

## **Доступ к центру обработки вызовов при наборе номера "112"**

Б.С. ГОЛЬДШТЕЙН, доктор технических наук, заведующий кафедрой СПбГУТ, А.К. ЛЕВАКОВ, кандидат технических наук, докторант, Н.А. СОКОЛОВ, доктор технических наук, профессор

Кафедра систем коммутации и распределения информации СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича занимается исследованиями процессов модернизации сетей электросвязи. Одно из актуальных направлений таких исследований – оптимальная стратегия введения доступа к единой дежурно-диспетчерской службе (ЕДДС) по номеру "112", общему для европейских стран. В этой статье обсуждаются вопросы организации доступа к центру обслуживания вызовов, который служит важнейшим элементом ЕДДС. Кроме того, центр обслуживания вызовов можно рассматривать как своего рода интерфейс, разделяющий сферы ответственности по обслуживанию вызовов в ЕДДС между операторами связи и организациями, которые занимаются решением возникающих задач.

В начале исследований по введению номера "112" большинству участников работы представлялось, что их не ожидают какие-либо "подводные камни". Изучение опыта стран Западной Европы, с которого началась наша работа, поставило несколько новых задач. Во-первых, ситуация усложнилась тем, что телефонная сеть общего пользования вступила в фазу радикальной модернизации на основе концепции NGN [1]. Во-вторых, реализацию проекта следует рассматривать еще и с точки зрения задач, которые ставятся перед операторами связи при возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС). В-третьих, следует обеспечить переход к единому номеру "112" без ухудшения качества обслуживания вызовов, поступающих в настоящее время в хорошо знакомые гражданам Российской Федерации дежурно-диспетчерские службы (ДДС) 01, 02, 03 и 04, при одновременном расширении спектра поддерживаемых услуг.

Ограниченный объем статьи не позволяет изложить все полученные результаты. Авторы решили ограничиться основными соображениями, которые, с их точки зрения, будут наиболее интересны читателям.

### **Особенности модернизации телефонной сети общего пользования**

Эволюцию эксплуатируемых в настоящее время телекоммуникационных сетей можно изучать как процесс их постепенного вхождения в состав NGN [2], в котором телефонная сеть играет главную роль. Именно на ее базе происходит формирование NGN.

Многочисленные публикации, посвященные концепции NGN, обычно содержат перечисления тех достоинств, которые присущи новой парадигме развития электросвязи. Тем не менее, идеологии NGN, как и любому новому направлению эволюции больших и сложных систем, свойственны отрицательные моменты. В частности, возникают более сложные задачи по обеспечению устойчивости функционирования сети связи общего пользования (ССОП) – одного из основных требований Федерального закона "О связи". Ситуация осложняется тем, что пока не существует нормативных документов, которые устанавливают типовые структуры сети, основанной на идеологии NGN, для всех уровней иерархии ССОП.

Способы доступа к рабочим местам операторов (РМО) в ныне действующих ДДС представлены с помощью схемы организации связи, приведенной в верхней части рис. 1. В нижней части в виде графов приведены две модели, позволяющие оценить характеристики надежности доступа к РМО, которые работают в составе ДДС, и качества обслуживания вызовов. В предложенной модели используется терминология, принятая

для городских телефонных сетей. Но рассматриваемые вопросы, как и методы решения возникающих задач, идентичны и для сельских телефонных сетей.

Телефонный аппарат (ТА) абонента присоединяется к ССОП через интерфейс пользователь-сеть (ИПС). Этот интерфейс удобно рассматривать как точку, с которой начинается сфера ответственности оператора связи. Для графов, приведенных в нижней части рис. 1, ИПС соответствует вершине  $v_1$ . В некоторых случаях соединение будет устанавливаться через учрежденческую автоматическую телефонную станцию (УАТС) – вершина графа под номером  $v_2$ .

Далее обслуживание вызова осуществляет районная автоматическая телефонная станция (РАТС). Ей соответствует вершина графа  $v_3$ . Каждая РАТС связана с узлом специальных служб (УСС), которому соответствует вершина графа  $v_4$ . Иногда оборудование УСС для повышения надежности и живучести сети разносится на две площадки. Такая возможность изображена в верхней части рис. 1 в виде двух элементов, соединенных между собой пунктирной линией. Другие пунктирные линии, исходящие из УСС и входящие в него, отображают резервные пучки соединительных линий, который создаются за счет применения кольцевых топологий транспортной (первичной) сети. Если для УСС задействована вторая площадка, то граф, отображающий структуру сети, будет содержать вершины  $v_5$  и  $v_6$ . Такая возможность показана для второго графа – левый нижний фрагмент модели.

Сфера ответственности оператора связи заканчивается в точке, которая может входить в состав аппаратно-программных средств центра обслуживания вызовов. Тем не менее, целесообразно считать, что эта точка расположена на выходе оборудования центра обслуживания вызовов – в местах подключения РМО. Тогда центру обслуживания вызовов будет соответствовать вершина графа  $v_7$ .

Для доступа к РМО абонент может воспользоваться и мобильным телефоном. С точки зрения модели в виде графа такую возможность следует учитывать введением вершины  $v_8$ . Она служит моделью всех элементов сети связи с подвижными объектами, которые задействованы для доступа к УСС. Ребра графа, проходящие через вершину  $v_8$ , изображены штрихпунктирными линиями. Дальнейший анализ можно проводить для второго графа. Очевидно, что первый граф может быть получен из второго при следующем условии: коэффициент готовности вершины  $v_8$  равен нулю. В этом случае можно считать, что все ребра, инцидентные данной вершине, также имеют нулевой коэффициент готовности.

Результаты анализа характеристик надежности для доступа к РМО приведены в [3] и [4]. Они полезны также для исследования характеристик надежности при переходе к NGN и реализации ЕДДС. Данное утверждение обусловлено тем, что при замене УАТС, РАТС и УСС оборудованием NGN модели доступа в ЕДДС будут представлены графами, очень похожими на структуры, которые показаны в нижней части рис. 1. Дальнейший анализ можно проводить при помощи второго графа.

С другой стороны, использование в составе NGN контроллеров транспортных шлюзов, более известных по названию SoftSwitch [5], меняет рассматриваемую модель с точки зрения надежности системы управления ССОП. Способы доступа к РМО в составе ЕДДС можно представить при помощи схемы организации связи, расположенной в верхней части рис. 2. Внизу в виде графа показана модель, позволяющая оценить характеристики надежности доступа.

Предполагается, что между шлюзом доступа и центром обработки вызовов в сети располагается два маршрутизатора. В каждом субъекте Федерации будет установлено, как минимум, два коммутатора SoftSwitch. Это позволяет рассматривать модель с одной новой вершиной графа  $v_9$ , обладающей очень высокой надежностью. Она будет связана с

вершиной и двумя ребрами. Наличие двух ребер подчеркивает тот факт, что приняты меры для обеспечения высокой надежности подключения оборудования SoftSwitch ко всем другим элементам сети NGN. Размещение вершины в начале маршрута не противоречит модели сети NGN, которая используется для исследования характеристик надежности.

Схемы организации связи, приведенные на рис. 1 и 2, хорошо иллюстрируют два состояния ССОП – использование только технологии "коммутация каналов" и завершение процесса перехода к NGN, когда применяется только технология "коммутация пакетов". Естественно, переход к NGN будет длительным процессом. По этой причине интересны типовые схемы организации связи на переходный период. Разработка схем такого рода – предмет отдельной публикации.

Если рассматривать особенности модернизации телефонной сети при переходе к NGN при помощи предложенных моделей в виде графов, то несложно сформулировать две задачи. Первая задача заключается в оценке надежности доступа к РМО ЕДДС. Решать эту задачу необходимо для периода действия ЧС, что можно считать "наихудшим случаем" с точки зрения выполнения всех требований к ЕДДС. Вторая задача – оценка качества обслуживания вызовов, поступающих в ЕДДС. Решение этой задачи следует осуществлять для всех видов вызовов, т. е. обращения абонентов к РМО посредством телефонного соединения (через сети фиксированной и мобильной связи), отправки SMS, выхода по сети Интернет или иным способом.

### Работа ЕДДС при возникновении чрезвычайных ситуаций

При возникновении ЧС часть элементов сети может стать неработоспособной. С точки зрения моделей, показанных в нижней части рис. 1 и рис. 2, необходимо перейти к случайным графам [6]. Это означает, что количество вершин и ребер графа, степень каждой вершин [6] и вес каждого ребра графа следует рассматривать как случайные величины. В [4] показано, что в условиях ЧС заметное повышение надежности ССОП при ее построении на основе NGN-решений достигается применением интеллектуального шлюза.

Данное утверждение можно продемонстрировать при помощи модели, которая приведена на рис. 3. Интеллектуальный шлюз здесь соответствует вершине  $v$ . Такой подход представляется оправданным, так как интеллектуальный шлюз выполняет, среди прочих, основные функции по обслуживанию трафика в случае невозможности связи с обоими коммутаторами SoftSwitch.

Предположим далее, что вероятность нахождения вершины графа  $v$  в состоянии работоспособности равна  $q$ . Для ребер графа между вершинами  $v$  и  $u$ , а также  $v$  и  $w$  эта вероятность равна  $p$ . Как правило,  $q > p$ . Пусть  $A_{IG}$  – коэффициент готовности сети без использования интеллектуального шлюза. Тогда коэффициент готовности сети после установки интеллектуального шлюза  $A_{IG}^*$  можно оценить очевидным соотношением:

$$A_{IG}^* = 1 - (1 - A) \times (1 - qp^2).$$

Из этой формулы легко определить требования к максимальной вероятности нахождения линии связи для интеллектуального шлюза в состоянии работоспособности. Эту величину можно рассматривать как вероятность сохранения связности сети [7]. С этой целью предположим, что  $q = p$ . Если задана норма на коэффициент готовности  $A_{IG}^*$ , то вероятность  $q$  определяется следующим образом:

$$p = \sqrt[3]{1 - \frac{1 - A_{IG}}{1 - A}}$$

Для получения численной оценки рассмотрим ситуацию, когда коэффициент готовности  $A = 0,999$ , а желаемый уровень этой величины определяется так называемым правилом "пять девяток" [2], то есть  $A_{IG} = 0,99999$ . В этом случае необходимо соблюдать условие  $p \geq 0,9967$ , что обеспечивается использованием обычных средств электросвязи. Подобные оценки подтверждают целесообразность использования интеллектуальных шлюзов для надежной работы ЕДДС даже в период возникновения ЧС.

Данный подход позволит эффективно выполнить все требования к надежности и живучести ЕДДС, которые связаны с реализацией распоряжения Правительства РФ от 25 августа 2008 г. № 1240-р "О Концепции создания системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб через единый номер 112 на базе единых дежурно-диспетчерских служб муниципальных образований" и Указа Президента РФ от 28 декабря 2010 г. № 1632 "О совершенствовании системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб на территории РФ".

### **Аспекты качества обслуживания вызовов**

Для доступа к ЕДДС задаются показатели качества обслуживания, отличающиеся от норм, принятых для обычного трафика. В первую очередь, речь идет о показателях, которые касаются вероятности отказа в обслуживании. Для ССОП при использовании технологии "коммутация каналов" вероятность потери вызовов, направляемых в ДДС, от ИПС до выхода УСС была нормирована на уровне 0,001. Правда, даже столь низкая вероятность отказа в обслуживании не гарантировала, что вызов будет своевременно обслужен в ДДС. По этой причине необходимо координировать процессы обслуживания вызовов, направляемых в ЕДДС, как в ССОП, так и в системе обработки поступающей информации.

Задачам расчета оптимального количества РМО, повышения эффективности обслуживания вызовов и другим актуальным проблемам функционирования ДДС и ЕДДС были посвящены диссертационные исследования, выполненные аспирантами кафедры систем коммутации и распределения информации [8]. В настоящее время появился ряд новых сложных задач в этой области. Характерный пример задач такого рода – выбор оптимальной стратегии функционирования ЕДДС в условиях резкого роста трафика, что, как правило, происходит в период действия ЧС.

Обеспечение максимально достижимых – на период действия ЧС – показателей качества обслуживания может быть обеспечено интеллектуальным шлюзом. С этой целью интеллектуальный шлюз может ввести фильтрацию поступающих IP-пакетов для того, чтобы снизить суммарную нагрузку в сети, а также обеспечить устойчивую работу центра обслуживания вызовов ЕДДС.

По всей видимости, для IP-пакетов, направляемых в центр обслуживания вызовов ЕДДС, следует установить нормы, перечень которых содержится в Рекомендации МСЭ-Т Y.1541. Это значит, что необходимо нормировать четыре показателя между ИПС и РМО:

- среднее время задержки IP-пакетов;
- джиттер задержки IP-пакетов;
- вероятность потери IP-пакетов;
- вероятность искажения IP-пакетов.

Далее эти нормы должны быть разделены между ССОП и системой обработки поступающей информации на основании методики, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т Y.1542. В этом случае можно ввести эффективные механизмы управления трафиком в ССОП и ресурсами ЕДДС для максимизации доли успешно обслуженных вызовов.

### Выводы и направления дальнейших исследований

Модернизация ССОП на основе концепции NGN требует тщательной разработки ряда системных решений. Одним из таких решений следует считать принципы доступа пользователей ССОП в ЕДДС. Особо важным вопросом становится функционирование ЕДДС в период действия ЧС.

Использование интеллектуальных шлюзов можно считать весьма эффективным средством повышения надежности и живучести ССОП в целом и максимизации доли успешно обслуженных вызовов в ЕДДС в частности. Одна из важных функций, которую способен выполнить интеллектуальный шлюз, – фильтрация трафика, представленного в виде IP-пакетов.

Дальнейшие исследования рассматриваемых вопросов кафедры систем коммутации и распределения информации предполагает проводить в двух направлениях. Во-первых, необходимо разработать научно обоснованные принципы выбора типовых структур сетей NGN с учетом требований ЕДДС, включая ее функционирование при возникновении чрезвычайных ситуаций. Во-вторых, следует провести тщательное исследование условий работы сетей NGN, включая, естественно, аспекты функционирования ЕДДС, при резком росте трафика. Полученные результаты помогут оптимально выбрать пути перехода к NGN с учетом требований инфокоммуникационной системы в целом.

### Литература

1. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации. – М.: Эко-Трендз, 2008.
2. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи. – СПб.: БХВ, 2010.
3. Звягинцев М.В., Леваков А.К., Соколов Н.А. Варианты повышения надежности сетей доступа. – Вестник связи, №7, 2011.
4. Леваков А.К. Обеспечение устойчивости функционирования ССОП за счет использования интеллектуальных шлюзов. – Вестник связи, №9, 2011.
5. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. Softswitch. – СПб.: БХВ, 2006.
6. Попков В.К. Математические модели связности. – Новосибирск, Издательство ИВМиМГ СО РАН, 2006.
7. Леваков А.К. Исследование и разработка структур региональных сетей документальной электросвязи для условий чрезвычайных ситуаций. – Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.: МТУСИ, 2005.

Подрисуночные подписи:

Рис. 1. Модель доступа абонентов телефонной сети к РМО действующих ДДС

Рис. 2. Модель доступа абонентов сети NGN к РМО создаваемой ЕДДС

Рис. 3. Повышение надежности доступа к ЕДДС за счет установки интеллектуальных шлюзов