

Оглавление

Введение	3
1 Анализ состояния и перспективы развития программно-конфигурируемых сетей (ПКС)	10
1.1. Основные предпосылки к появлению ПКС и особенности их эволюции	10
1.1.1. Сильные и слабые стороны ранних конфигурируемых сетей	10
1.1.2. Переход к парадигме ПКС	14
1.1.3. Появление современных ПКС	16
1.2. Парадигма и приложения ПКС	17
1.2.1. Архитектура и основные конструктивные блоки ПКС	17
1.2.2. Интерфейсы программирования ПКС	24
1.2.3. Особенности коммутаторов ПКС	26
1.2.4. Особенности контроллеров ПКС	28
1.3. Влияние ПКС на научную и производственную сферу	35
1.3.1. Обзор попыток стандартизации ПКС	35
1.3.2. ПКС в промышленности в России и в мире	37
1.3.3. Перспективы развития ПКС	43
1.4. Параметры качества сетевых сервисов	44
1.4.1. Классы качества обслуживания сетевых сервисов	46
1.4.2. Классификация сетевых механизмов качества сервиса	49
1.5. Архитектуры качества сетевых сервисов	51
1.5.1. Архитектура IntServ	53
1.5.2. Архитектура DiffServ	55
1.6. Основные возможности протокола OpenFlow	56
1.6.1. Компоненты коммутатора OpenFlow	56
1.6.2. Порты коммутатора OpenFlow	58
1.6.3. Таблица коммутатора OpenFlow	60
1.6.4. Канал OpenFlow	70
Контрольные вопросы	75
2 Алгоритмы адаптивной маршрутизации в программно-конфигурируемых сетях	76
2.1. Цели и задачи маршрутизации в ПКС	76
2.2. Методы маршрутизации в ПКС	82
2.3. Критерии и метрики качества сетевых сервисов	84

2.4. Алгоритмы адаптивной маршрутизации в ПКС	88
2.4.1. Алгоритм Дейкстры	88
2.4.2. Алгоритм Йена (к кратчайших путей)	93
2.4.3. Алгоритм парных переходов в ПКС	96
2.4.4. Алгоритм парных переходов в условиях динамических подключений узлов и каналов ПКС	115
2.4.5. Алгоритм парных переходов в условиях динамических отказов узлов и каналов ПКС	125
2.4.6. Алгоритм парных перестановок маршрутов в ПКС ..	135
Контрольные вопросы	147
3 Алгоритмы многопутевой адаптивной маршрутизации и балансировки потоков данных в ПКС с обеспечением качества сетевых сервисов	148
3.1. Алгоритмы многопутевой QoS-маршрутизации в ПКС	148
3.1.1. MCP QoS-маршрутизация	149
3.1.2. MCOP QoS-маршрутизация	153
3.1.3. CSP QoS-маршрутизация	155
3.1.4. LARAC QoS-маршрутизация	159
3.2. Концептуальная модель и метод балансировки потоков данных в ПКС с обеспечением качества сетевых сервисов	163
3.3. Алгоритм балансировки потоков данных в ПКС с обеспечением качества сетевых сервисов	169
Контрольные вопросы	184
4 Алгоритмы сегментации структур ПКС для адаптивной маршрутизации	185
4.1. Алгоритм бинарного деления	186
4.2. «Жадный» алгоритм сегментации	190
4.3. Алгоритм Гирвана–Ньюмана	192
4.4. Алгоритм сегментации структур ПКС на основе данных о структуре базовой сети и связности каналов связи	194
Контрольные вопросы	204
5 Программное обеспечение адаптивной маршрутизации и балансировки потоков данных в ПКС с обеспечением качества сетевых сервисов	205
5.1. Программная инфраструктура и визуальная среда для глобально распределенной обработки и передачи потоков данных в ПКС на основе протокола OpenFlow	205

5.1.1. Архитектура программной инфраструктуры и визуальной среды	206
5.1.2. Графический редактор	210
5.1.3. Дополнительные настройки визуальной среды	212
5.1.4. Управление проектом	213
5.1.5. Генератор сценариев на языке Python для запуска топологии в MiniNet	214
5.1.6. Модуль визуализации результатов работы контроллера ПКС	216
5.1.7. Виртуальная среда и эмулятор MiniNet	217
5.2. Настройка компонентов программно-конфигурируемой компьютерной сети	217
5.2.1. Структурная схема ПКС	217
5.2.2. Настройка серверной части ПКС	219
5.2.3. Настройка сетевых подключений	219
5.2.4. Дополнительная настройка сетевых подключений	225
5.2.5. Настройка коммутаторов ПКС	228
5.3. Программное обеспечение адаптивной маршрутизации в ПКС	233
5.3.1. Исследование алгоритма Дейкстры в ПКС	233
5.3.2. Исследование комбинированного алгоритма Дейкстры и сегментации в ПКС	238
5.3.3. Исследование алгоритма Йена в ПКС	240
5.3.4. Исследование комбинированного алгоритма Йена и сегментации в ПКС	243
5.3.5. Исследование алгоритма парных переходов в ПКС ..	245
5.3.6. Исследование комбинированного алгоритма парных переходов и сегментации в ПКС	247
5.3.7. Анализ результатов исследования алгоритмов адаптивной маршрутизации в ПКС	249
5.4. Программное обеспечение балансировки потоков данных в ПКС с обеспечением качества сетевых сервисов	254
5.4.1. Исследование алгоритма Йена с модулем TE и алгоритма балансировки потоков данных в ПКС с обеспечением качества сетевых сервисов	254
5.4.2. Анализ результатов исследования алгоритмов балансировки потоков данных в ПКС с обеспечением качества сетевых сервисов	256
Контрольные вопросы	265
Заключение	247
Литература	270