

# **Резервирование «горячее» и «холодное»**

**Выполнил студент группы  
: МТСт 14-(9)-1**

**Синельникова У.И.**

Волоконная оптика и оптоэлектроника находят широкое применение при построении всех уровней сетей электросвязи: магистральных линий междугородной и городской связи, сетей доступа и структурированных кабельных систем.

Ввиду важности задач, решаемых с их помощью, к надежности предъявляются очень высокие требования.

При этом под надежностью понимается способность поддерживать передачу информации с заданной скоростью и с заданной достоверностью в течение требуемого промежутка времени.

Высокий уровень надежности современных сетей оптической связи обеспечивается реализацией комплекса различных мер, среди них одной из ключевых являются средства полного или хотя бы частичного восстановления связи в аварийных ситуациях.

Традиционно для этого применялось **резервирование** — целенаправленное введение в систему определенной избыточности с целью обеспечения нормального функционирования объекта после возникновения отказа в его элементах.

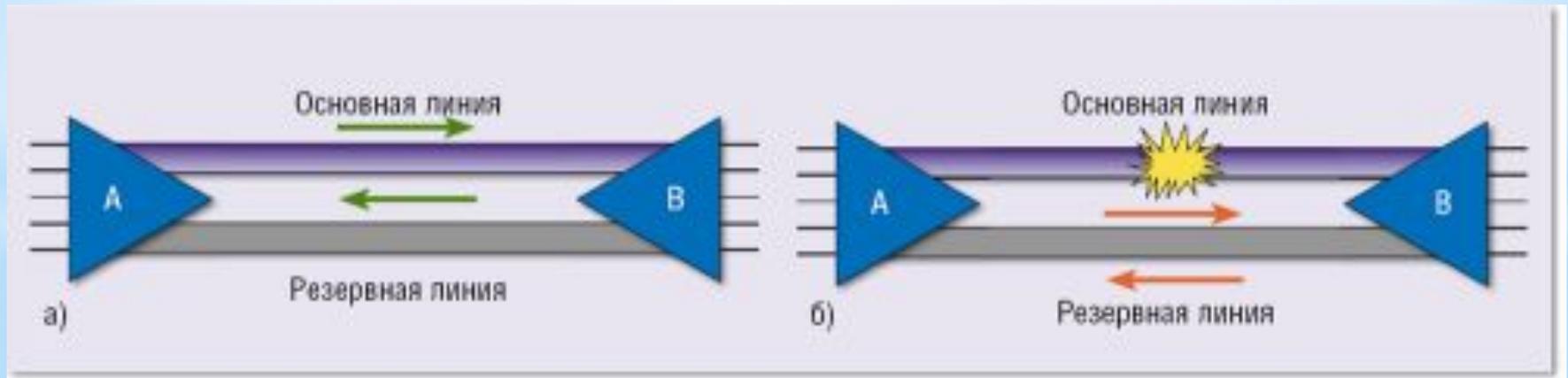
Волоконно-оптические линии связи нуждаются в надежном резервировании. Так как они подвержены авариям природного характера, которые происходят в основном в зимнее время и связаны с промерзанием оборудования или грунта, что влечет за собой внутренние повреждения волокон или выход из строя линейной аппаратуры ВОЛС.

# **Варианты повышения надежности сети с привлечением резервирования :**

- **ЛИНЕЙНОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ**
- **СИСТЕМНОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ**
- **РЕЗЕРВИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ WDM**

# ЛИНЕЙНОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ:

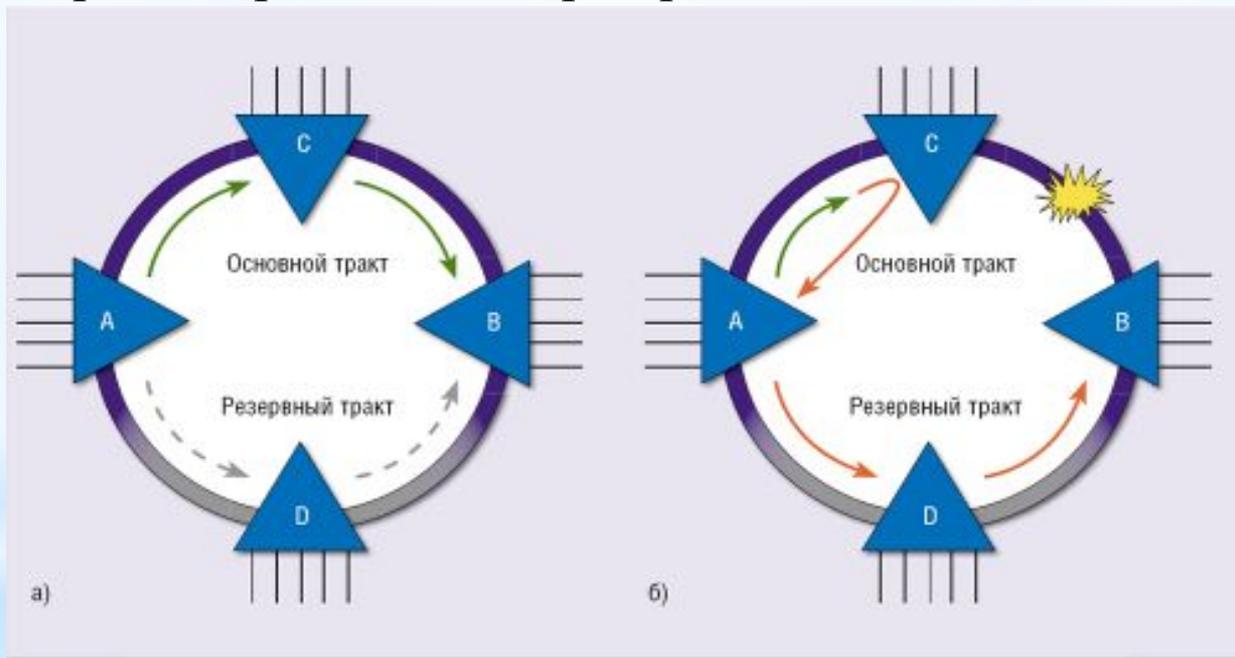
Аварийные ситуации в линейной части сети в большинстве случаев возникают из-за механических повреждений (обрывов) оптического волокна, поэтому очевидным решением этой проблемы является увеличение количества доступных физических трактов передачи, на которые будет осуществляться переключение при возникновении неисправности.



*Схема работы участка сети с линейным резервированием*

# КОЛЬЦЕВЫЕ СТРУКТУРЫ

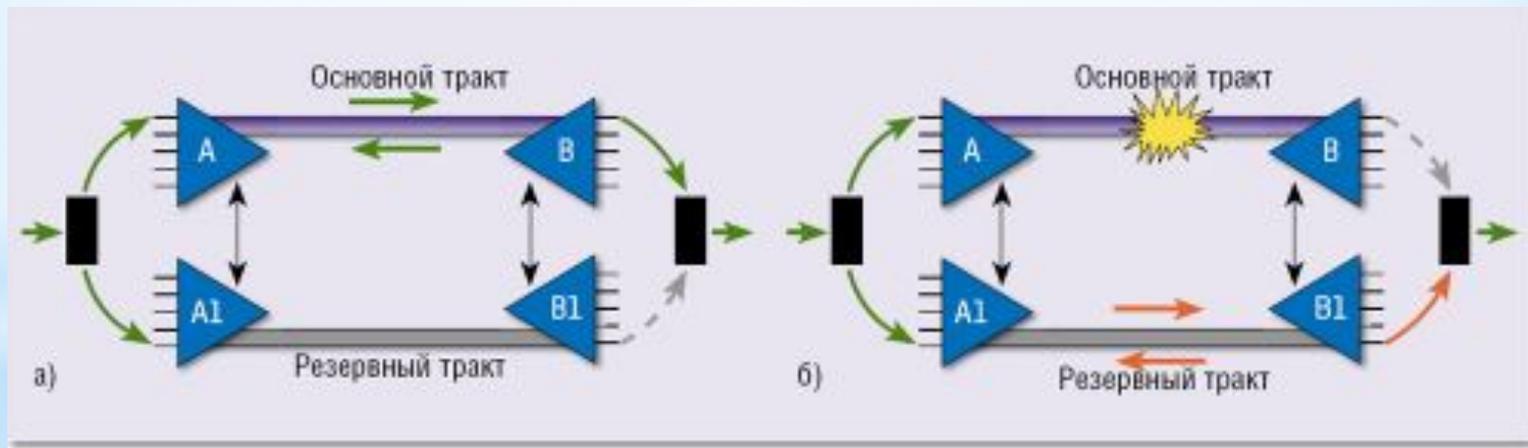
При построении волоконно-оптических сетей связи часто используется кольцевая топология, для которой самовосстановление является естественным свойством. В большинстве случаев линейная часть кольцевой структуры в сетях связи общего пользования строится на основе пары волокон (так называемое сдвоенное кольцо). В результате у передающего узла имеется два варианта доступа к приемному: по часовой стрелке и в обратном направлении. Один из маршрутов выполняет функции основного и используется для передачи трафика, другой рассматривается как резервный.



*Схема работы участка сети с линейным резервированием  
а) нормальный режим; б) режим использования резерва.*

# СИСТЕМНОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ:

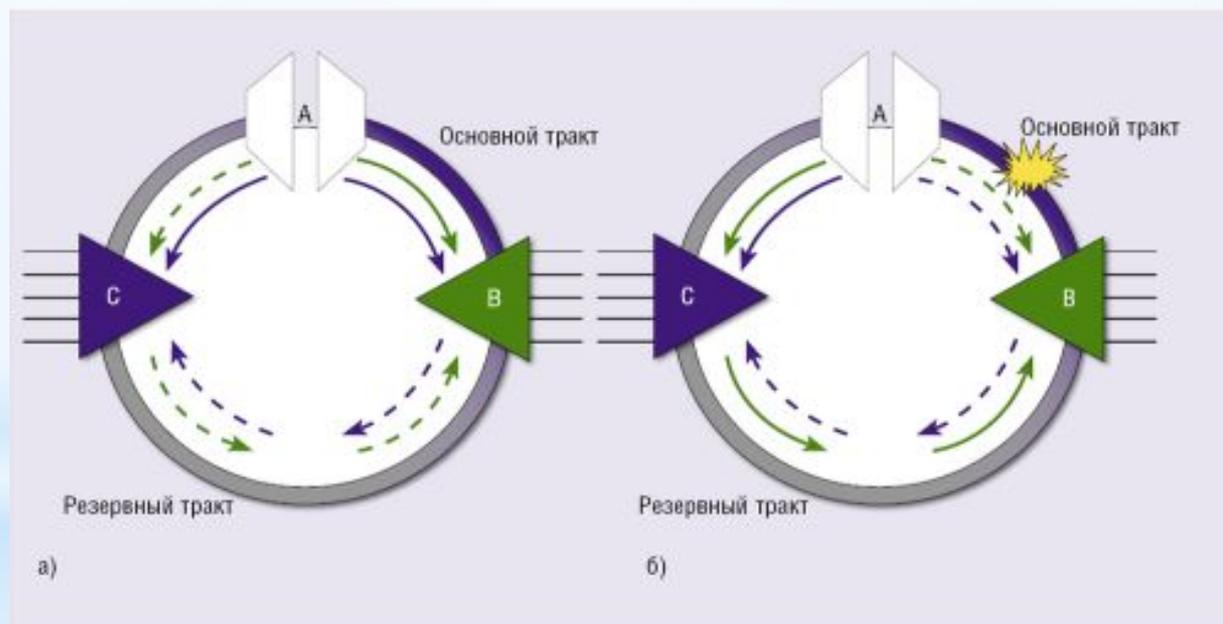
Организация системного резервирования в оптической сети предполагает одновременное введение дополнительных волокон в линейную часть и блоков в активное приемопередающее оборудование на узлах сети. Если на основном направлении передачи повреждаются световоды или происходит отказ узловой сетевой аппаратуры, то выполняется переключение на резервное направление.



**Схема участка сети с системным резервированием.**

# РЕЗЕРВИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ WDM

В системах со спектральным уплотнением, помимо описанных выше способов, можно осуществлять резервирование на оптическом уровне. Для этого выделяются дополнительные (резервные) длины волн, на которые происходит переключение в случае отказа основной оптической несущей.



**Схема резервирования сети CWDM с кольцевой физической топологией.**

*В зависимости от режима работы резервных элементов до отказа основного элемента различают следующие виды резерва:*

- «горячий» (нагруженный) резерв;
- «тёплый» (облегчённый) резерв;
- «холодный» (ненагруженный) резерв;

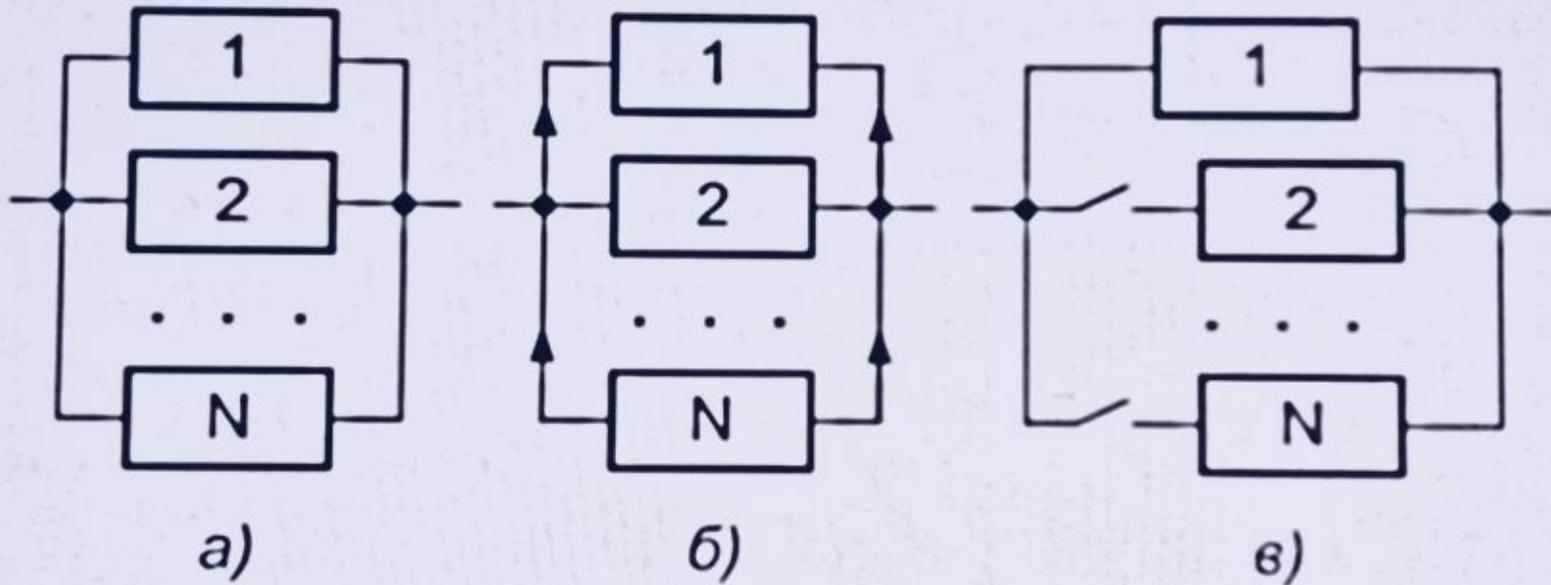


Рисунок 18. Блок-схемы для различных режимов работы резерва:  
 а) «горячее» резервирование; б) «теплое» резервирование;  
 в) «холодное» резервирование

Для замены отказавшего элемента достаточно иметь резервный (запасной) элемент на складе. Однако продолжительность ручной замены составляет единицы часов, что для многих систем автоматизации недопустимо долго. Сократить время вынужденного простоя позволяет применение контроллеров и модулей ввода-вывода с разъёмными клеммными соединителями и с возможностью «горячей» замены.

## «горячий» резерв

При **горячем резервировании** резервный блок находится под напряжением и в любой момент готов принять на себя выполнение рабочих функций при включении его входа и выхода в канал прохождения сигнала. В этом режиме ресурс резервного блока расходуется так же, как и у основного. Горячим резервом называется аппаратура, обладающая такими же характеристиками, что и основная, подключаемая параллельно и работающая одновременно с нею.

*Для обеспечения «горячей» замены необходимо предусмотреть следующее:*

- защиту от статического электричества, которое может возникать на теле оператора, выполняющего замену устройства;
- необходимую последовательность подачи напряжений питания и внешних сигналов (для этого используют, например, разъёмы с контактами разной длины и секвенсоры внутри устройства);
- защиту системы от броска тока, вызванного зарядом ёмкостей подключаемого устройства, например с помощью токоограничительных резисторов или отдельного источника питания;
- защиту устройства от перенапряжения, короткого замыкания, переполюсовки, превышения напряжения питания, очного подключения

# «ХОЛОДНЫЙ» резерв

***Холодным резервом*** называется аппаратура, обладающая теми же характеристиками, что и основная, исправная и готовая к включению в любой момент времени, но не работающая одновременно с основной. При холодном резервировании резервный блок полностью отключен от источников питания. Ресурс резервного блока при этом не расходуется до тех пор, пока блок не будет включен.

*Основное отличие между «горячим», «холодным» и «тёплым» резервом состоит в длительности периода переключения на резерв. При «горячем» резервировании контроллеров время переключения составляет от единиц миллисекунд до долей секунды, при «тёплом» — секунды, при «холодном» — минуты.*

\*Основной характеристикой структурного резервирования является его *кратность* - отношение числа резервирующих элементов к числу резервируемых элементов (основных), выраженное несокращенной дробью:

$$m = \frac{p}{o},$$

$m$  - кратность резервирования;

$p$  - число резервных элементов;

$o$  - число основных элементов.

*В основе метода резервирования лежит очевидная идея замены отказавшего элемента исправным, находящимся в резерве. Однако реализация этой идеи часто становится достаточно сложной, если необходимо обеспечить минимальное время перехода на резерв и минимальную стоимость оборудования при заданной вероятности безотказной работы в течение определённого времени.*

**Спасибо за внимание!**