

Литература

1 Кригель, А. SQL. Библия пользователя / А. Кригель, Б. Трухнов. – 2-е изд., пер. с англ. – Москва : ООО «И. Д. Вильямс», 2010. – 752 с.

2 Евсева, О. Н. Работа с базами данных на языке С#. Технология ADO.NET : учебное пособие / О. Н. Евсева, А. Б. Шамшев. – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – 170 с.

УДК 004.3

П. Ю. Дашкевич

УПРАВЛЕНИЕ АКТИВАЦИЕЙ СЕТЕВЫХ УЗЛОВ В РЕЖИМЕ ГОРЯЧЕГО И ХОЛОДНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ

В статье описываются принципы резервирования телекоммуникационного оборудования, его разновидности и классификации. Рассматриваются принципы работы и история появления различных стандартов и протоколов, используемых для активации сетевых узлов в режиме горячего и холодного резервирования инфраструктуры.

При отказе сетевого узла сервера и другие абоненты сети становятся недоступными. Для поддержания уже привычного темпа и уклада жизни бесперебойная передача информации очень важна в современном мире. Способы повышения отказоустойчивости (надежности) линий связи разработаны всеми лидирующими производителями сетевого оборудования большой производительности. Они используют в своей технике быстрые технологии восстановления канала передачи данных (HIPER-Ring, eRSTP, Super-Ring[®] и т. д.), которые значительно быстрее самого распространенного STP протокола.

Для восстановления линии связи при разрыве установленного соединения используется резервирование – намеренное добавление в сеть дополнительных узлов, для организации штатной работы всей сети после возникновения неисправности.

Вследствие различий в организации работы резервных элементов выделяют три большие группы:

- 1 горячее резервирование (Рисунок 1а);
- 2 теплое резервирование (Рисунок 1б);
- 3 холодное резервирование (Рисунок 1в).

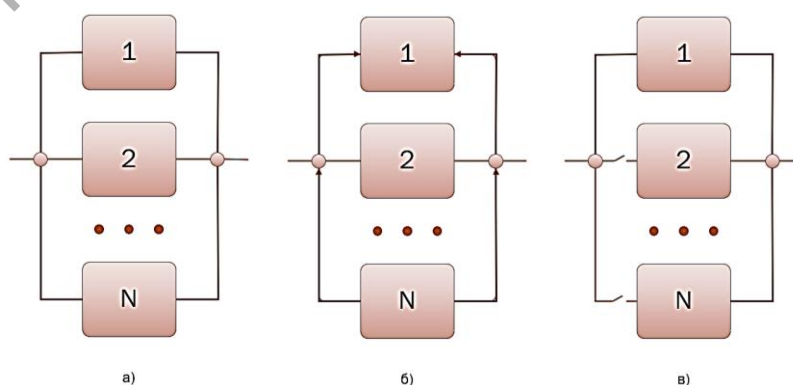


Рисунок 1 – Схемы резервирования оборудования:
а) горячее; б) теплое; в) холодное

Главной особенностью горячего резервирования является в присутствии от одного до нескольких активных резервных узлов для активных узлов действующей системы. При обнаружении сбоя резервный узел без промедления берет на себя работу отказавшего узла. Этот механизм обеспечивает максимальную надежность, но его настройка и поддержание требует высокой квалификации сотрудников и перманентную проверку его работоспособности. Горячее резервирование является максимально быстрым механизмом аварийного переключения. Однако следует помнить о его дороговизне. Необходимо приобрести и держать подключенным в энергетическую сеть все оборудование, которое будет использоваться только после отказа основного узла. Расходиться ресурс резервных элементов начинается с ввода в эксплуатацию всей сети.

Теплое резервирование подразумевает наличие и работу дублирующего коммуникационного оборудования, но гораздо более слабой производительности. Поэтому стоит следить, чтобы данное оборудование было настроено так же, как и основное. Для реализации данного условия возможна репликация резервных копий по сети некоторых производителей оборудования. Ресурс резервных элементов начинает расходоваться с ввода в эксплуатацию всей сети, но интенсивность его расхода, значительно ниже, чем при обычной эксплуатации.

Холодное резервирование предусматривает дальнейшую эксплуатацию одного или нескольких неактивных резервных узлов. При восстановлении может планироваться закупка аппаратных средств или его хранение на складе. В случае сбоя резервный узел запустится (в основном вручную) и заменит отказавшее оборудование. Холодный резерв самый экономный к расходованию средств на закупку и настройку оборудования, а также к затратам на электричество. В случае ненагруженного резерва новые элементы начинают расходовать свой ресурс с момента их включения в работу взамен основных.

При теплом и горячем резервировании используются различные сетевые протоколы. Самым распространенным из них является STP и его разновидности.

Основным является STP (Spanning Tree Protocol) протокол. Он относится к протоколам 2-го уровня и был описан в стандарте IEEE 802.1D 1990 г. Первое его предназначение состояло в том, чтобы избежать петель в больших и сложных сетях с «мостами». С появлением глобального интернета он стал применяться для горячего резервирования больших сетей. Назначение данного стандарта состоит в том, чтобы сконфигурировать сеть в виде дерева таким образом, чтобы каждый узел сети был связан с корнем по пути с наименьшим временем доставки сообщений. Дерево формируется путем отключения ветвей, которые могут образовывать физические (не логические) петли в сети. Получается, при разработке сети в нее могут быть добавлены избыточные линии связи для обеспечения резервирования, которые силами протоколов отключаются при формировании основных каналов передачи данных.

STP обеспечивает непрерывный анализ сети для обнаружения изменений в её конфигурации. При их обнаружении обеспечивается автоматическое изменение каналов передачи данных, задействуются, при необходимости, дублирующие линии. После отказа ветви сеть оказывается вновь работоспособной через время, необходимое для выполнения STP алгоритма. Работоспособность сети сохраняется до тех пор, пока количество отказавших ветвей не станет настолько большим, что протокол не сможет построить дерево, используя все резервные ветви.

Для виртуальных сетей, граф которых представляется несколькими деревьями, был разработан протокол MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol). Он является расширением протокола STP и описан в стандартах IEEE 802.1s и IEEE 802.1Q-2003.

Недостатком STP и родственных протоколов является достаточно большое время перехода на резервный канал, а также невозможность резервирования связей между коммутатором и устройством, которое является участником сети [1].

Выделяют четыре вида резервирования на физическом уровне:

- 1 линейное резервирование;
- 2 кольцевое резервирование;
- 3 системное резервирование;
- 4 резервирование на основе технологии WDM.

При линейном резервировании (Рисунок 2) в рамках ВОЛС можно просто увеличить количество прокладываемых линий от узла к узлу.

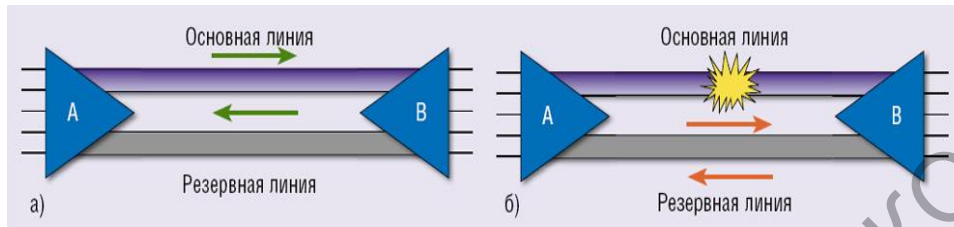


Рисунок 2 – Схема работы участка сети с линейным резервированием по схеме 1:1:
а) нормальный режим; б) режим использования резерва

При построении ВОЛС используют кольцевую топологию, чаще всего с использованием двух волокон (Рисунок 3). Один из маршрутов используется для передачи трафика, а второй рассматривается как резервный.

Организация системного резервирования в ВОЛС предполагает одновременную укладку дополнительных волокон в линейную часть и управляющих блоков в активное приемопередающее оборудование на узлах сети (Рисунок 4). Если на основном направлении передачи нарушается обмен трафиком, то выполняется переключение на резервное направление.

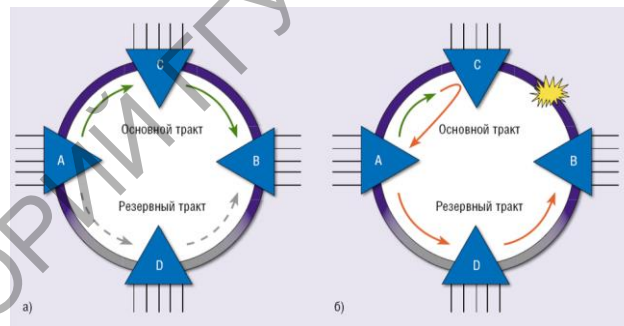


Рисунок 3 – Схема работы участка сети с линейным резервированием по схеме кольцо 1:1:
а) нормальный режим; б) режим использования резерва

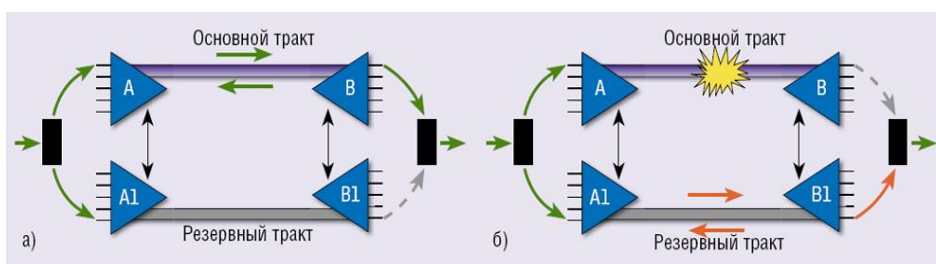


Рисунок 4 – Схема участка сети с системным резервированием:
а) нормальный режим; б) режим использования резерва

В системах со спектральным уплотнением осуществляется резервирование на оптическом уровне (CWDM, Рисунок 5). Для этого предусматриваются резервные длины волн.

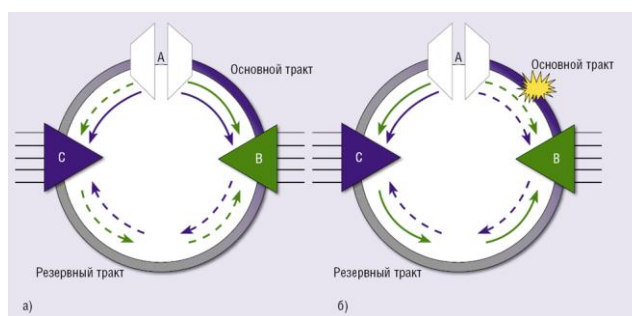


Рисунок 5 – Схема резервирования сети CWDM с кольцевой физической топологией:
а) нормальный режим; б) режим использования резерва

В настоящее время разработаны и внедряются гибридные технологии повышения отказоустойчивости в сетях передачи данных сложной топологии. Технология резервирования Sy-Ring-Sy-Ring – уникальная кольцевая технология производителя Symanitron со временем нормализации передачи пакетов данных менее чем 10 мс и поддержкой до 250 устройств (Рисунок 6а). Технология объединения колец позволяет организовать резервные линии связи на случай разрыва основной цепочки, путем подключения двух физических каналов к одному коммутатору. Данная технология добавляет гибкость системе, но не увеличивает пропускную способность (Рисунок 6б) [2].

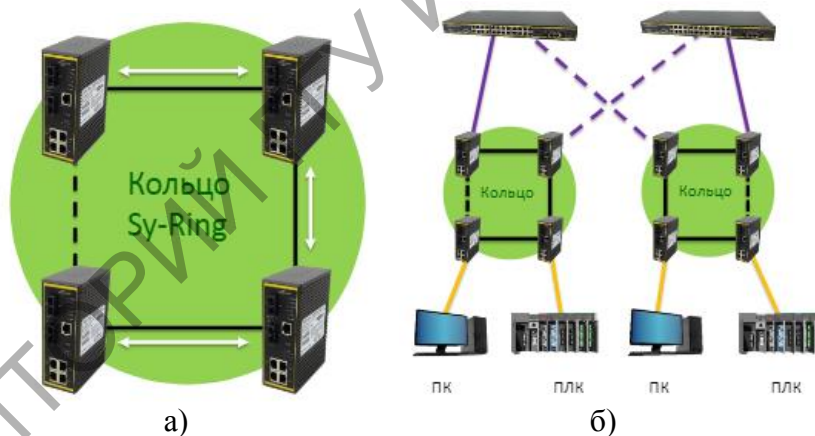


Рисунок 6 – Гибридные схемы резервирования сети:
а) Sy-Ring-Sy-Ring; б) объединение колец

Литература

1 Резервирование промышленных сетей [Электронный ресурс] // Энциклопедия АСУ ТП. – Режим доступа : https://www.bookasutp.ru/Chapter8_3.aspx. – Дата доступа : 20.04.2022.

2 О компании Symanitron [Электронный ресурс]. // Официальный сайт ООО «Символ-Автоматика». – Режим доступа : <https://s-avt.ru/%D0%9E-%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B8/Symanitron>. – Дата доступа : 22.04.2022.