

# Оглавление

<b>Список сокращений</b> .....	3
<b>Введение</b> .....	4
Список литературы к введению .....	7
<b>Глава 1. Способы описания Интернет-трафика в рамках OSI-модели. Протоколы TCP/IP и UDP</b> .....	9
1.1. Основные сведения о стандарте Open Systems Interconnection .....	9
1.2. Протокол TCP .....	12
1.2.1. Уровни протокола TCP/IP .....	12
1.2.2. Механизм передачи данных по протоколу TCP .....	13
1.2.3. Механизмы установления и окончания соединения по протоколу TCP .....	15
1.2.4. Алгоритм управления потоком данных, используемый в протоколе TCP .....	17
1.3. Протокол UDP .....	20
1.4. Выводы .....	21
1.5. Контрольные вопросы к главе 1 .....	21
1.6. Список литературы к главе 1 .....	22
<b>Глава 2. Подходы, используемые при моделировании Интернет-трафика</b> .....	24
2.1. Модели генераторов трафика .....	25
2.1.1. Пуассоновская модель сетевого трафика .....	26
2.1.2. On-Off источники .....	33
2.1.3. Abt-модель .....	37
2.1.4. Самоподобные модели трафика .....	38
2.2. Модели систем массового обслуживания, используемые для описания информационных потоков в компьютерных сетях .....	60
2.2.1. Модели систем массового обслуживания без потерь .....	60
2.2.2. Модели систем массового обслуживания с отказами .....	71
2.2.3. Модели СМО с очередями .....	76
2.2.4. Модель замкнутой системы .....	84
2.2.5. Модели СМО с различными дисциплинами подключения каналов к обслуживанию .....	88
2.2.6. Модели непуассоновских систем массового обслуживания и стохастических сетей .....	92
2.2.7. Модели многофазных систем .....	95
2.2.8. Модели сетей массового обслуживания .....	98

2.2.9. Применение моделей СМО для описания Интернет-трафика .....	105
2.3. Жидкостная модель Интернет-трафика .....	106
2.4. Программные средства моделирования Интернет-трафика .	113
2.4.1. Программные реализации генераторов трафика .....	113
2.4.2. Пакетные сетевые симуляторы (на примере симулятора NS-2).....	114
2.5. Выводы.....	119
2.6. Контрольные вопросы к главе 2.....	120
2.7. Список литературы к главе 2.....	123
<b>Глава 3. Гибридная жидкостная модель информационных     потоков в высокоскоростных магистральных     Интернет-каналах .....</b>	<b>128</b>
3.1. Модификация классического варианта жидкостной модели Интернет-трафика .....	128
3.2. Учет в жидкостной модели режима гарантированной скорости доступа и множества потоков, создаваемых различными классами пользователей .....	139
3.3. Статистическая модель источников .....	144
3.4. Гибридная модель информационных потоков в высокоскоростных магистральных Интернет-каналах .....	151
3.5. Результаты тестирования программной реализации гибридной модели информационных потоков .....	154
3.5.1. Постоянные потери пакетов в процессе передачи ...	154
3.5.2. Режим ограничения размера «окна данных» .....	155
3.5.3. Режим включения и выключения потоков, создаваемых выбранным пользователем .....	157
3.6. Выводы.....	158
3.7. Контрольные вопросы к главе 3.....	158
3.8. Список литературы к главе 3.....	160
<b>Глава 4. Исследование реального трафика действующего     магистрального Интернет-канала.....</b>	<b>163</b>
4.1. Технология предварительной обработки дампов реального трафика, передаваемого в высокоскоростном Интернет-канале .....	163
4.1.1. Выбор источника Интернет-трафика.....	164
4.1.2. Анализ структуры информации, размещенной в дампах, Интернет-трафика .....	164
4.2. Исследование влияния размера окна агрегации на статистические свойства сетевого трафика .....	167
4.3. Сравнение функции распределения реального Интернет- трафика с распределением Парето .....	169

4.4. Исследование самоподобных свойств реального Интернет-трафика . . . . .	173
4.5. Сравнение свойств реального и моделируемого трафика . . . . .	174
4.6. Выводы . . . . .	177
4.7. Контрольные вопросы к главе 4 . . . . .	178
4.8. Список литературы к главе 4 . . . . .	178
<b>Глава 5. Применение гибридной жидкостной модели информационных потоков для исследования особенностей функционирования сетевого оборудования магистральных Интернет-каналов . . . . .</b>	<b>180</b>
5.1. Исследование особенностей информационных потоков в сети Интернет в режиме ограничения скорости . . . . .	180
5.1.1. Анализ результатов расчетов без учета вероятностного сброса пакетов ( $BC = BE$ ) . . . . .	181
5.1.2. Анализ результатов расчетов с учетом вероятностного сброса пакетов ( $BE > BC$ ) . . . . .	187
5.1.3. Исследование влияния изменения во времени скорости оборота пакетов на свойства Интернет-трафика . . . . .	188
5.2. Исследование особенностей Интернет-трафика в многопоточном режиме . . . . .	190
5.2.1. Исследование влияния видов активности пользователей на вариабельность трафика магистрального Интернет-канала . . . . .	191
5.2.2. Исследование влияния типов пользователей на свойства агрегированного Интернет-трафика . . . . .	193
5.3. О допустимой загрузке высокоскоростного канала передачи Интернет-трафика . . . . .	198
5.3.1. Анализ результатов расчетов загрузки магистрального канала средствами гибридной модели информационных потоков . . . . .	199
5.4. Исследование влияния размера буфера сетевого маршрутизатора на качество обслуживания пользователей сети Интернет . . . . .	202
5.5. Выводы . . . . .	208
5.6. Контрольные вопросы к главе 5 . . . . .	209
5.7. Список литературы к главе 5 . . . . .	210
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>212</b>
<b>Приложения . . . . .</b>	<b>213</b>
1. Листинг $m$ -функции, возвращающей значение фрактальной размерности двумерного объекта . . . . .	213

2. Листинг  $m$ -функции, возвращающей значение поточечной фрактальной размерности . . . . . 214
3. Листинг  $m$ -функции, возвращающей значения показателя Херста, оцениваемое по всем значениям временного ряда . . . . . 215
4. Листинг  $m$ -функции, возвращающей значение показателя Херста в соответствии с формулой (2.49) . . . . . 217
5. Листинг  $m$ -функции, возвращающей значение показателя Херста в соответствии с формулой (2.54) . . . . . 218
6. Листинг  $m$ -функции, возвращающей значение показателя Херста, оцениваемое по всем значениям временного ряда . . 219
7. Листинг модифицированной  $m$ -функции, возвращающей значение показателя Херста, оцениваемое по выбранным значениям временного ряда . . . . . 221
8. Листинг программной реализации модифицированной жидкостной модели (основная функция) . . . . . 222
9. Листинг программной реализации модифицированной жидкостной модели (вспомогательная функция) . . . . . 227