

**Образовательное частное учреждение
Дополнительного профессионального образования «Центр
компьютерного обучения «Специалист» Учебно-научного центра при
МГТУ им. Н.Э. Баумана»
(ОЧУ «Специалист»)**

123242, город Москва, улица Зоологическая, дом 11, строение 2, помещение I, комната 11
ИНН 7701257303, ОГРН 1037739408189

Утверждаю:
Директор ОЧУ «Специалист»



/Т.С.Тригорьева/
«04» июня 2018 года

**Дополнительная профессиональная программа
повышения квалификации
«MPLS 3.0: Внедрение MPLS на оборудовании
CISCO. Версия 3.0»**

город Москва

Программа разработана в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. N 499 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам".

Повышение квалификации слушателей, осуществляемое в соответствии с программой, проводится с использованием модульного принципа построения учебного плана с применением различных образовательных технологий, в том числе дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в соответствии с законодательством об образовании.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации, разработана образовательной организацией в соответствии с законодательством Российской Федерации, включает все модули, указанные в учебном плане.

Содержание оценочных и методических материалов определяется образовательной организацией самостоятельно с учетом положений законодательства об образовании Российской Федерации.

Структура дополнительной профессиональной программы соответствует требованиям Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденного приказом Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. N 499.

Объем дополнительной профессиональной программы вне зависимости от применяемых образовательных технологий, должен быть не менее 16 академических часов. Сроки ее освоения определяются образовательной организацией самостоятельно.

Формы обучения слушателей (очная, очно-заочная, заочная) определяются образовательной организацией самостоятельно.

К освоению дополнительных профессиональных программ допускаются:

- лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование;
- лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

Для определения структуры дополнительной профессиональной программы и трудоемкости ее освоения может применяться система зачетных единиц. Количество зачетных единиц по дополнительной профессиональной программе устанавливается организацией.

Образовательная деятельность слушателей предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ: лекции, практические и семинарские занятия, лабораторные работы, круглые столы, мастер-классы, мастерские, деловые игры, ролевые игры, тренинги, семинары по обмену опытом, выездные занятия, консультации, выполнение аттестационной, дипломной, проектной работы и другие виды учебных занятий и учебных работ, определенные учебным планом.

Аннотация. Курс MPLS 3.0 – 5-дневный курс под руководством инструктора, специально разработанный для того, чтобы предоставить слушателям глубокие знания по технологии MPLS, которая используется в сетях провайдеров для организации высокоэффективной маршрутизации трафика, а также для создания VPN-сетей нового поколения.

Цель программы:

Цель курса - предоставить слушателям теорию и практические упражнения строения и функционирования технологии MPLS на маршрутизаторах CISCO, а также детально покрывает вопросы обнаружения и устранения неисправностей при настройке и работе с технологией MPLS. Также в курсе подробно рассматривается использование MPLS для создания MPLS VPN и участие в них протокола MP-BGP. В обновленной версии курса добавлен раздел, описывающий возможность управления трафиком в MPLS (технология MPLS-TE).

Совершенствуемые компетенции

№	Компетенция	Направление подготовки
		ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 09.03.02 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ (УРОВЕНЬ БАКАЛАВРИАТА)
		Код компетенции
1	способностью проводить выбор исходных данных для проектирования	ПК-4
2	способностью использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований	ПК-25

Совершенствуемые компетенции в соответствии с трудовыми функциями профессионального стандарта «Системный администратор информационно-коммуникационных систем» (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 октября 2015 г. N 684н "Об утверждении профессионального стандарта "Системный администратор информационно-коммуникационных систем").

№	Компетенция ОТФ	Направление подготовки
		ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ «Системный администратор информационно-коммуникационных систем»
		Трудовые функции (код)
1	В5 Администрирование прикладного программного обеспечения инфокоммуникационной системы организации	В/01.5 Установка прикладного программного обеспечения В/02.5 Оценка критичности возникновения инцидентов при работе прикладного программного обеспечения. В/03.5 Оптимизация функционирования прикладного программного обеспечения В/04.5 Интеграция прикладного программного обеспечения в единую структуру инфокоммуникационной системы. В/05.5 Реализация регламентов обеспечения информационной безопасности прикладного

		<p>программного обеспечения. V/06.5 Разработка нормативно-технической документации на процедуры управления прикладным программным обеспечением. V/07.5 Разработка требований к аппаратному обеспечению и поддерживающей инфраструктуре для эффективного функционирования прикладного программного обеспечения.</p>
--	--	--

Планируемый результат обучения:

После окончания обучения Слушатель будет знать:

- Основы концепции технологии MPLS a
- Процесс обнаружения соседей LDP
- Архитектуры MPLS VPN, а также маршрутизации и прохождения пакетов в ней
- Процесс конфигурирования, мониторинга и поиска и устранения неисправностей в MPLS VPN и
- Возможности использования модели MPLS VPN для внедрения управляемых сервисов и доступа к Интернет

После окончания обучения Слушатель будет уметь:

- Понимать основные принципы работы технологии MPLS
- Понимать способы назначения и распространения меток
- Конфигурировать и отлаживать frame-mode MPLS на оборудовании CISCO
- Понимать принципы построения распределенной архитектуры MPLS-сетей и правила маршрутизации и распространения пакетов в таких сетях
- Конфигурировать, отлаживать и мониторить MPLS VPN сети
- Понимать принципы использования MPLS для создания систем управляемых сервисов
- Понимать принципы работы различных моделей доступа в Интернет, а также преимущества и недостатки каждой модели
- Внедрять технологию MPLS TE

Учебный план:

Категория слушателей: курс предназначен для сетевых инженеров, сотрудников технических служб, а также специалистов, которые занимаются поддержкой и внедрением технологии MPLS, профессионалов, которые хотят повысить свой уровень в области технологий провайдеров, работы технологии MPLS и ее использования, архитекторов корпоративных сетей и сетей сервис-провайдеров.

Требования к предварительной подготовке:

Успешное окончание курса «ICND2: Использование сетевого оборудования Cisco v 3.0 Часть 2», или эквивалентная подготовка.

Успешное окончание курса «BGP 4.0: Настройка протокола BGP на маршрутизаторах CISCO. Версия 4.0», или эквивалентная подготовка.

«Английский язык. Уровень 2. Elementary, часть 2», или эквивалентная подготовка.

Определить уровень владения языком Вам поможет тест: <http://www.specialist.ru/test/599>.

Успешное окончание курса «SPADVROUTE: Развертывание расширенных функций маршрутизации в сетях сервис провайдеров, построенных на оборудовании компании Cisco», или эквивалентная подготовка.

Срок обучения: 40 академических часов, в том числе 40 аудиторных, 0 самостоятельно (СРС).

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная. По желанию слушателя форма обучения может быть изменена и/или дополнена.

Режим занятий: дневной, вечерний, группы выходного дня.

№ п/п	Наименование модулей по программе	Общая трудоемкость (акад. часов)	Всего ауд. ч	В том числе		СРС ,ч	Форма ПА ¹
				Лекций	Практических занятий		
1	Модуль 1. Концепция MPLS	5	5	2	3	0	Лабораторная работа
2	Модуль 2. Назначение и распространение меток	5	5	2	3	0	Лабораторная работа
3	Модуль 3. Реализация Frame-Mode MPLS на CISCO IOS	5	5	2	3	0	Лабораторная работа
4	Модуль 4. Технология MPLS VPN	5	5	2	3	0	Лабораторная работа
5	Модуль 5. Внедрение MPLS VPN	5	5	2	3	0	Лабораторная работа
6	Модуль 6. Сложные MPLS VPN	5	5	2	3	0	Лабораторная работа
7	Модуль 7. Доступ в Интернет и MPLS VPN	5	5	2	3	0	Лабораторная работа
8	Модуль 8. Обзор MPLS Traffic Engineering	5	5	2	3	0	Лабораторная работа

¹ ПА – промежуточная аттестация.

Итого:	40	40	16	24	0	
Итоговая аттестация	тестирование					

Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Количество аудиторных занятий при очно-заочной форме обучения составляет 20-25% от общего количества часов.

Форма Промежуточной аттестации – см. в ЛНА «Положение о проведении промежуточной аттестации слушателей и осуществлении текущего контроля их успеваемости» п.3.3.

1. Календарный учебный график

Календарный учебный график формируется при осуществлении обучения в течение всего календарного года. По мере набора групп слушателей по программе составляется календарный график, учитывающий объемы лекций, практики, самоподготовки, выезды на объекты.

Неделя обучения	1	2	3	4	5	6	7	Итого часов
	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс	
1 неделя	8	8	8	8	8	-	-	40
СРС	0	0	0	0	0	-	-	0
Итого:	8	8	8	8	8	-	-	40

Примечание: ИА – Итоговая аттестация (тестирование)

2. Рабочие программы учебных предметов

Модуль 1 . Концепция MPLS

Цель: описание функциональности MPLS

Урок 1: Введение в MPLS

Цель: описание основ концепции технологии MPLS

Рассматриваемые вопросы:

- Традиционная IP-маршрутизация
- Базовый функционал MPLS
- Преимущества MPLS
- Терминология MPLS: Label Switch Router
- Терминология MPLS: Label Switched Path
- Терминология MPLS: Upstream & Downstream
- Компоненты архитектуры MPLS
- Архитектура входящих пограничных LSR
- Архитектура промежуточных LSR
- Архитектура исходящих пограничных LSR

Урок 2: MPLS метки и стек меток

Цель: описание структуры и функции меток MPLS и стека меток MPLS

Рассматриваемые вопросы:

- Метки MPLS
- FEC и MPLS-форвардинг
- Формат меток MPLS
- Добавление метки MPLS
- Стек меток MPLS

Урок 3: Введение в применение MPLS

Цель: описание различных областей применения MPLS

Рассматриваемые вопросы:

- MPLS сервисы
- MPLS Unicast IP Routing
- MPLS Multicast IP Routing
- MPLS VPNs
- MPLS Traffic Engineering
- MPLS Quality of Service
- Any Transport over MPLS
- Взаимодействие между MPLS сервисами

Модуль 2 . Назначение и распространение меток

Цель: описание процесса назначения и распространения меток MPLS

Урок 1: Обнаружение соседей LDP

Цель: описание процесса обнаружения соседей LDP

Рассматриваемые вопросы:

- Протоколы распространения меток
- Установление соседских отношений LDP
- Сообщение LDP Link Hello
- Согласование пространства меток LDP
- Обнаружение соседей LDP
- Согласование LDP сеансов

Урок 2: Типовое распространение меток во Frame-Mode MPLS

Цель: описание работы таблиц LIB, FIB, LFIB в MPLS

Рассматриваемые вопросы:

- Распространение меток по сети
- Основные участники передачи трафика IP
- Использование таблицы FIB при передаче IP-пакетов
- Применение LDP при передаче IP-пакетов
- Label-Switched Path
- Технология PHP при передаче меток

- Влияние агрегации IP на LSP
- Ассоциация меток в сети Frame-Mode MPLS
- Распространение меток
- Получение анонсов о метках
- Liberal Label Retention
- Дальнейшее резервирование меток
- Определение петель через поле MPLS TTL
- Обычное функционирование TTL
- Запрет на распространение TTL

Урок 3: Сходимость в Frame-Mode MPLS

Цель: описание процесса схождения сети в Frame-Mode MPLS

Рассматриваемые вопросы:

- Работа MPLS в стабильной сети
- Отказ канала
- Сходимость протокола маршрутизации после отказа канала
- Сходимость MPLS после отказа канала
- Действия по восстановлению канала

Модуль 3 . Реализация Frame-Mode MPLS на CISCO IOS

Цель: конфигурирование и отладка Frame-Mode MPLS на CISCO IOS

Урок 1: Описание CEF-коммутации

Цель: описание работы технологии CEF

Рассматриваемые вопросы:

- Способы коммутации на CISCO IOS
- Стандартная коммутация IP
- Архитектура CEF
- Конфигурирование CEF
- Мониторинг CEF

Урок 2: Конфигурирование Frame-Mode MPLS на CISCO IOS

Цель: описание конфигурирования Frame-Mode MPLS на CISCO IOS

Рассматриваемые вопросы:

- Элементы процесса конфигурирования MPLS
- Задание MPLS ID на маршрутизаторе
- Конфигурирование MPLS на интерфейсе во Frame-Mode
- Конфигурирование распространения IP TTL
- Конфигурирование распространения меток по условиям

Урок 3: Мониторинг Frame-Mode MPLS на CISCO IOS

Цель: описание мониторинга Frame-Mode MPLS на CISCO IOS

Рассматриваемые вопросы:

- Мониторинг MPLS
- Мониторинг LDP
- Мониторинг коммутации меток
- Отладка MPLS и LDP

Урок 4: Поиск и устранение неисправностей во Frame-Mode MPLS на CISCO IOS

Цель: описание поиска и устранения неисправностей во Frame-Mode MPLS на CISCO IOS

Рассматриваемые вопросы:

- Общие проблемы MPLS Frame-Mode
- Решение проблем старта LDP сессий
- Решение проблем назначения меток
- Решение проблем распространения меток
- Решение проблем использования меток
- Решение проблем внутреннего отказа MPLS
- Решение проблем распространения пакетов

Модуль 4 . Технология MPLS VPN

Цель: описание архитектуры MPLS VPN, а также маршрутизации и прохождения пакетов в ней

Урок 1: Введение в MPLS VPN

Цель: определение основной терминологии и топологий VPN

Рассматриваемые вопросы:

- Обзор VPN
- Модели внедрения VPN
- Наложённые VPN
- Распределённые VPN
- Преимущества VPN
- Недостатки VPN

Урок 2: Введение в архитектуру MPLS VPN

Цель: описание основных архитектурных компонент MPLS VPN

Рассматриваемые вопросы:

- Архитектура MPLS VPN
- Архитектура PE маршрутизатора
- Обзор VRF
- Методы распространения маршрутной информации по P-сети
- Route Distinguishers

- Формат RD
- Работа RD в MPLS VPN
- Процесс использования RD
- Route Targets
- Использование RT
- Взаимодействие RT и RD

Урок 3: Введение в модель маршрутизации MPLS VPN

Цель: описание требований к маршрутизаторам в MPLS VPN

Рассматриваемые вопросы:

- Маршрутизация MPLS VPN
- Маршрутизация MPLS VPN для CE-маршрутизатора
- Маршрутизация MPLS VPN для P-маршрутизатора
- Маршрутизация MPLS VPN для PE-маршрутизатора
- Поддержка Интернет-маршрутизации
- Таблицы маршрутизации на PE-маршрутизаторах
- Распределенная модель передачи маршрутной информации

Урок 4: Передача пакетов в MPLS VPN

Цель: описание процесса передачи пакетов в MPLS VPN

Рассматриваемые вопросы:

- Механизмы распределенной передачи пакетов в MPLS
- VPN Penultimate Hop Popping
- Распространение VPN-меток по PE-маршрутизаторам
- Влияние MPLS VPN на распространение меток
- Влияние MPLS VPN на передачу пакетов

Модуль 5 . Внедрение MPLS VPN

Цель: описание процесса конфигурирования, мониторинга и поиска и устранения неисправностей в MPLS VPN

Урок 1: Использование механизмов MPLS VPN в CISCO IOS

Цель: описание использования VRF в технологии MPLS VPN

Рассматриваемые вопросы:

- Таблицы VRF
- Необходимость в контекстной маршрутизации
- Протоколы маршрутизации с поддержкой VRF
- Использование таблиц VRF
- Пример исходящего распространения маршрутов BGP
- Пример исходящего распространения маршрутов не-BGP
- Пример входящего распространения маршрутов BGP

- Пример входящего распространения маршрутов не-BGP

Урок 2: Конфигурирование MP-BGP сеанса между PE-маршрутизаторами

Цель: описание процесса конфигурирования MP-BGP сеанса между PE-маршрутизаторами

Рассматриваемые вопросы:

- Настройка адресных семейств BGP
- Активация BGP-партнеров
- Настройка MP-BGP
- Настройка MP-iBGP

Урок 3: Конфигурирование таблиц VRF

Цель: описание процесса конфигурирования таблиц VRF

Рассматриваемые вопросы:

- Элементы процесса конфигурирования VRF
- Создание таблиц VRF и назначение RD
- Указание экспортных и импортных RT
- Использование MPLS VPN ID

Урок 4: Конфигурирование протоколов маршрутизации малого масштабирования между PE и CE маршрутизаторами

Цель: описание процесса конфигурирования протоколов маршрутизации малого масштабирования (статическая маршрутизация, RIP, EIGRP) между CE и PE маршрутизаторами

Рассматриваемые вопросы:

- Настройка протокола маршрутизации PE-CE
- Выбор контекста маршрутизации VRF для BGP
- Настройка статических маршрутов в VRF
- Настройка RIP для PE-CE маршрутизации
- Настройка EIGRP для PE-CE маршрутизации
- Настройка SOO для предотвращения петель в EIGRP PE-CE

Урок 5: Мониторинг MPLS VPN

Цель: описание процедур мониторинга MPLS VPN

Рассматриваемые вопросы:

- Мониторинг VRF
- Мониторинг VRF-маршрутизации
- Мониторинг MP-BGP сессий
- Мониторинг таблиц MP-BGP VPNv4
- Мониторинг CEF и структур LFIB для VRF

- Мониторинг меток в VPNv4 маршрутах
- Команды диагностики MPLS VPN

Урок 6: Использование OSPF как протокола маршрутизации между PE и CE маршрутизаторами

Цель: описание процесса конфигурирования OSPF как протокола CE-PE маршрутизации

Рассматриваемые вопросы:

- Иерархическая модель OSPF
- OSPF в модели маршрутизации MPLS VPN
- OSPF супербекбон – проблемы иерархии OSPF-BGP
- Цели и задачи OSPF в MPLS VPN
- OSPF супербекбон – пример распространения маршрутов
- OSPF супербекбон – правила
- OSPF супербекбон – внедрение
- OSPF супербекбон – внешние маршруты
- OSPF супербекбон – несколько протоколов маршрутизации
- Конфигурирование OSPF для PE-CE маршрутизации
- Маршрутные петли между MP-BGP и OSPF
- Бит OSPF Down Bit – предотвращение петель
- Оптимизация передачи пакетов по бекбону MPLS VPN
- Маршрутные петли по доменам OSPF
- Поле OSPF Tag – принцип действия
- Поле OSPF Tag – правила использования
- Поле OSPF Tag – предотвращение маршрутных петель
- Sham Link

Урок 7: Использование BGP как протокола маршрутизации между PE и CE маршрутизаторами

Цель: описание процесса конфигурирования BGP как протокола CE-PE маршрутизации

Рассматриваемые вопросы:

- Конфигурирование контекста маршрутизации BGP в VRF
- Причины для ограничения количества маршрутов в VRF
- Ограничение количества префиксов, полученных от BGP-соседа
- Ограничение на общее число маршрутов VRF
- Проблемы использования AS-Override
- Применение AS-Override
- AS-Path Prepending
- Проблемы использования Allow-AS
- Применение Allow-AS-In
- Использование SOO для предотвращения петель

Урок 8: Поиск и устранение неисправностей в MPLS VPN

Цель: описание поиска и устранения неисправностей MPLS VPN

Рассматриваемые вопросы:

- Предварительные шаги в поиске и устранении неисправностей MPLS VPN
- Проверка потока маршрутной информации
- Проверка обмена маршрутной информацией от CE к PE
- Проверка обмена маршрутной информацией от PE к PE
- Проверка обмена маршрутной информацией от PE к CE
- Определение возможных проблем передачи трафика
- Проверка статуса CEF
- Проверка LSP
- Проверка статуса LFIB
- Перечень команд по отладке MPLS VPN

Модуль 6 . Сложные MPLS VPN

Цель: описание возможностей использования модели MPLS VPN для внедрения управляемых сервисов и доступа к Интернет

Урок 1: Описание перекрывающихся VPN

Цель: определение характеристик перекрывающихся VPN

Рассматриваемые вопросы:

- Участники перекрывающихся VPN
- Типичные примеры использования перекрывающихся VPN
- Маршрутизация в перекрывающихся VPN
- Потоки трафика в перекрывающихся VPN
- Конфигурирование перекрывающихся VPN

Урок 2: Описание Central Services VPN

Цель: определение характеристик решения Central Services VPN и описание расширенных функций импорта и экспорта в VRF

Рассматриваемые вопросы:

- Central Services VPN
- Маршрутизация в Central Services VPN
- Модель потока данных в Central Services VPN
- Требования к Central Services VPN и перекрывающихся VPN
- Настройка RD и RT в Central Services VPN и перекрывающихся VPN
- Расширенные функции VRF
- Избирательный импорт в VRF
- Избирательный экспорт в VRF

Урок 3: Описание сервиса Managed CE Routers

Цель: определение характеристик сервиса Managed CE Routers

Рассматриваемые вопросы:

- Managed CE Routers
- Создание VRF и RD
- Конфигурирование Managed CE Routers

Модуль 7 . Доступ в Интернет и MPLS VPN

Цель: описание различных способов организации доступа в Интернет, а также преимуществ и недостатков каждого из способов

Урок 1: Комбинирование доступа в Интернет и MPLS VPN

Цель: описание способов организации доступа в Интернет

Рассматриваемые вопросы:

- Обзор сценариев доступа в Интернет
- Классический доступ в Интернет
- Доступ в Интернет из нескольких сайтов
- Распределенный доступ в Интернет
- Модели дизайна Интернета для сервис-провайдеров
- Доступ в Интернет через глобальную маршрутизацию
- Доступ в Интернет через отдельный VPN-сервис
- Доступ в Интернет через утечку маршрутов

Урок 2: Внедрение доступа в Интернет в сети MPLS VPN

Цель: определение методов разделения доступа в Интернет от VPN-сервисов и определение характеристик решений доступа в Интернет в случае, когда он предлагается как отдельный VPN

Рассматриваемые вопросы:

- Классический доступ в Интернет для клиента VPN
- Внедрение классического доступа в Интернет для клиента VPN
- Использование выделенных субинтерфейсов
- Внедрение доступа в Интернет для каждого сайта клиента
- Доступ в Интернет как отдельный VPN
- Отказоустойчивый доступ в Интернет
- Внедрение распределенного доступа в Интернет
- Выделенный доступ в Интернет – преимущества и ограничения
- Интернет бекбон в VPN- преимущества и ограничения

Модуль 8 . Обзор MPLS Traffic Engineering

Цель: описание задач и команд для внедрения MPLS TE

Урок 1: Введение в компоненты MPLS TE

Цель: описание концепции, позволяющей сервис-провайдерам определять и направлять потоки трафика для оптимизации использования сетевых ресурсов, особенно полосы пропускания каналов

Рассматриваемые вопросы:

- Концепция Traffic Engineering
- Причины использования Traffic Engineering
- Влияние Traffic Engineering на аспекты бизнеса
- Избежание перегрузок и Traffic Engineering
- Traffic Engineering и модель наложенного Layer 2
- Traffic Engineering и модель наложенного Layer 2 - пример
- Недостатки модели наложенного Layer 2
- Модель маршрутизации Layer 3 без Traffic Engineering
- Traffic Engineering и модель маршрутизации Layer 3
- Traffic Engineering и MPLS TE
- Туннели MPLS TE
- Туннели MPLS TE: атрибуты
- Атрибуты ресурсов каналов
- Вычисление пути Constraint-Based Path
- Пример вычисления пути Constraint-Based Path (полоса пропускания)
- Процесс MPLS TE
- Роль RSVP в процедурах установления пути
- Установление пути и контроль допуска с RSVP
- Отправка трафика в туннель
- Autoroute
- Autoroute - пример

Урок 2: Работа MPLS Traffic Engineering

Цель: описание деталей распространения атрибутов канала через IGP и вычисление пути constraint-based path computation

Рассматриваемые вопросы:

- Атрибуты, используемые в Constraint-Based Path Computation
- Атрибуты ресурса канала в MPLS TE
- Атрибуты ресурса канала в MPLS TE: максимальная полоса пропускания и максимальная резервируемая полоса
- Атрибуты ресурса канала в MPLS TE: класс ресурса канала
- Атрибуты ресурса канала в MPLS TE: метрика Constraint-Based Specific Link Metric (Administrative Weight)
- Атрибуты туннеля MPLS TE
- Атрибуты туннеля MPLS TE: параметры трафика и выбор и управление путем
- Атрибуты туннеля MPLS TE: Tunnel Resource Class Affinity
- Атрибуты туннеля MPLS TE: Adaptability, Priority, Pre-emption
- Атрибуты туннеля MPLS TE: Resilience
- Внедрение политик TE с помощью Affinity Bits
- Constraint-Based Path Computation
- Constraint-Based Path Computation: выбор пути
- Пример Constraint-Based Path Computation (Resource Affinity)
- Установление пути
- Использование RSVP в установлении пути
- Настройка пути Hop-by-Hop с RSVP
- Контроль допуска к туннелю и каналу
- Перемаршрутизация пути

- Реоптимизация пути
- Перемаршрутизация пути: отказ канала
- Назначение трафика туннелям
- Использование статических маршрутов для назначения трафика туннелю
- Autoroute
- Autoroute: правила выбора пути
- Autoroute: метрика по умолчанию
- Autoroute: относительная и абсолютная метрика
- Forwarding Adjacency
- Forwarding Adjacency – поток трафика

Урок 3: Конфигурирование MPLS TE на CISCO IOS

Цель: описание команд MPLS TE для реализации туннелей MPLS

Рассматриваемые вопросы:

- Описание процесса конфигурации MPLS TE
- Включение поддержки MPLS TE на устройстве
- Включение поддержки MPLS TE в IS-IS
- Включение поддержки MPLS TE в OSPF
- Включение поддержки MPLS TE на интерфейсе
- Создание и конфигурирование туннеля трафика
- Маппирование трафика в туннель через Autoroute

Урок 4: Мониторинг MPLS TE на CISCO IOS

Цель: описание процесса мониторинга MPLS TE

Рассматриваемые вопросы:

- Мониторинг туннелей MPLS TE
- Команда show ip rsvp interface
- Команда show mpls traffic-eng tunnels brief
- Мониторинг MPLS TE
- Команда show mpls traffic-eng autoroute
- Команда show ip cef

3. Организационно-педагогические условия

Соблюдение требований к кадровым условиям реализации дополнительной профессиональной программы:

а) преподавательский состав образовательной организации, обеспечивающий образовательный процесс, обладает высшим образованием и стажем преподавания по изучаемой тематике не менее 1 года и (или) практической работы в областях знаний, предусмотренных модулями программы, не менее 3 (трех) лет;

б) образовательной организацией наряду с традиционными лекционно-семинарскими занятиями применяются современные эффективные методики преподавания с

применением интерактивных форм обучения, аудиовизуальных средств, информационно-телекоммуникационных ресурсов и наглядных учебных пособий.

Соблюдение требований к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению дополнительной профессиональной программы:

а) образовательная организация располагает необходимой материально-технической базой, включая современные аудитории, библиотеку, аудиовизуальные средства обучения, мультимедийную аппаратуру, оргтехнику, копировальные аппараты. Материальная база соответствует санитарным и техническим нормам и правилам и обеспечивает проведение всех видов практической и дисциплинарной подготовки слушателей, предусмотренных учебным планом реализуемой дополнительной профессиональной программы.

б) в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде, содержащей все электронные образовательные ресурсы, перечисленные в модулях дополнительной профессиональной программы.

4. Формы аттестации и оценочные материалы

Образовательная организация несет ответственность за качество подготовки слушателей и реализацию дополнительной профессиональной программы в полном объеме в соответствии с учебным планом.

Оценка качества освоения дополнительной профессиональной программы слушателей включает текущий контроль успеваемости и итоговую аттестацию.

Промежуточная аттестация по данному курсу проводится в форме выполнения практических работ, к итоговой аттестации допускаются слушатели, выполнившие все практические работы.

Результаты итоговой аттестации слушателей ДПП в соответствии с формой итоговой аттестации, установленной учебным планом, выставляются по двух бальной шкале («зачтено\незачтено»).

Слушателям, успешно освоившим дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации.

Слушателям, не прошедшим итоговой аттестации или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть дополнительной профессиональной программы и (или) отчисленным из образовательной организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому образовательной организацией. Результаты итоговой аттестации заносятся в соответствующие документы.

Итоговая аттестация проводится по форме представления учебных проектов и подготовки личного портфолио.

Итоговая аттестация по курсу (тестирование):

Вопросы теста/ответ:

«Пользовательский интерфейс маршрутизатора и режимы»

111. Какие два режима доступа к командам маршрутизатора существуют в маршрутизаторах Cisco?

- Пользовательский и привилегированный

112. Какой из приведенных ниже символов свидетельствует о том, что данная командная строка является строкой привилегированного режима интерфейса пользователя маршрутизаторов Cisco?

- #

113. Какой из режимов предоставляет доступ к списку общеупотребительных команд, если при работе с интерфейсом пользователя маршрутизаторов Cisco ввести с клавиатуры символ знак вопроса ("?")?

- Пользовательский и привилегированный

114. Какой режим используется при внесении изменений в конфигурацию маршрутизаторов Cisco?

- Привилегированный

115. Нажатие каких клавиш при работе с интерфейсом пользователя маршрутизаторов Cisco приводит к автоматическому повторению ввода предыдущей команды?

- <Ctrl+P>

116. Что означает подсказка — More — , появляющаяся внизу экрана интерфейса пользователя маршрутизаторов Cisco?

- Выводимая информация имеет несколько экранных страниц

117. Что означает, когда в интерфейсе пользователя маршрутизатора Cisco появляется символ "больше чем" (>)?

- Пользовательский режим

118. Что произойдет, если набрать команду show ? в командной строке?

- Будет показан перечень подкоманд, которые могут применяться совместно с командой show

119. Что произойдет, если при работе с интерфейсом пользователя маршрутизаторов Cisco ввести символ вопросительного знака?

- Пользователь войдет в систему помощи

120. Что произойдет, если при работе с интерфейсом пользователя маршрутизаторов Cisco нажать клавишу со стрелкой вверх?

- На экран будет выведена последняя введенная команда

«Вывод информации о конфигурации маршрутизатора»

121. Для чего используется команда show cdp neighbors?

- Для получения обзорной картины маршрутизаторов, непосредственно соединенных с сетью

122. Какая команда вводится для того, чтобы просмотреть файл активной конфигурации маршрутизатора?

- show running-config

123. Какие строки информации может выводить на экран команда show interfaces serial?

- Serial1 is up, line protocol is up

124. Какие четыре важных элемента информации получают после выдачи команды ping?

- Размер и количество ICMP-пакетов, продолжительность периода ожидания ответа, показатель успешности посылки эхо-пакетов и минимальное, среднее и максимальное время прохождения пакетов в оба конца

125. Какое из приведенных ниже определений описывает функцию команды show startup-config?

- Выводит сообщение, показывающее объем использованной энергонезависимой памяти

126. Какой из следующих компонентов маршрутизатора имеет такие характеристики: держит операционную систему и микрокод, сохраняет свое содержимое при отключении питания или перезапуске и позволяет обновлять программное обеспечение без замены микросхем?

- Флэш-память

127. Какую информацию дает проверка сети с помощью команды `show interfaces serial`?

- Показывает статус канала связи и канального протокола

128. Какую информацию дает проверка сети с помощью команды `trace`?

- Показывает каждый маршрутизатор, который проходит пакет на пути к пункту назначения

129. Что из приведенного ниже неправильно описывает функцию команды статуса маршрутизатора?

- `show buffers` выводит на экран статистические данные пулов буферов маршрутизатора

130. Что из приведенного ниже описывает место, из которого конфигурируется маршрутизатор?

- Будучи установленным в сеть, маршрутизатор может конфигурироваться с помощью виртуальных терминалов

«Запуск маршрутизатора и его начальное конфигурирование»

131. Зачем может понадобиться выдача команд `show startup-config` и `show running-config`?

- Маршрутизатор неожиданно начал неправильно работать, и необходимо сравнить начальное состояние с состоянием на данный момент времени

132. Какова функция команды `erase startup-config`?

- Удаляет из энергонезависимой памяти резервный конфигурационный файл

133. Какова функция команды `reload`?

- Перезагружает маршрутизатор

134. Какой (какие) файл (файлы) можно обнаружить в энергонезависимой памяти?

- Конфигурационные файлы

135. Когда выполняется режим начальной установки маршрутизатора?

- Когда маршрутизатор не может найти корректно оформленный конфигурационный файл

«Запуск маршрутизатора и его начальное конфигурирование»

136. Укажите правильную последовательность шагов выполнения процесса запуска системы маршрутизаторов Cisco:

- 1) тестирование аппаратной части
- 2) загрузка программы начального загрузчика
- 3) нахождение местоположения операционной системы и ее загрузка
- 4) нахождение местоположения конфигурационного файла и его загрузка

137. Что из приведенного ниже правильно описывает процедуру начальной установки на маршрутизаторе глобальных параметров и параметров интерфейсов?

- Должно быть установлено имя маршрутизатора

138. Что из приведенного ниже является важной функцией автопроверки по включению питания?

- Выполнение подпрограмм диагностики, которые проверяют принципиальную работоспособность аппаратной части маршрутизатора

139. Что из приведенного ниже является важным результатом ввода в маршрутизатор ОС IOS?

- Определение состава аппаратных и программных компонентов маршрутизатора и вывод этого перечня на терминал консоли

140. Что из приведенного ниже является важным результатом загрузки в маршрутизатор конфигурационного файла?

- Запуск процесса маршрутизации, ввод адресов интерфейсов и установка характеристик сред передачи данных

«Конфигурирование маршрутизатора»

141. Если необходимо выйти из режима конфигурирования, то какую из следующих команд следует ввести?

- <Ctrl+Z>

142. Если планируется конфигурирование интерфейса, то какой вид должна иметь командная строка маршрутизатора?

- Router(config-if)#

143. Какая из следующих команд не является командой удаления изменений в конфигурации маршрутизатора?

- Router# copy running-config startup-config

144. Какова функция команды configure memory?

- Выполняет загрузку конфигурационной информации из энергонезависимой памяти

145. Какова функция команды copy running-config startup-config?

- Сохраняет в энергонезависимой памяти текущую конфигурацию, находящуюся в ОЗУ

146. Какую из приведенных ниже команд можно использовать для сохранения изменений конфигурации маршрутизатора в резервной копии конфигурационного файла?

- Router# copy running-config tftp

147. Укажите правильный порядок процесса конфигурирования маршрутизатора:

(Предполагается, что изменения в маршрутизаторе с помощью режима конфигурирования уже были сделаны.)

- 1) Проверка результатов
- 2) Принятие решения относительно того, являются ли изменения желаемым результатом
- 3) Сохранение изменений в резервной копии
- 4) Проверка резервного файла

148. Что из приведенного ниже не описывает процедуру конфигурирования пароля в маршрутизаторах?

- Пароли могут устанавливаться при работе в любом режиме конфигурирования

149. Что из приведенного ниже не является функцией команды привилегированного режима EXEC configure?

- Конфигурирование TFTP-сервера с виртуального терминала

150. Что из приведенного ниже правильно описывает конфигурирование в маршрутизаторе паролей?

- Пароль может быть установлен на все входящие сеансы протокола Telnet

«Источники загрузки ОС IOS»

151. Для чего необходимо определять размер файла образа ОС IOS на TFTP-сервере перед пересылкой его в маршрутизатор?

- Чтобы проверить достаточность пространства во флэш-памяти для его сохранения

152. Зачем создается резервная копия образа ОС IOS?

- Для создания аварийной копии текущего образа перед переходом на новую версию

153. Какой способ является самым быстрым для проверки достижимости TFTP-сервера перед

попыткой пересылки файла образа ОС IOS?

- Пропинговать TFTP-сервер с помощью команды ping

154. Какую команду следует выдать, если необходимо обновить старую версию ОС IOS путем загрузки нового образа с TFTP-сервера?

- copy tftp flash***

155. Укажите последовательность, используемую маршрутизатором, для автоматического возврата в исходное состояние и обнаружения местонахождения источника ОС IOS:

- 1) Энергонезависимое ЗУ
- 2) Флэш-память
- 3) TFTP-сервер

156. Что из приведенного ниже выводится на экран командой ОС IOS show version:

- Версия ОС IOS
- Тип платформы, на которой выполняется ОС
- Установка регистра конфигурирования

157. Что из приведенного ниже не описывает установки регистра конфигурирования для начальной загрузки ОС IOS?

- Для проверки установки поля начальной загрузки используется команда show running-config

158. Что из приведенного ниже не является частью процесса задания аварийной последовательности для начальной загрузки ОС IOS?

- Для задания всей аварийной последовательности используется одна команда начальной загрузки системы

159. Что из приведенного ниже правильно описывает подготовку к использованию TFTP-сервера для копирования программного обеспечения во флэш-память?

- TFTP-сервер должен быть другим маршрутизатором или хост-системой, например рабочей станцией с ОС UNIX или портативным компьютером

160. Что, по-вашему, содержит ограниченную версию ОС IOS?

- ПЗУ

«Конфигурирование IP-адресов интерфейсов маршрутизатора»

161. Если необходимо отобразить имя домена на IP-адрес, то что надо сделать сначала?

- Идентифицировать имена хост-машин

162. Какова функция команды ping?

- Использует протокол ICMP для проверки возможности соединения на физическом уровне и логического адреса сетевого уровня

163. Какова функция команды telnet?

- Проверяет работоспособность программного обеспечения уровня приложений на участке между станцией-отправителем и станцией-получателем

164. Какова цель использования команды trace?

- Она локализует отказы по пути от отправителя к получателю

165. Каково назначение команды ip name-server?

- Задает хост-машины, которые могут предоставить сервис работы с именами

«Конфигурирование IP-адресов интерфейсов маршрутизатора»

166. Каково назначение команды по ip domain-lookup?

- Отключает в маршрутизаторе функцию преобразования "имя—адрес"

167. Какую команду следует использовать для занесения статической записи отображения "имя—адрес" в конфигурационный файл маршрутизатора?

- ip host

168. Что из приведенного ниже наилучшим образом описывает функцию адреса широковещания?

- Посылает сообщение всем узлам в сети

169. Что из приведенного ниже наилучшим образом описывает функцию команды show hosts?

- Используется для вывода на экран находящегося в кэше списка имен и адресов

170. Что из приведенного ниже наилучшим образом описывает функцию расширенной команды ping?

- Используется для задания поддерживаемых в сети Internet-заголовков

«Конфигурирование маршрутизатора, RIP и IGRP»

171. Для чего выводится содержимое таблицы IP-маршрутизации?

- Для идентификации пар значений адресов сетей назначений и количества переходов

172. Для чего используются протоколы внешней маршрутизации?

- Для обмена информацией между автономными системами

173. Для чего используются протоколы внутренней маршрутизации?

- Используются внутри одной автономной системы

174. Если необходимо узнать, на работу с каким протоколом маршрутизации сконфигурирован маршрутизатор, то какую команду следует использовать?

- Router> show ip protocol

175. Есть подозрение, что один из маршрутизаторов в сети посылает плохую маршрутную информацию. Какую команду можно использовать для проверки?

- Router> show ip protocol

176. К какому типу записей маршрутизатор обращается первоначально?

- К записям о сетях и подсетях, подключенных непосредственно

177. Какую метрику использует протокол RIP для определения наилучшего пути, которым должно следовать сообщение?

- Количество переходов

178. Что из приведенного ниже наилучшим образом описывает маршрут по умолчанию?

- Запись в таблице маршрутизации, которая используется для направления кадров, следующий переход для которых не имеет явного отражения в таблице маршрутизации

179. Что из приведенного ниже наилучшим образом описывает статический маршрут?

- Маршрут, который в явном виде конфигурируется и вводится в таблицу маршрутизации и имеет преимущество над маршрутами, выбранными протоколами динамической маршрутизации

180. Что из приведенного ниже относится к задачам глобального конфигурирования?

- Выбор протокола маршрутизации: RIP или IGRP

«Управление сетью»

181. Какие шаги следует предпринять для анализа и решения проблемы в сети после сбора данных о работе?

- Составить список возможных причин; расставить приоритеты причин; используя средства управления сетью или метод замены, идентифицировать причины

182. Каким образом карта сети помогает локализовать место возникновения проблемы с физическим элементом сети?

- Предоставляет информацию об адресах проблемного устройства

183. Какова цель инвентаризационной ревизии?

- Составление инвентаризационной описи всего программного и аппаратного обеспечения, используемого в сети

184. Какова цель ревизии средств защиты сети?

- Определение состава аппаратно-программного комплекса, требующегося для обеспечения защиты сети

185. Какова цель ревизии установленного оборудования?

- Идентификация местонахождения каждого элемента сети

186. Какова цель ревизии эффективности?

- Определение того, работает ли сеть в соответствии со своим потенциалом

187. Что должно входить в письменную форму документа "Технические требования на изменения", который готовится для достижения более высокой производительности и уровня защиты сети?

- Обоснования каждого запрашиваемого изменения

188. Что из приведенного ниже должно быть включено в отчет о проведении оценки?

- Журналы, показывающие тенденцию к уменьшению скорости трафика в определенных сегментах сети

189. Что из приведенного ниже правильно описывает протокол SNMP?

- Использует концепцию, известную под названием MIB

190. Что из приведенного ниже правильно описывает работу протокола CMIP?

- Предусматривает наличие центральной рабочей станции мониторинга, которая ожидает от устройств сообщений об их текущем состоянии

«Эталонная модель OSI и маршрутизация»

191. В случае, когда все маршрутизаторы в сети работают с одной и той же информацией о топологии сети, то о сети говорят как о...

- конвергированной

192. Какая из следующих функций используется маршрутизатором для пересылки пакетов данных между сетями?

- Определение пути и коммутация

193. Какие из перечисленных ниже являются основными типами динамической маршрутизации?

- Дистанционно-векторный и канальный

194. Какое из приведенных ниже утверждений наилучшим образом описывает функции транспортного уровня эталонной модели OSI?

- Он посылает данные, используя управление потоком

195. Какой уровень эталонной модели OSI наилучшим образом описывает стандарты 10BaseT?
• Физический

«Коммутация в локальных сетях»

196. Для чего оптимизируется асимметричная коммутация?

- Для потока данных сети в случае, когда "быстрый" порт коммутатора подсоединен к серверу

197. Каково минимальное время, требуемое для передачи одного байта данных в сети Ethernet?

- 800 наносекунд

198. Какой из приведенных ниже методов широковещания используется передающей средой Ethernet для передачи и получения данных от всех узлов сети?

- Фреймы данных

199. Коммутаторами Ethernet являются...

- Мосты с несколькими портами на 2 уровне

200. При _____ коммутации коммутатор проверяет адрес получателя и сразу начинает отправку пакета, а при _____ коммутации коммутатор получает фрейм полностью перед последующей его отправкой.

- Сквозной; с промежуточным хранением

201. Протокол распределенного связующего дерева позволяет...

- использовать дополнительные пути, без отрицательных эффектов от образования петель

202. Что из перечисленного ниже характеризует микросегментацию сети?

- Выделенные пути между хостами отправителя и получателя
- Несколько путей передачи данных внутри коммутатора

«Виртуальные локальные сети»

203. Каждый сегмент _____, подсоединенный к порту _____, может быть назначен только одной виртуальной сети.

- Концентратора; коммутатора

204. Коммутаторы, которые являются ключевым элементом виртуальных сетей, дают возможность выполнить следующее:

- Выполнять обмен информацией между коммутаторами и маршрутизаторами
- Принять решения о фильтрации и отправке фреймов
- Сгруппировать пользователей, порты или логические адреса в виртуальной сети

205. Термин расширяемая микросегментация означает следующее:

- Возможность расширения сети без создания коллизионных доменов

206. Что из перечисленного ниже не является достоинством статической виртуальной сети?

- Автоматическое обновление конфигурации портов при добавлении новых станций

207. Что из перечисленного ниже не является характерным признаком виртуальной сети?

- Все перечисленные понятия являются характерными признаками виртуальной сети

208. Что из перечисленного ниже является положительным результатом использования виртуальной сети?

- Отсутствует необходимость конфигурирования коммутаторов

«Проектирование локальных сетей»

209. Какая из следующих характеристик не верна для 10BaseT?

- Максимальная длина — 400 метров

210. Основная цель проектирования канального уровня — это выбор устройств

_____, таких как мосты или коммутаторы локальных сетей, используемых для соединения носителей _____ с целью образования сегментов локальных сетей?

- 2-го уровня; 1-го уровня

«Проектирование локальных сетей»

211. Что из перечисленного ниже вероятнее всего вызовет перегрузку в сети?

- Доступ в Internet
- Доступ к главной базе данных
- Передача графики и видео

212. Что из перечисленного ниже не вызывает чрезмерного широковещания?

- Слишком много сетевых сегментов

213. Что является преимуществом использования устройств 3-го уровня в локальной сети?

- Оно обеспечивает логическое структурирование сети
- Оно позволяет разделять локальную сеть на уникальные физические и логические сети
- Оно фильтрует широковещание и многоадресные рассылки канального уровня и позволяют подключаться к распределенным сетям

«Протоколы маршрутизации IGRP»

214. _____ протоколы маршрутизации определяют направление и расстояние до любого канала сети совместного использования; _____ протоколы маршрутизации также называются протоколами выбора первого кратчайшего пути.

- Дистанционно-векторные; канального уровня

215. Какую из приведенных ниже команд следует использовать для выбора IGRP в качестве протокола маршрутизации?

- router igrp

216. От какого из приведенных ниже действий зависит успех динамической маршрутизации?

- Периодическое внесение изменений в таблицу маршрутизации
- Поддержание таблицы маршрутизации

217. После определения пути, по которому следует направить пакет, какое следующее действие может выполнить маршрутизатор?

- Коммутация пакета

218. Что из перечисленного ниже не является переменной, используемой протоколом IGRP для определения значения комбинированной метрики?

- Протокол IGRP использует все эти величины

«Списки управления доступом (ACL)»

219. Как называются дополнительные 32 бита в директиве access-list?

- Биты шаблона

220. Каким образом маршрутизатор различает стандартные списки управления доступом и

расширенные?

- Стандартные списки управления доступом имеют номера от 1 до 99. Расширенные списки управления доступом имеют номера от 100 до 199

221. Какому из приведенных ниже высказываний эквивалентно выполнение команды Router(config)# access-list 1 156.1.0.0 0.0.255.255?

- "Разрешить доступ только к моей сети."

222. Какую из приведенных ниже команд следует использовать для того, чтобы выяснить, установлены ли на данном интерфейсе списки управления доступом?

- show ip interface

223. Команда show access-list используется для того, чтобы:

- просмотреть директивы списка управления доступом

224. Утверждение: "При задании разрешения на доступ в списке управления, сопровождаемом неявным "отказать всем", всем потокам данных, кроме указанного в директиве permit, будет отказано в доступе".

- Истинно