

## Построение распределенной системы управления дополнительными услугами интеллектуальной сети связи

**Вексельман М.И.**

*Институт проблем передачи информации, Российская академия наук, Москва, Россия*  
*e-mail: vekselman@gmail.com*

Поступила в редколлегию 29.06.2005

**Аннотация**—Рассматривается метод распределенного управления дополнительными услугами в интеллектуальных сетях. Для данного метода с помощью имитационного моделирования рассматривается поиск оптимального числа центров управления сервисами. Также рассматривается задача разбиения множества абонентов сети на непересекающиеся подмножества по критерию уменьшения времени выполнения дополнительных услуг.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В последнее время абонентов телефонной сети общего пользования все больше начинают интересоваться не только установление разговорного канала между двумя абонентами, но и услуги связанные с использованием внешних, в первую очередь информационных ресурсов и вычислительных мощностей. Число таких услуг стремительно растет. Причем характерной особенностью дополнительных услуг (ДУ), что они должны легко создаваться, модифицироваться, изменяться в зависимости от требования абонентов. С этой целью была разработана концепция интеллектуальных сетей, которая подразумевает отделение функций управления ДУ от функций коммутации [1]. Для создания новых и модификации существующих ДУ предусматривается широкое использование элементов искусственного интеллекта в виде экспертных систем, синтезаторов речи и т.д. Следует отметить, что основные принципы, положенные в основу архитектуры ИС, предполагается использовать и при построении сетей следующего поколения (NGN). Развитием концепции NGN является архитектура IP Multimedia Subsystem (IMS), обеспечивающая конвергенцию проводных и беспроводных сетей на базе протоколов IP и MPLS.

Взаимодействие между функциональными объектами ИС осуществляется по специальному протоколу системы сигнализации № 7 – протоколу INAP (Intelligent Network Application Part). Внедрение новых ДУ или увеличение спроса на существующие ДУ приводит к увеличению нагрузки на систему сигнализации, что в свою очередь оказывает значительное влияние на качество обслуживания абонентов ИС. В связи с этим для решения проблем перегрузок в сети сигнализации, в данной статье предлагается использование метода распределенного управления дополнительными услугами в интеллектуальных сетях.

### 2. АРХИТЕКТУРА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СЕТИ

Построение ИС предполагает установку следующих программно-аппаратных модулей (рис. 1):

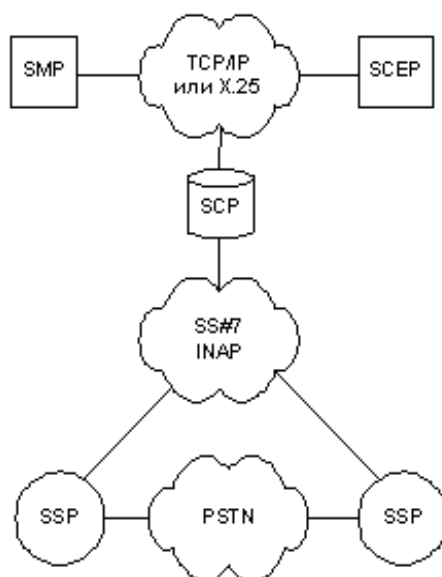


Рис. 1. Архитектура ИС

Точка коммутации сервиса (Service Switching Point – SSP). Кроме обеспечения пользователям доступа в телефонную сеть и выполнения любых необходимых для коммутации функций, SSP обеспечивает доступ к интеллектуальной сети. Для чего в программное обеспечение SSP входит специальный модуль позволяющий распознать вызов, требующий специального обслуживания.

Центр управления сервисом (Service Control Point – SCP), содержащий интерпретатор вида сервиса (Service Logic Interpreter – SLI), Сетевую информационную базу данных (Network Information Database - NID), модуль управления сетевыми ресурсами (Network Capabilities Manager – NCM). SCP включает в себя вычислительные ресурсы обеспечивающие формирование сервисной логической программы (Service Logic Programs – SLP), необходимой для выполнения услуги, используя необходимые протоколы взаимодействия с системой сигнализации, логические средства и базы данных. SCP является одним из основных элементов ИС, обеспечивающих централизованное управление видами сервиса.

Система эксплуатационного управления и среда создания услуг (Service management point/Service creation environment point – SMP/SCEP) предоставляют оператору возможности контроля и управления параметрами и конфигурацией услуг ИС. Среда создания услуг содержит средства конструирования, модификации и тестирования услуг до начала коммерческой эксплуатации и средства загрузки соответствующих программ в SMP. SMP обеспечивает эксплуатационное управление действующими услугами.

Интеллектуальная периферия (Intelligent Peripheral – IP). IP содержит средства, делающие услуги сети удобными для пользователей, например: запись речи пользователя, устройство распознавания речи, синтезатор речи.

Протокол INAP является протоколом верхнего уровня в системе сигнализации ОКМ<sup>7</sup> и обеспечивает взаимодействие между двумя основными объектами телефонной сети, построенной по принципам Интеллектуальной сети, а именно между узлом коммутации SSP и узлом управления услугами SCP [2, 3].

Система обмена данными между SSP и SCP рассматривается как одноканальная система массового обслуживания (СМО) с бесконечной очередью. Допускаем, что поступающие заявки

образуют пуассоновский поток с интенсивностью  $\lambda$ , а время обслуживания заявки подчинено экспоненциальному распределению с интенсивностью обслуживания  $\mu_{SCP}$ . Таким образом, мы получаем СМО М/М/1/∞.

Среднее время ожидания начала выполнения ДУ будет равно

$$T_{ож} = \frac{P_v^{II}(\rho)}{\mu_{SCP}(v - \rho)};$$

где  $v$  - число каналов СМО,  $P_v^{II}(\rho)$  — формула Эрланга второго рода для систем с ожиданием.

Для одноканальной системы

$$T_{ож} = \frac{\rho}{\mu_{SCP} - \lambda} = \frac{\lambda}{\mu_{SCP}(\mu_{SCP} - \lambda)};$$

Запросы на услуги поступают с разных SSP по каналам с определенной пропускной способностью. Т.к. сигнальные единицы в SS# 7 могут иметь переменную длину, вводится параметр  $\mu$ , который характеризует задержки, связанные с обработкой сообщений на каналах связи, имеющих определенную пропускную способность. Предположим, что пропускные способности всех каналов системы сигнализации от SSP до SCP одинаковы.

Тогда время ожидания начала выполнения дополнительной услуги в ИС будет равно

$$T_{ож} = \frac{n\lambda}{(\mu_{SCP} + n\mu_k)(\mu_{SCP} + n\mu_k - n\lambda)};$$

где  $n$  – число SSP.

Очевидно, что при использовании централизованной системы управления ДУ сигнальная информация тяготеет к одному SCP, что может привести к перегрузке системы сигнализации (вокруг этого узла) при увеличении интенсивности заявок на ДУ или введению новых ДУ. В связи с этим для распределения нагрузки на все сетевые и вычислительные ресурсы системы сигнализации предлагается использовать метод распределенного управления ДУ. Для более детального исследования интеллектуальной сети использовался метод имитационного моделирования.

### 3. ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСЛУГАМИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СЕТИ

Если рассмотреть сеть системы сигнализации (рис. 2), то она будет представлять полносвязный граф из  $n$  узлов SSP ( $SSP_1, SSP_2, \dots, SSP_n$ ),  $m$  транзитных узлов STP ( $STP_1, STP_2, \dots, STP_m$ ) и  $k$  узлов SCP ( $SCP_1, SCP_2, \dots, SCP_k$ ).

Все множество пользователей сети разбивается на подмножества в соответствии с областями действия центров управления услугами – SCP. Таким образом, вся сеть разбивается на некоторое число зон  $k$ , равное числу SCP на сети  $\{SCP_1, SCP_2, \dots, SCP_k\}$ . При этом сигнальные сообщения, поступающие от SSP данной зоны, тяготеют к “своему” SCP.

В этом случае, выбор числа SCP является основным этапом проектирования распределенной системы управления ДУ. Параллельно с этой задачей возникает задача разбиения множества пользователей сети на непересекающиеся подмножества по критерию уменьшения времени выполнения ДУ так, чтобы нагрузка равномерно распределялась между SCP.

Рассмотрим поиск оптимального числа SCP, по критерия уменьшения времени начала выполнения ДУ. Для примера рассмотрим сеть представленную на рис. 2.

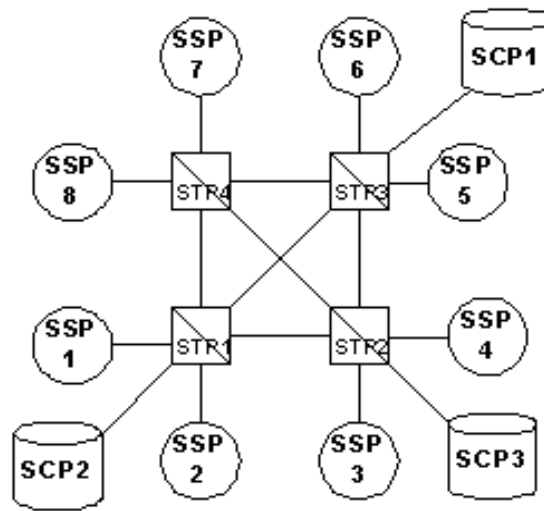


Рис.2. Пример распределенной ИС

В таблицах 1 и 2 представлено распределение SSP по зонам действия SCP.

Таблица 1. Распределение SSP по зонам при  $k=2$ 

Зона 1	SCP1	SSP5, SSP6, SSP7, SSP8
Зона 2	SCP2	SSP1, SSP2, SSP3, SSP4

Таблица 2. Распределение SSP по зонам при  $k=3$ 

Зона 1	SCP1	SSP5, SSP6, SSP7
Зона 2	SCP2	SSP1, SSP2, SSP8
Зона 3	SCP3	SSP3, SSP4

На рис. 3 представлен график с результатами моделирования централизованной ИС и распределенной ИС с двумя SCP и с тремя SCP.

В рассмотренном примере, при введении второго SCP, время ожидания услуг уменьшается на 56,6% , если интенсивность поступления заявок на ДУ  $\lambda = 0,14$ , на 60,5% - при  $\lambda = 0,18$ . Следует отметить, что введение третьего SCP уже незначительно повышает эффективность сети, и поэтому его использование на данной сети не выгодно. При интенсивности поступления заявок на ДУ  $\lambda = 0,18$  время начала выполнения услуг уменьшается на 71% по сравнению с централизованной системой управления ДУ. И хотя это существенно улучшает качество обслуживания абонентов, введение третьего SCP вряд ли целесообразно, т.к. при той же интенсивности в схеме с двумя SCP получаются такие же приемлемые результаты. Моделирование также показало, что другие параметры сети (загрузка сигнальных каналов, средние очереди в буферах сигнальных элементов) не изменились качественным образом при переходе на ИС с тремя SCP по сравнению с ИС с двумя SCP, в отличие от перехода от централизованной системы управления ДУ к распределенной.

Для данного примера решим задачу оптимального разбиения множества пользователей сети на непересекающиеся подмножества по критерию уменьшения времени выполнения ДУ.

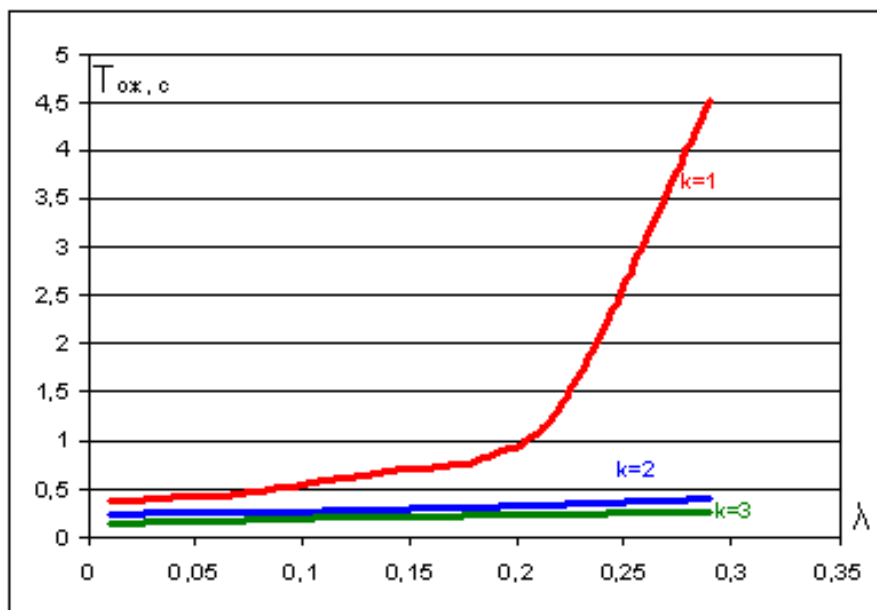


Рис. 3. Зависимость времени ожидания ДУ от количества SCP (к-число SCP)

Проектирование и разбиение сети на зоны зависит от очень многих факторов, например от числа абонентов в зонах, от услуг которые наиболее активно используются в различных зонах, от вычислительных мощностей SCP, от интенсивности обращения на ДУ в каждой зоне и т.п.

Используя априорную информацию интенсивности поступления запросов на ДУ от разных SSP (таблица 3), распределим ИС по зонам как показано в таблице 4.

Таблица 3.

λ SSP1	λ SSP2	λ SSP3	λ SSP4	λ SSP5	λ SSP6	λ SSP7	λ SSP8
0,1	0,1	0,3	0,29	0,4	0,3	0,2	0,2

Таблица 4.

Зона 1	SCP1	SSP3, SSP4, SSP5, SSP6
Зона 2	SCP2	SSP1, SSP2, SSP8, SSP7

После проведения моделирования получили среднее время ожидания по зонам:

$$T_{ож1} = 0,29с$$

$$T_{ож2} = 0,23с$$

Моделирование показало, что 51,71% времени SCP1 обрабатывал поступающие транзакции. А SCP2 был загружен всего на 24,29%. Доля загрузки (в процентах) каждого SCP от различных SSP представлена на диаграммах (рис 4 и рис. 5.). Загрузка канала между SCP1 и STP3 была более 50%, что не допускается нормами на SSN<sup>№7</sup>. А загрузка канала между SCP2 и STP1 всего 21%.

Из данного примера видно, что первая зона перегружена, а вычислительные мощности центра управления услугами второй зоны расходуются неэффективно. Для распределения на-

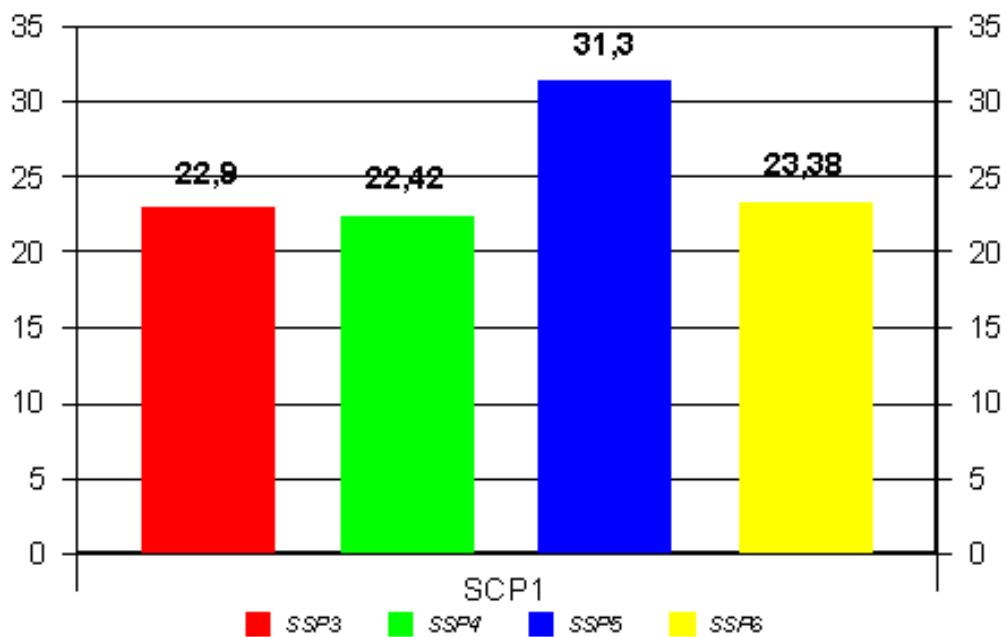


Рис.4. Диаграмма распределения поступающей нагрузки на SCP1

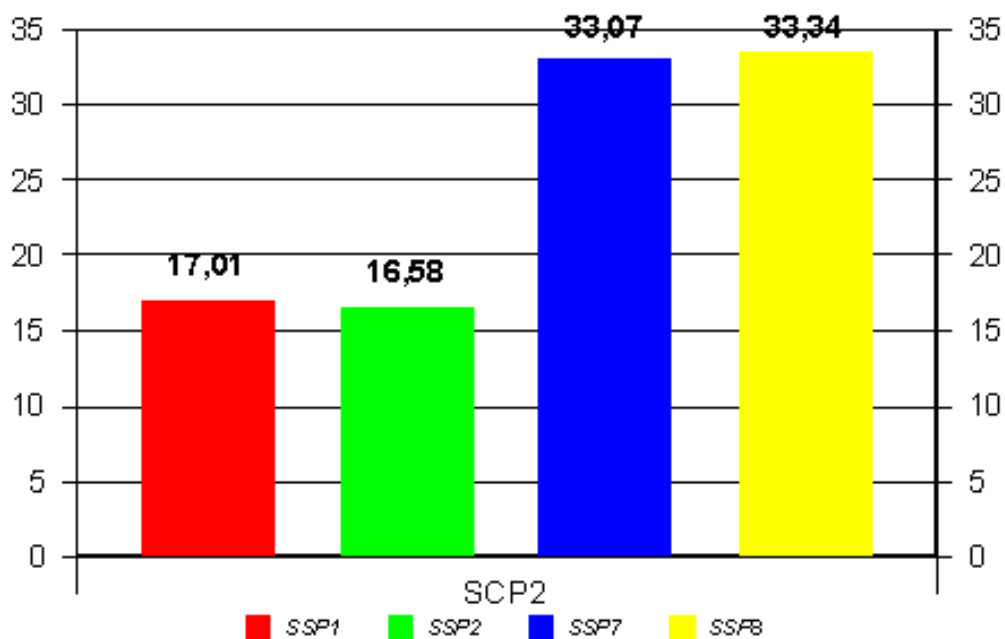


Рис.5. Диаграмма распределения поступающей нагрузки на SCP2

грузки на сети сигнализации и эффективного использования центров управления услугами изменим распределение на зоны (табл. 5).

Зона 1	SCP1	SSP5, SSP6, SSP7, SSP8
Зона 2	SCP2	SSP1, SSP2, SSP3, SSP4

### 3.1. Таблица.5

Полученные результаты моделирования при данном распределении SSP по зонам оказались лучше, чем в предыдущем варианте:

Тож1=0,24с

Тож2=0,214с

Оптимальное разбиение на зоны позволило уменьшить время выполнения ДУ на 12,7% .

## 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение метода распределенного управления дополнительными услугами интеллектуальной сети обеспечивает увеличение ее производительности за счет эффективности использования ресурсов системы сигнализации.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Использование распределенного метода позволяет повысить качество обслуживания абонентов, запрашивающих дополнительные услуги.

Одной из задач при построении ИС является определение оптимального числа центров управления услугами – SCP. Это дает возможность не ухудшая качество выполнения ДУ выбрать необходимое число SCP.

Оптимальное разбиение сети на зоны позволяет более эффективно использовать вычислительные и связевые ресурсы сети управления и тем самым сократить время обслуживания на выполнение ДУ.

## Литература

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарев В.Г. Интеллектуальные цифровые сети. Сети, М.: Финансы и статистика, 1996
2. Гольдштейн Б.С. , Ехриель И.М., Рерле Р.Д. Интеллектуальные сети. М.: Радио и связь, 2000
3. Гольдштейн Б.С. Сигнализация в сетях связи. Том 1. М.: Радио и связь 1998
4. Лазарев В.Г., Пийль Е.И. Интеллектуализация телекоммуникационных сетей // Технологии и средства связи , 1998, №6, с. 28-33
5. Лихтциндер Б.Я. Кузякин М.А. Росляков А.В. Фомичев С.М. Интеллектуальные сети связи. М.: Эко-Трендз 2000
6. Вексельман М.И. Анализ нагрузки на систему сигнализации в интеллектуальных сетях // Труды VII Международной конференции “Информационные сети, системы и технологии” ICINASTE-2001, Минск, БГЭУ, том 2, с. 56-59.
7. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978
8. Лазарев Ю.В. Методы анализа систем связи с учетом особенностей структуры коммутационной техники социалистических стран. Учебное пособие. М.: ВЗЭИС, 1987