

ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО ОПЕРАТИВНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МАССИВОВ И ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ В КОРПОРАТИВНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ, ПОСТРОЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАНАЛОВ ИНТЕРНЕТА

С. В. Павельев

Департамент информатизации ОАО «Федеральная сетевая компания ЕЭС», г. Москва

Описанные в настоящей работе подходы к решению задач, вынесенных в ее заголовок, являются дальнейшим развитием методов оптимального резервирования информационных массивов и программных модулей, изложенных в работах [1, 2] с учетом доступа в реальном масштабе времени и особенностей использования каналов связи глобальной сети Интернет.

Несмотря на большое разнообразие, порождаемое пропускными способностями, числом маршрутизаторов, параметрами физических линий и др., реально действующие каналы Интернета в основном характеризуются [3]:

- действительной пропускной способностью, определяемой наиболее “узким местом” в виртуальном канале в данный момент времени;
- трафиком, являющимся функцией времени;
- задержкой пакетов, определяющейся трафиком, числом маршрутизаторов, реальными физическими свойствами каналов передачи, образующими в данный момент времени виртуальный канал, задержками на обработку сигналов, возникающими в устройствах шлюзов, и др.

Для противостояния угрозам, обусловленным использованием открытых каналов связи, требуется организация многоуровневой системы защиты, включающей в себя средства защиты периметра, организации защищенных частных сетей VPN (Virtual Private Network — виртуальная частная сеть), антивирусного программного обеспечения, средства аутентификации и авторизации. При построении такой системы защиты каждый ее уровень вносит дополнительные временные задержки в передачу данных по каналам связи, увеличивает стоимость системы и может служить дополнительной точкой возникновения отказов. Поэтому следует строго выдерживать баланс между ценностью защищаемых ресурсов и прочностью создаваемой системы защиты [4].

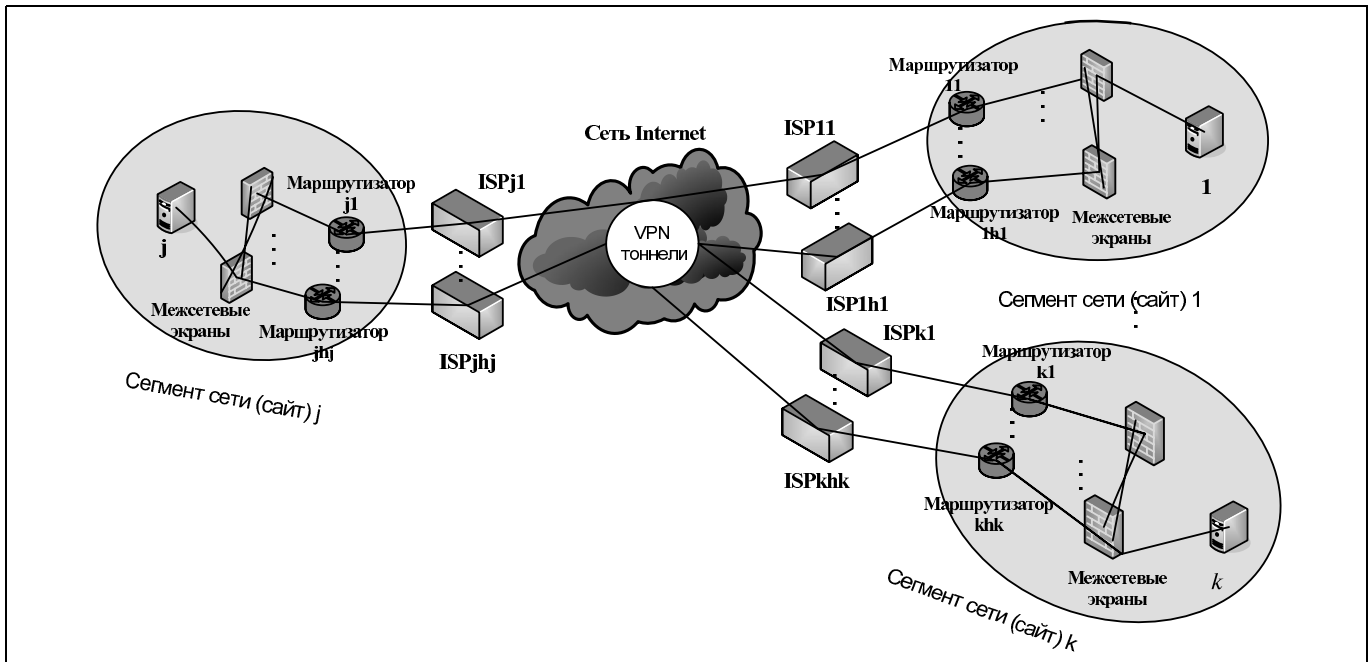
В настоящий момент существуют технологии, позволяющие при использовании сети Интернет одновременно подключиться к нескольким провайдерам и использовать данные каналы для организации VPN. При этом

одновременно организуются несколько VPN-каналов с обеспечением балансировки нагрузки между ними и бесперебойности связи между VPN-концентраторами. Таким образом, достигается надежность соединений, равная проводным каналам связи, а по некоторым параметрам превосходящая их [4].

В качестве примера рассмотрим представленную на рисунке корпоративную сеть с децентрализованным хранением резерва, построенную с использованием инфраструктуры глобальной сети Интернет. Пусть информационные запросы пользователей возникают в узле j . Резерв информационных массивов и программных модулей размещен в узлах $1, \dots, K$. Пусть каждый узел рассматриваемой сети находится в отдельном сегменте (сайте) локальной сети. Указанные сегменты (сайты) соединены через открытые каналы связи сети Интернет. Каждый сайт имеет периметровую систему защиты, состоящую из граничного маршрутизатора и межсетевое экрана. Поверх открытых каналов связи сети Интернет организованы наложенные каналы сети VPN. Система построения VPN предусматривает идентификацию и аутентификацию пользователей или хостов по сертификатам открытых ключей пользователей. Для повышения отказоустойчивости и получения более стабильных временных характеристик при использовании каналов связи сети Интернет, каждый сайт имеет h подключений к различным провайдерам Интернет с одновременной организацией VPN-каналов с обеспечением балансировки нагрузки между ними и обеспечением бесперебойности связи между VPN-концентраторами.

Рассмотрим следующие характеристики процесса резервирования:

- ρ_j — вероятность получения ответа на запрос, выданный в j -м узле сети (надежность обработки запроса);
- t_j — время получения ответа на запрос, выданный в j -м узле, при условии опроса всех K узлов с резервом;
- Z — средние непроизводительные затраты ресурсов сети на обработку поступающих запросов;
- ZP — средние затраты ресурсов сети на обработку поступающих запросов.



Пример территориальной распределенной корпоративной сети, построенной с использованием инфраструктуры глобальной сети Интернет

Пусть во всех узлах с резервом используется одинаковая стратегия резервирования. Поступающие запросы делятся на информационные запросы и запросы на модификацию. Величины ρ_j и t_j характеризуют обработку информационных запросов, а Z и ZP -обработку запросов обоих типов. Запросы на модификацию адресуются одновременно во все узлы, имеющие резерв модифицируемого программного модуля или информационного массива. Информационные запросы обрабатываются в соответствии со следующей дисциплиной обработки запросов.

Из j -го узла, в котором был выдан запрос, опрашиваются поочередно K узлов множества N_j , в которые может адресоваться запрос для обработки ($K = |N_j|$) либо до получения ответа из некоторого узла, либо до окончания опросов всех K узлов. Запрос адресуется в очередной узел множества N только в случае, если ответ на него не был получен из предыдущего узла этого множества.

Пусть $\psi_{jk} \in \{0, 1\}$ и $\psi_{jk} = 1$, если $k \in N_j$. Тогда при рассматриваемой дисциплине [2]:

$$\rho_j = 1 - \prod_{k=1}^N [1 - r_{jk} P_k(x_k) r_{kj} \psi_{jk}],$$

где $[1 - r_{jk} P_k(x_k) r_{kj} \psi_{jk}]$ — вероятность того, что из узла k не получен ответ на запрос, посланный из узла j ; $P_k(x_k)$ — вероятность успешной обработки запроса в узле k при наличии в нем резерва объемом x_k ; r_{jk} — надежность связи между j -м и k -м узлами (вероятность успешной передачи данных между j -м и k -м узлами). В случае использования рассматриваемой топологии корпоративной сети

$$r_{jk} = r_{FW}^2 r_{int} r_{VPN} \sum_{h_j=1}^H (r_{routjh_j} r_{ISPjh_j}) \sum_{h_k=1}^H (r_{routjh_k} r_{ISPjh_k}),$$

где r_{rout} — надежность граничного маршрутизатора, r_{FW} — надежность кластера межсетевых экранов, r_{VPN} — надежность системы VPN, r_{int} — надежность магистральных каналов связи сети Интернет, r_{ISP} — надежность канала связи до Интернет-сервис провайдера, H — число независимых каналов связи (число провайдеров).

Величина t_j , равная среднему времени получения ответа на запрос, выданный в узле j , при условии опроса всех K узлов множества N_j определяется по формуле:

$$t_j = 2t_3(K - \psi_{jj}) + \sum_{k=1}^N E_k(x_k) \psi_{jk},$$

где $E_k(x_k)$ — среднее время обработки запроса в узле k ; t_3 — среднее время задержки сообщений в сети; $t_3 = t_{comm} + t_{sec}$, где t_{comm} — задержка в телекоммуникационном канале передачи данных (задержки в активном сетевом оборудовании, каналах до точек присутствия Интернет-сервис провайдеров, в магистральных каналах сети Интернет); t_{sec} — задержка, обусловленная работой системы обеспечения информационной безопасности (шифрование данных, фильтрация трафика на межсетевых экранах, задержки при идентификации и аутентификации пользователей и хостов и т. д.)

Средние непроизводительные затраты $Z_{jk}(x_k)$ ресурсов сети на обработку одного запроса, посланного для обработки из j -го в k -й узел, определяются по формуле:

$$z_{jk}(x_k) = 2(1 - r_{jk}) D_{jk} + [1 - P_k(x_k)] E_k(x_k) h_k,$$

где D_{jk} — стоимость передачи запроса/ответа из узла j в узел k (предполагается, что $D_{jk} = D_{kj}$); h_k — стоимость использования ресурсов хоста k в единицу времени.

Информационный запрос из узла j адресуется для обработки в очередной узел множества N_j только в случае,



когда ответ на этот запрос не был получен из предыдущего узла этого множества. При этом запросы на модификацию резерва, выданные в этом узле, одновременно адресуются во все узлы с модифицируемым резервом. Следовательно, средние непроизводительные затраты ресурсов сети на обработку всех запросов, возникающих в сети в единицу времени

$$Z = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N \left\{ U_j \prod_{i=1}^{n(j,k)-1} [1 - r_{ji} P_{j_i}(x_{j_i}) r_{j_{ij}}] + V_{jk} \right\} Z_{jk}(x_k),$$

где $n(j, k)$ — порядковый номер узла k в множестве N_j , $j_i \in N_j$, $i = \overline{1, K}$, $y_k \in \{0, 1\}$, $y_k = 1$, если в узле k есть резерв.

Средние затраты ресурсов сети на обработку запросов рассчитывается по формуле:

$$ZP = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N \left\{ U_j \prod_{i=1}^{n(j,k)-1} [1 - r_{ji} P_{j_i}(x_{j_i}) r_{j_{ij}}] + V_{jk} \right\} ZP_{jk}(x_k),$$

где $ZP_{jk}(x_k) = 2D_{jk} + E_k(x_k)h_k$.

Аналитические выражения для других стратегий резервирования и дисциплин обработки запросов получаются аналогично. Полученные аналитические выражения могут быть использованы для решения задач оптимального по различным критериям оптимизации

резервирования информационных массивов и программных модулей в корпоративных сетях, построенных с использованием каналов глобальной сети Интернет.

В частности, могут решаться задачи оптимального резервирования по критерию минимального времени получения ответа на запрос при ограничениях на вероятность получения ответа на запрос и затраты ресурсов на обработку запросов: $t_j \rightarrow \min$ при $\rho_j \geq \bar{\rho}_j$, $ZP \leq \bar{ZP}$; минимальных затрат ресурсов сети на обработку запроса при ограничениях на надежность и время обработки запроса: $ZP \rightarrow \min$ при $\rho_j \geq \bar{\rho}_j$, $t_j \leq \bar{t}_j$ и т. д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кульба В. В., Ковалевский С. С., Шелков А. Б. Достоверность и сохранность информации в АСУ. — М.: СИНТЕГ, 2003. — 500 с.
2. Мамиконов А. Г., Кульба В. В., Шелков А. Б. Достоверность, защита и резервирование информации в АСУ. — М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Толстой А. Проблемы IP-телефонии <www.ixbt.com>.
4. Обеспечение информационной безопасности бизнеса / А. П. Курило и др. — М.: БДЦ-пресс, 2005. — 512 с.

☎ (495) 710-94-87

E-mail: paveljev-sv@rao.elektra.ru



УДК 65.012

РЕПЛАНИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ОЗИМЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В. Е. Микрин

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова, г. Москва

Сильные морозы в январе 2006 г. стали причиной вымерзания озимых посевов и плодово-ягодных культур в России, особенно в южных областях. По оценкам Министерства сельского хозяйства, пересеву подлежат около 30 % озимых, потери от морозов оцениваются в 26 млрд. руб. Проблема осложняется тем, что осень была достаточно теплой и сухой, в результате чего площади не были полностью засеяны озимыми, например, в Воронежской области пересев может составить 50 %. В то же время в некоторых областях, например в Ленинградской, потери озимых остались на прежнем уровне.

По данным главного управления аграрной политики Воронежской области, в хорошем состоянии в зиму ушли 24 % озимых, в удовлетворительном — 40 %, в неудовлетворительном — 36 %. Материальный ущерб от морозов в комитете АПК области оценили в 280 млн. руб. Однако некоторые руководители сельхозпредприятий с осени застраховали посевы, и за каждый застрахованный гектар в случае гибели посевов они получают в среднем примерно по 8 тыс. руб., затраты же на пересев такой же площади — от 1,5 до 3,5 тыс. руб. Создающуюся ситуацию можно рассматривать как чрезвычайную (ЧС).