

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Данилюк И.П., студ.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Надежность инфокоммуникационных систем определяется надежностью ее элементов и аппаратуры, надежностью программного обеспечения, управляющего выполнением вычислительного процесса, а также использованием средств контроля и восстановления системы. Пользователя компьютерной техники интересует только получение правильных результатов вычислений за заданное время. Для достижения этой цели необходимо, чтобы все названные составляющие обладали необходимой надежностью. Для разработки эффективной системы мероприятий по обеспечению надежности инфокоммуникационных систем нужно ясное понимание идей, лежащих в основе многих различных методов оценки и повышения надежности, позволяющее оценить возможности и особенности применения этих методов.

**Понятия надежности сетей телекоммуникации.** Надежность сети телекоммуникации это свойство обеспечивать связь, сохраняя во времени значения установленных показателей качества в заданных условиях эксплуатации, она отражает влияние на работоспособность системы главным образом внутрисистемного фактора — случайных отказов техники, вызываемых физико-химическими процессами старения аппаратуры, дефектами технологии ее изготовления или ошибками обслуживающего персонала. Случайные отказы характерны для отдельных устройств, линий или каналов телекоммуникации. При этом отказ одного аппарата на узле телекоммуникации обычно не вызывают отказов других комплектов аппаратуры, а тем более целого элемента или всего узла телекоммуникации. Исключения составляют общие коммутаторы и агрегаты электропитания. Поэтому при расчете надежности системы или сети телекоммуникации отказы ее структурных элементов, не имеющих общих устройств, считаются взаимонезависимыми. На сегодняшний день существует большое количество определений надежности инфокоммуникационных сетей (ИС), однако все они формулируют определение в одном направлении. Итак, под надежностью принято понимать комплекс свойств ИС, которые обеспечивают выполнение заданных функций ИС с сохранением во времени и в заданных ограничениях эксплуатационных характеристик. Характеристики определяются показателями, которые поддаются контролю и учету.

В основном в комплекс свойств надежности ИС входят следующие свойства ИС:

- 1.Безотказность – свойство сохранять работоспособность в течение некоторого времени.
- 2.Устойчивость – свойство сохранять работоспособность в условиях действия помех.
- 3.Корректируемость – свойство, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем доработки и модернизации.
- 4.Защищенность – свойство о невозможности реализации посторонних вмешательств.

Приведенные выше свойства надежности численно выражаются через показатели надежности – количественные характеристики одного или нескольких свойств, определяющих надежность ИС.

Современный этап развития территориально распределённых сетей передачи данных характеризуется ростом сложности и масштабов инфраструктур, непрерывным повышением требований к качеству предоставляемых услуг связи, доступа к сервисам. Сеть передачи данных должна быть экономически эффективной, и при ее проектировании или модернизации должно быть выполнено соответствующее обоснование и предоставлены расчеты по обеспечению надежности. К надежности сетей предъявляются все более высокие требования. Низкая надежность приводит к потере клиентов, убыткам и штрафным

санкциям. Повышение надежности сети связано с дополнительными затратами, которые могут превысить прибыль, получаемую от предоставления инфокоммуникационных услуг. В этой связи актуальна задача достижения требуемых характеристик надежности при проектировании или модернизации сети при минимально возможных затратах на ее обеспечение. Под термином «надежность» понимается свойство сети сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования. Характеристики надежности сети должны обеспечивать клиентам возможность обмениваться информацией и получать сервисы в условиях технических отказов, эксплуатационных ошибок, а также с учетом возможных угроз и рисков, связанных с атаками типа «отказ в обслуживании».

Надежность сети обеспечивается применением надежного оборудования и внесением избыточности в структуру сети для повышения готовности сети, т.е. обеспечения ее отказоустойчивости. Комплексное решение задач обеспечения надежности включает оба направления – обеспечение аппаратной и структурной надежности. В первом случае решается проблема обеспечения надежности элементов сети - сетевого оборудования, каналов передачи данных, программного обеспечения. Структурная надежность обеспечивает функции сети, связанные с передачей данных. Для анализа структурной надежности используются показатели связности граф-моделей сети. Нарушить связность может как отказ аппаратуры в узлах сети, так и отказ каналов передачи данных. При этом отказ канала может быть связан как с его механическим повреждением (обрывом), так и с ухудшением его характеристик, в том числе превышением его пропускной способности. Для обеспечения связности сети применяются отказоустойчивые сетевые технологии, связанные с введением избыточности реализацией обходных путей передачи информации, и применением протоколов, например STP, автоматически обеспечивающих обход отказавшего участка. Внесение избыточности в топологию корпоративных сетей позволяет повысить надежность маршрутизации больших объемов трафика, обеспечив связность с максимальным числом внешних сетей.

Для реализации повышения надежности необходимо развивать сложные компьютерные сети (КС) как государственного уровня, так и уровня предприятий. При этом сегменты КС могут находиться в разных регионах страны на значительном удалении друг от друга. Создание отдельной телекоммуникационной сети для каждой КС не представляется возможным как по экономическим, так и по техническим причинам. Таким образом, необходима интеграция с сетью связи общего пользования (ССОП) и, можно говорить о том, что подавляющее большинство современных КС интегрированы с сетью Интернет. Это приводит к серьезному повышению риска выхода элементов сети из строя в результате воздействия преднамеренных и непреднамеренных помех. Следствием отказа множества элементов сети может стать разрушение компьютерной сети и невозможность осуществлять информационный обмен.

Основными направлениями обеспечения надежности передачи информации являются: наращивание дополнительных ресурсов в сети передачи данных, различные способы маршрутизации, сравнительный анализ оценки надежности структур на этапе проектирования. Наращивание дополнительных ресурсов с целью резервирования канала на случай повышения количества передаваемых сообщений является дорогим решением. Маршрутизация позволяет распределять трафик по разным каналам и узлам, компенсируя его рост.

Существующие методы и средства оценки обеспечения передачи информационных потоков между элементами интегрированных компьютерных сетей (ИКС) оценивают пропускную способность каналов и надежность узлов и линий связи по отношению к известным воздействиям при моделировании различных нагрузок. При этом подразумевается наличие точно схемы сети, а также информации о характеристиках трафика и используемом программном и аппаратном обеспечении. В силу специфики интегрированных

компьютерных сетей (наличия значительного количества элементов ССОП) эти данные быстро теряют актуальность, что существенно снижает достоверность полученных результатов. Существует направление оценки качества систем и предоставленных услуг за определенный прошедший промежуток времени. При этом требуется сбор данных за значительный промежуток времени, измеряемый месяцами. Из-за постоянной изменчивости как структуры ИКС, так и используемого в нем программного и аппаратного обеспечения эти данные не могут быть собраны с необходимой степенью достоверности. В то же время предложенный способ соответствия регулярной решетке реальной структуры ИКС на основе среднего числа узлов существенно огрубляет модель сети. Случайные графы хорошо описывают сети больших размеров, включающие в себя десятки тысяч узлов. ИКС, как правило, имеют размерности в несколько тысяч узлов, что делает непригодным описание их структур с помощью случайных графов.

**Резервирование.** Одним из методов повышения надежности инфокоммуникационных сетей является резервирование. Резервирование является универсальным принципом обеспечения надёжности, широко применяемым в природе, технике и технологии, впоследствии распространившимся и на другие стороны человеческой жизни.

Этот метод повышения характеристик надёжности технических устройств или поддержания их на требуемом уровне посредством введения аппаратной избыточности за счет включения запасных (резервных) элементов и связей, дополнительных по сравнению с минимально необходимым для выполнения заданных функций в данных условиях работы. Для достижения высокой надежности работы технических систем конструктивные, технологические и эксплуатационные мероприятия могут оказаться недостаточными, тогда применяется резервирование. Особенно это относится к системам, для которых повышением надежности элементов не удастся достичь требуемой безотказности системы.

Основные виды резервирования: структурное; информационное; временное.

Структурное резервирование (элементное) предусматривает использование избыточных элементов ТС. Суть такого вида резервирования заключается в том, что в минимально необходимый вариант системы, элементы которой называют основными, вводятся дополнительные элементы, узлы, устройства либо даже вместо одной системы предусматривается использование нескольких идентичных систем. При этом избыточные резервные структурные элементы, узлы, устройства и т.д. предназначены для выполнения рабочих функций при отказе соответствующих основных элементов, узлов и устройств.

Информационное резервирование предусматривает использование избыточной информации. Простейшим примером реализации такого вида резервирования является многократная передача одного и того же сообщения по каналу связи. В качестве другого примера можно привести использование специальных кодов, которые появляются в результате сбоя и отказов аппаратуры. Здесь следует заметить, что использование информационного резервирования влечет за собой также необходимость введения избыточных элементов.

Временное резервирование предусматривает использование избыточного времени. В случае применения этого вида резервирования предполагается возможность возобновления функционирования ТС после того, как оно было прервано в результате отказа, путем его восстановления. При этом также предполагается, что на выполнение ТС необходимой работы отводится время, заведомо большее минимально необходимого.

Автономное резервирование – один из вариантов общего. Оно состоит в применении нескольких независимых объектов, выполняющих одну и ту же задачу. Каждый из этих объектов имеет свой вход и выход и, обычно, независимые источники питания. Примером объектов с автономным резервированием может служить совокупность устройств телеизмерения, выполняющих одну и ту же задачу, если каждое устройство имеет свои входные датчики, записывающие (выходные) блоки и источники питания. Автономное резервирование обычно применяется при проведении ответственных экспериментов в

системах ответственного назначения. При этом автономное резервирование (рис 1) всегда является пассивным.

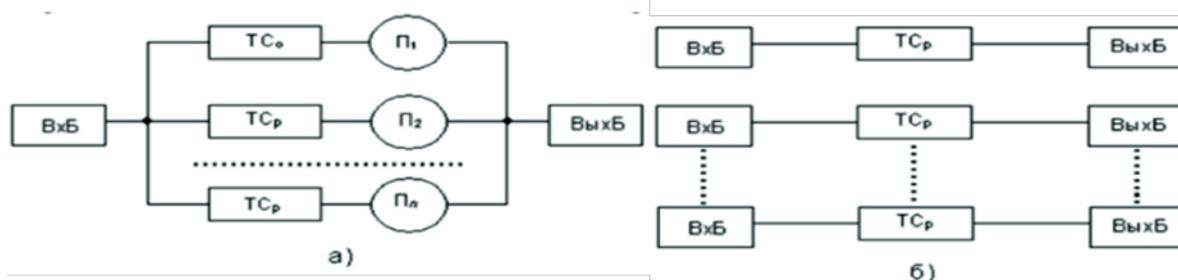


Рисунок 1 – Структуры общего резервирования:

а – схема общего активного резервирования; б – схема автономного резервирования.  
(ВхБ – входной блок; ТС<sub>о</sub> – основные ТС; ТС<sub>р</sub> – резервные ТС; П<sub>і</sub> – переключатели; ВыхБ – выходной блок)

Существует несколько методов резервирования промышленного Ethernet:

**Метод агрегирования линий связи** описан в стандарте IEEE 802.3ad. Этот метод использует два и более параллельных кабелей и портов для каждой линии связи. Объединение нескольких физических линий связи в один логический канал осуществляется с помощью протокола LinkAggregationControlProtocol (LACP). При этом группа (агрегат) линий связи и портов представляется одним логическим сервисным интерфейсом с одним MAC-адресом. В протоколе LACP полные Ethernet фреймы попеременно отсылаются по параллельным линиям связи и объединяются в приемнике. Пропускная способность такого агрегированного канала оказывается прямо пропорциональна количеству физических линий. При отказе одной линии данные пересылаются по другой. Этот стандарт поддерживается многими производителями Ethernet коммутаторов.

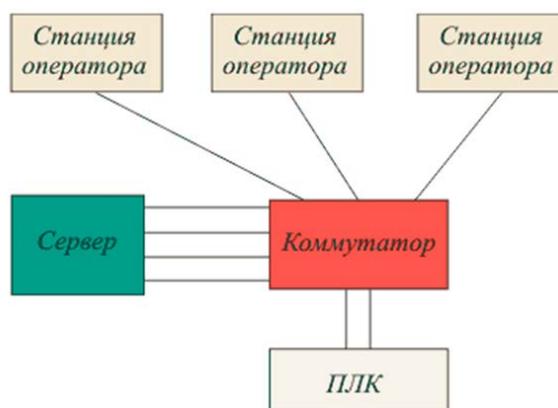


Рисунок 2 – Резервирование в сети Ethernet методом агрегирования линий связи

**Метод физического кольца.** Методы резервирования, основанные даже на усовершенствованном протоколе RSTP, имеют слишком большое время переключения на резерв (до 2 сек.). В то же время ряд приложений требует сокращения этого времени до единиц миллисекунд (как, например, в робототехнике) или до долей секунды (во многих химических технологических процессах). Поэтому некоторые фирмы разработали собственные нестандартные методы резервирования, которых в настоящее время насчитывается более 15. В основе этих методов лежит использование сети с кольцевой физической топологией. Одна из ветвей сети блокируется коммутатором и поэтому в режиме нормального функционирования сеть приобретает логическую шинную топологию. В случае отказа одной из ветвей мастер включает резервный порт. При этом подключается резервная ветвь и граф сети вновь становится связным, т. е. работоспособность сети оказывается полностью восстановленной. Существует два метода обнаружения отказа в сети: циклический опрос и отправка уведомления об отказе.

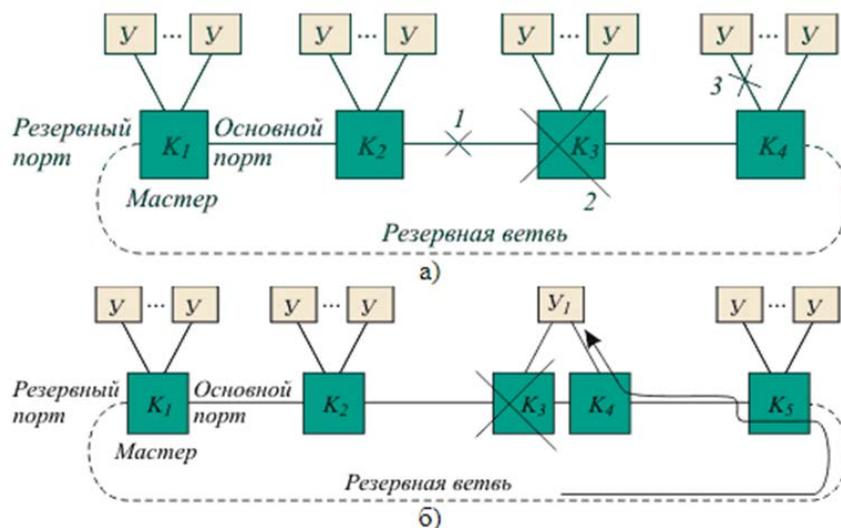


Рисунок 3 – Метод физического кольца для резервирования линии передачи

**Полное резервирование сети.** Наименьшее время переключения на резерв предоставляет метод полного дублирование всей сети целиком. Вторым его достоинством является живучесть при отказах не только соединений между коммутаторами, но также и самих коммутаторов, сетевых портов устройств и линий связи устройств с коммутатором. Недостатком является высокая цена, поскольку метод предполагает, что все сетевое оборудование используется в удвоенном количестве. Разновидностью полного резервирования является одновременное резервирование сети и конечных устройств. В этом случае получают две полностью независимые системы автоматизации и резервированным оказывается не только сетевое оборудование, но и вся система.

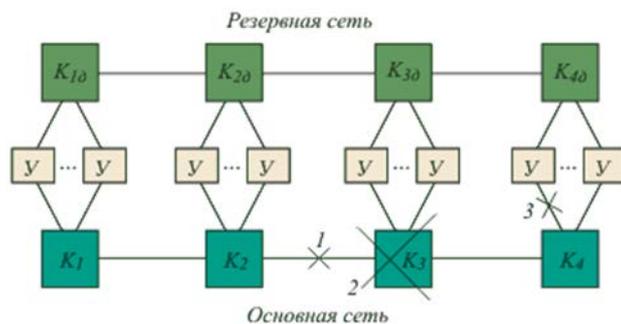


Рисунок 4 – Полное резервирование сети Ethernet

В данном исследовании были описаны основные понятия про надежность. А так же методы повышения надежности инфокоммуникационных сетей. Были указаны основные проблемы, возникающие при повышении надежности.

#### Перечень ссылок

1. Мейкшан, В. И. Оценка показателей качества функционирования мультисервисных сетей связи при фиксированной маршрутизации / В. И. Мейкшан, В. В. Столяров // Инфокоммуникационные технологии. - № 4(4). - 2006. - С. 44-47.
2. Советов, Б. Я. Теоретические основы автоматизированного управления / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. – Москва : Высш. шк., 2006. — 463с.
3. Рябинин, И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / И. А. Рябинин. – Санкт-Петербург : Политехника, 2000. — 248с.
4. Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : Учебник для вузов / В. Олифер, Н. Олифер. - 5-е изд. – Санкт-Петербург : Питер, 2016. – 992 с.