2. Крутые распределения	118
4.3. Плоские распределения	120
4.4. Распределения Кокса	122
4.5. Другие распределения времени	129
4.6. Наблюдения распределения времени жизни	130
Краткие итоги	131
<b>Лекция 5. Процессы поступления заявок</b>	<b>134</b>
5.1. Описание точечных процессов	134
5.2. Характеристики точечного процесса	139

5.3 Формула Литла	142
Краткие итоги	144
<b>Лекция 6. Пуассоновский процесс</b>	146
6.1. Характеристики Пуассоновского процесса	146
6.2. Распределения Пуассоновского процесса	147
6.3. Свойства Пуассоновского процесса	157
6.4. Обобщение стационарного Пуассоновского процесса	160
Краткие итоги	163
<b>Лекция 7. Система с потерями и В-формула Эрланга</b>	164
7.1. Введение	164
7.2. Пуассоновское распределение	165
7.3. Усеченное Пуассоновское распределение	170
7.4. Общая процедура для диаграмм перехода состояний	177
7.5. Расчет по В-формуле Эрланга	180
7.6. Принципы измерения нагрузки	182
Краткие итоги	187
<b>Лекция 8. Полнодоступные системы с потерями</b>	189
8.1. Введение	190
8.2. Биномиальное распределение (модель Энгсета)	192
8.3. Распределение Энгсета	198
8.4. Отношения между E, B и C	203
8.5. Расчеты по формуле Энгсета	205
8.6. Распределение Паскаля (отрицательное биномиальное распределение)	209
8.7. Усеченное распределение Паскаля	210
Краткие итоги	214
<b>Лекция 9. Теория перегрузки</b>	218
9.1. Теория перегрузки	219
9.2. Метод эквивалентной случайной нагрузки	223
9.3. Метод Фредерикса и Хэйварда	229
9.4. Другие методы, основанные на пространстве состояний	232
9.5. Методы, основанные на процессах поступления вызовов	235
Краткие итоги	238
<b>Лекция 10. Многомерные системы с потерями</b>	240
ЮЛ Многомерная В-формула Эрланга	240
10.2. Обратимые марковские процессы	244

10.3. Многомерные системы с потерями . . . . .	246
10.4. Алгоритм свертки для систем с потерями . . . . .	253
10.5. Алгоритм, основанный на преобразовании пространства состояний . . . . .	263
10.6. Заключительные замечания . . . . .	268
Краткие итоги . . . . .	268
<b>Лекция 11. Планирование телекоммуникационных сетей . . . . .</b>	<b>270</b>
11.1. Матрицы нагрузки . . . . .	270
11.2. Топология . . . . .	274
11.3. Принципы маршрутизации . . . . .	274
11.4. Приблизительные методы вычисления значений блокировки «из конца в конец» . . . . .	274
11.5. Точный метод расчета блокировки «из конца в конец» . . . . .	275
11.6. Управление нагрузкой и защита сервиса . . . . .	276
11.7. Принцип Мо . . . . .	278
Краткие итоги . . . . .	283
<b>Лекция 12. Системы с ожиданием . . . . .</b>	<b>285</b>
12.1. Система с ожиданием Эрланга М/М/п . . . . .	285
12.2. Характеристики нагрузки систем с ожиданием . . . . .	287
12.3. Принцип Мо для систем с ожиданием . . . . .	293
12.4. Распределение времени ожидания для М/М/п при дисциплине FCFS . . . . .	295
12.5. Модель восстановления машин (модель Пальма) . . . . .	299
12.6. Оптимизация модели восстановления машин . . . . .	310
Краткие итоги . . . . .	312
<b>Лекция 13. Прикладная теория организации очередей . . . . .</b>	<b>316</b>
13.1. Классификация моделей организации очередей . . . . .	316
13.2. Основные результаты в теории организации очередей . . . . .	321
13.3. Формула Полячека-Хинчина для М/G/1 . . . . .	322
13.4. Приоритетные системы организации очередей: М/G/1 . . . . .	326
13.5. Системы организации очереди с постоянными временами занятия . . . . .	339
13.6. Система организации очереди с одним обслуживающим прибором: GI/G/1 . . . . .	349
13.7. Циклическое и совместное использование процессора . . . . .	354
Краткие итоги: . . . . .	356

Лекция 14. Сети очередей . . . . .	360
14.1. Введение в сети очередей . . . . .	360
14.2. Симметричные системы организации очереди . . . . .	361
14.3. Теорема Джексона . . . . .	363
14.4. Сети очередей с одиночными цепочками . . . . .	367
14.5. ВСМР-сети очередей . . . . .	377
14.6. Многомерные сети очередей . . . . .	377
14.7. Закрытые сети очередей с несколькими цепочками . . . . .	381
14.8. Другие алгоритмы для сетей очередей . . . . .	385
14.9. Сложность . . . . .	385
14.10. Оптимальное распределение производительности . . . . .	386
Краткие итоги . . . . .	388
Лекция 15. Измерение нагрузки . . . . .	391
15.1. Принципы и методы измерения . . . . .	391
15.2. Теория дискретизации . . . . .	394
15.3. Непрерывные измерения с неограниченным периодом . . . . .	398
15.4. Метод сканирования при неограниченном периоде времени . . . . .	401
15.5. Числовой пример . . . . .	404
Краткие итоги . . . . .	408
Приложение А . . . . .	409
Упражнения . . . . .	409
Приложение В . . . . .	443
Часть I. Таблица А для заданных $E!^n(A)$ и $p$ . . . . .	444
Часть II. Таблица $E!^n(A)$ для заданных $p$ и $A$ . . . . .	457
Глоссарий . . . . .	491
Список сокращений . . . . .	506
Предметный указатель . . . . .	510
Литература . . . . .	518