Статья в журнале Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации РАН "Информационные технологии и вычислительные системы" N° 3.
М.: ИВВС РАН, 1996. — С. 43–52.

Ю.Г. Евтушенко, М.А. Копытов, М.В. Кулагин, Г.М. Михайлов, Ю.П. Рогов

Локальная сеть Вычислительного центра РАН и INTERNET.

В настоящее время глобальные информационные сети, объединяющие практически все мировые информационно-телекоммуникационные структуры и сообщества различных стран и континентов, стали важнейшей вехой общечеловеческого развития.

В мире существует несколько типов глобальных сетей. Каждый тип характеризуется прежде всего своей многоуровневой архитектурой и набором протоколов, регламентирующих в виде соглашений и правил весь набор сетевых спецификаций и операций.

В 80-х годах был принят главный стандарт для глобальных сетей передачи данных. Международная организация по стандартизации (International Standard Organization — ISO) утвердила в качестве стандарта так называемую семиуровневую модель для взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection — OSI).

Однако еще до принятия стандарта ISO–OSI большую популярность в мире получила сеть пятиуровневой архитектуры, которая со временем получила название INTERNET по имени своего стержневого протокола 3-го уровня (Internet Protocol — IP). INTERNET и в наши дни остается самой распространенной глобальной сетью в мире.

Основными протоколами сети INTERNET являются: транспортный (Transmission Control Protocol — TCP) и уже названный протокол IP. Часто архитектуру INTERNET называют по имени этих двух протоколов архитектурой TCP/IP. С помощью этих протоколов можно объединять не только локальные, региональные сети TCP/IP-архитектуры, но и сети других архитектур. Поэтому INTERNET — это глобальное сообщество мировых компьютерных сетей, сеть сетей. Своей популярностью INTERNET обязана достаточно развитому и постоянно развивающемуся прикладному уровню, на котором функционируют разнообразные прикладные системы и программные оболочки (E-MAIL, FTP, TELNET, GOPHER, WWW и т.д.).

Протоколы INTERNET встроены практически во все современные программные среды (UNIX, MS DOS, Windows, OSF и т.д.), и многие фирмы поставляют их вместе с дистрибутивами основного системного программного обеспечения. В совокупности с ОС UNIX протоколы TCP/IP стали основой для развертывания современных гетерогенных систем.

В данной статье мы не ставим своей задачей дать подробный анализ архитектуры INTERNET. Отсылаем читателя для знакомства с этими вопросами к многочисленной литературе. Сейчас существует достаточное количество популярных и специальных изданий, которые описывают средства использования INTERNET и ее архитектуру. А наиболее полные описания по INTERNET можно всегда найти через соответствующие средства самой INTERNET в документах RFC (Request For Comments).

В контексте данной статьи представляется важным кратко отметить следующие этапы развития INTERNET.

Начало 70-х годов. Министерство обороны США разработало экспериментальную компьютерную сеть под названием ARPA (Advanced Research Projects Agency).

1982 год. Приняты два основополагающих протокола обмена данными в сети: "Transmission Control Protocol" (TCP) и "Internet Protocol" (IP).

1986 год. Становление INTERNET на территории США. На основе протоколов TCP/IP Национальный научный фонд США (National Science Foundation — NSF) развернул новую сеть, первоначально объединяющую несколько суперкомпьютерных центров с целью обеспечения комфортного доступа к вычислительным мощностям. Успех использования сети превзошел ожидания. Стали очевидными широчайшие информационные возможности при использовании сети. Вскоре сеть NSF получила свое сегодняшнее название — INTERNET. К этому времени следует отнести образование первых шести доменов Сети: gov, mil, edu, com, org, net. Классификация перечисленных здесь доменов, очевидно, читателям известна.

1989 год. INTERNET получает достаточно широкое распространение в Европе, и для координации работ по INTERNET в Европе создается специальный координационный орган (подробнее об этом ниже).

1993 год. Группа экспертов подготовила для Европейского Союза (ЕС) материал "Европа и Глобальное информационное сообщество", где INTERNET рекомендована как база общения мирового человеческого сообщества и интеллектуального развития.

И, наконец, для стран СНГ и прежде всего для развития INTERNET в России:

1994 год. Семинар, организованный Министерством науки и технической политики РФ по INTERNET, где официально представлены IP-сети, образованные на территории Российской Федерации, в числе которых Relcom (коммерческая сеть), Sovam Teleport (коммерческая сеть), FreeNet (некоммерческая сеть для научных исследований), RADIO-MSU (некоммерческая сеть научных исследований и ядерных центров), RUNet (некоммерческая сеть российских университетов) и, наконец, малоизвестная, практически американская частная сеть GLASNET для банковских структур РФ.

1994 год можно считать началом стремительного процесса использования INTERNET в научных организациях России. Отметим также следующие важнейшие мероприятия, которые были приняты на государственном уровне Российской Федерации в период 1990–1995 годы. В первую очередь следует отметить создание Международного Научного Фонда — МНФ (Фонд Сороса) для поддержки фундаментальных научных исследований в России, при содействии которого, в частности, по Московскому региону проложена Оптоволоконная Опорная Сеть "Север-Юг", а также проведены аналогичные работы в научных центрах Сибири и Уральского региона.

В 1995 году правительством РФ принята Федеральная Программа "Создание национальной сети компьютерных коммуникаций для науки и высшей школы", которая дала возможность разработать стратегию создания и развития совершенно новой инфраструктуры в информационном пространстве Российской Федерации на единых стандартах открытых систем. Следует подчеркнуть, что принятие этой Программы, на реализацию которой заложены значительные федеральные бюджетные средства, стало исключительно важным этапом в осуществлении прорыва в сеть INTERNET прежде всего академических институтов и высших учебных заведений, которые в большинстве своем не имели финансовых средств для осуществления выхода в Сеть. Координацию и непосредственное финансирование в части институтов РАН и высших учебных заведений осуществляет Российский Фонд Фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках указанной выше Федеральной Программы РФ.

Очевидно, 1996 год станет пиком развития INTERNET в России.

Закончим наш краткий обзор INTERNET описанием основных организационных структур INTERNET.

Организационная структура INTERNET достаточно своеобразна. Первоначально, еще во времена сети NSF, было продекларировано некоммерческое использование INTERNET. Это совсем не значит, что через INTERNET нельзя выходить в коммерческие сети или что коммерческие сети не могут использовать TCP/IP-архитектуру. Коммерческие сети органично существуют в общем INTERNET как региональные сети, предоставляющие собственный сервис в виде линий связи — коннективности информационных услуг. У коммерческих региональных сетей имеется договоренность с INTERNET по вопросам регистрации IP-адресов и о политике маршрутизации, которая организуется таким образом, чтобы трафик коммерческих и некоммерческих сетей не смешивался.

В INTERNET нет общих централизованных финансовых расчетов за сетевые услуги. Каждый владелец локальной сети решает эти вопросы непосредственно со своим сетевым оператором.

Сетевые операторы подразделяются на поставщиков сервиса (Service Provider — SP) и клиентов (customers). SP — это такой сетевой оператор, сеть которого используется для предоставления какого-либо сетевого сервиса другим организациям — своим клиентам. Под предоставляемым сервисом понимаются самые различные услуги: от предоставления физической возможности выхода в INTERNET (коннективность) до самых разнообразных функций верхнего прикладного уровня (E-MAIL, FTP, TELNET, WWW, NEWS и т.д.).

В действительности граница между "SP" и "customers" не такая четкая. Многие клиенты для других организаций в свою очередь являются SP по другим функциям. Даже SP, предоставляющий коннективность своим клиентам, может быть клиентом у другого SP, поскольку, например, покупает у него коннективность на зарубежные узлы сети.

Очень распространенным является бесплатное предоставление сервиса INTERNET. На самом деле в этом случае оплата производится централизованно государством, спонсором, ассоциацией или фондом. Часто эти субъекты на свои средства сами создают и содержат специальных сетевых операторов. Возможны случаи смешанной оплаты сетевого сервиса — за линии связи и соответствующее оборудование платит организация-пользователь, а услуги оплачиваются вышеназванными субъектами. Примерно по такой схеме организуется работа с INTERNET в научных, исследовательских и учебных организациях России.

Итак, в INTERNET нет надобности в центральном финансовом органе. В INTERNET нет практически жесткого центрального администрирования. Функции администрирования исполняются распределенно, на местах. Очень важной является фигура местного сетевого администратора. Надежная работа INTERNET в значительной степени зависит от квалификации и качества работы сетевых администраторов на местах, которые работают в тесном контакте друг с другом, постоянно в случае необходимости обмениваясь служебной информацией через EMAIL (электронную почту). Особенно актуальными в настоящее время являются корпоративные действия сетевых администраторов в борьбе с всякого рода нарушителями и "взломщиками", поскольку "взлом" частной локальной сети может существенно отразиться на надежной работе INTERNET в целом.

Сетевых администраторов можно, таким образом, считать представителями организационных структур INTERNET на местах.

В то же время имеется по крайней мере 3 задачи организационного плана, которые необходимо решать "сверху":

- изучение и обобщение информации по техническим проблемам в результате использования INTERNET, выработка новых методик и стандартов;
- регистрация узлов, локальных и региональных сетей (раздача IP-адресов, имен доменов);

- рассмотрение жалоб и применение санкций к участникам INTERNET, нарушающим общие правила работы в INTERNET.

Для решения прежде всего этих задач существуют центральные административные органы INTERNET.

Центральный орган INTERNET называется IAB (INTERNET Activities Board). Он состоит из 2-х подкомитетов: IRTF (INTERNET Research Task Forse) и IETF (Internet Engineering Task Forse).

IRTF — это общественная исследовательская организация, собирающая разнообразную информацию на базе опыта эксплуатации INTERNET, проводит исследования и разработки, направленные на повышение эффективности и комфортности работы в INTERNET.

IETF занимается оформлением различных материалов по INTERNET (в том числе стандартов) в виде документов RFC (Request For Comments). Этих документов несколько тысяч. Они хранятся в специальных базах. Доступ к ним имеет каждый пользователь через средства самой сети (например, FTP или WWW). Базы данных, где хранятся документы RFC, постоянно пополняются и обновляются. Если создаются новые проекты, протоколы или правила регистрации, то IETF через сеть может устроить обсуждение проектов (draft-документов). IETF собирает мнение пользователей по draft-документам, а затем создает новый или новую версию старого RFC-документа. База данных с RFC документами — ценнейшая информация прежде всего для системных программистов и администраторов, обеспечивающих поддержку INTERNET на местах.

Другую важную организационную работу, связанную с регистрацией IP-адресов и других атрибутов сети, производит специальный орган INTERNET под названием NIC — Network Information Center.

В связи со значительным расширением INTERNET (в среднем за месяц число узлов увеличивается на 6%) уже в 1989 году частично некоторые административные функции были переданы из центра (США) на материки соответствующим континентальным организациям. В Европе это организации RIPE (Reseaux IP Europeans) и RIPE NCC (RIPE Network Coordination Centre).

RIPE — открытая и добровольная организация, осуществляющая в тесном взаимодействии с IAB административную и техническую координацию в INTERNET. RIPE строит свою работу при тесном взаимодействии с общественной организацией — ассоциацией пользователей INTERNET под названием TERENA (Trans-European Research and Education Networking Association), которая была создана в октябре 1994 года в результате слияния двух организаций RAPE (Reseaux Associes pour la Recherche Europeenne) и EARN (European Academic and Research Network) с целью содействия развитию и распространению новых передовых методов создания высококачественных международных информационных систем и сетевой инфраструктуры в области науки и образования.

Другая европейская организация — RIPE NCC — имеет чисто организационные функции с точки зрения функционирования INTERNET:

- регистрирует в своей базе данных (Network Management Database) информацию об IP сетях. Любой пользователь может прочитать любую информацию о любой сети из этой базы данных (функция WHOIS);

- выдает IP адреса по согласованию с NIC и с помощью местных организаций стран, работающих в INTERNET (Local INTERNET Registry — LIR);

- координирует сбор статистики;

- координирует службу имен INTERNET — DNS;

- составляет графическую карту сетей.

Так выглядит система центральных органов INTERNET. После краткого знакомства с глобальной сетью INTERNET представляется своевременным перейти к основной теме нашей статьи: как научные центры РФ и в первую очередь институты РАН в условиях практического отсутствия целевого финансирования могут вписаться в эту мировую Сеть.

В 1993 году мы начали создание пилотной системы Вычислительного центра РАН, построенной на методологии открытых вычислительных систем. Первый этап, заключавшийся в развертывании базовых средств локальной вычислительной сети ВЦ РАН (ЛВС ВЦ РАН) и начале разработки на этой базе информационно-вычислительной системы ВЦ РАН (ИВС ВЦ РАН), завершился в 1994 году. В 1995 году был завершен второй этап развития ИВС ВЦ РАН — подключение к INTERNET.

Необходимо отметить следующие основные факторы, которые определили успешное выполнение проекта:

1. Вычислительный центр РАН на правах преемника ВЦ АН СССР имел огромный опыт в части создания систем коллективного пользования с удаленным доступом и соответствующие кадры для реализации проекта.

2. К началу 1986 года ВЦ РАН практически за счет внебюджетных средств завершил проект перехода на новую структурированную кабельную сеть на витых парах в пределах зданий ВЦ АН СССР и МИАН СССР, что явилось впоследствии фундаментом построения локальной сети на витых парах (10BASET).

3. В течение 1991–1993 годов ВЦ РАН производит полное переоснащение парка вычислительной техники, практически отказываясь от всех энергоемких универсальных вычислительных комплексов (ЕС-1066, БЭСМ-6, СМ1420, СМ1300, ИВК-4 и др.). Этот шаг, хотя и был вынужденным по чисто экономическим соображениям, означал переход к новой технической политике, на базе которой начала создаваться локальная сеть ВЦ РАН. Следует подчеркнуть, что этот этап приходится на то время, когда целевое финансирование Российской Академии наук практически прекратилось и выживание, тем более созидательные работы, требующие значительных капитальных вложений, могли выполняться только за счет собственных или иных внебюджетных ресурсов. К счастью, ВЦ РАН располагал достаточными ресурсами валютных средств от реализации компьютерной игры "Тетрис" до выхода Указа Президента РФ от 7 декабря 1992 года N° 1565 "О мерах по урегулированию внутреннего валютного долга бывшего Союза ССР", который "заморозил" эти средства на 10–15 лет.

4. В 1994 году локальная сеть ВЦ РАН была практически создана, а по выделенному телефонному каналу был реализован выход на INTERNET.

5. В 1995 году на средства, выделенные РФФИ, приобретен маршрутизатор CISCO 4500 и произведено полномасштабное подключение локальной сети ВЦ РАН к Южной Московской Опорной сети на основании трехстороннего Договора между МНФ Сороса, Узлом "МИРАН" и Организацией "ВЦРАН", что обеспечило в свою очередь выход на INTERNET по максимальной программе.

Упор на хронологию становления INTERNET и хронологию создания локальной сети Вычислительного центра РАН с выходом на INTERNET, конечно же, не случаен. Простое сопоставление этих хронологий дает нам право утверждать, что наша пилотная система, концептуально опираясь на принципы открытых систем, на четкое соблюдение правил лицензирования, а также правильный выбор базовой структуры сети, оказалась одной из самых передовых для своего времени в сфере научно-исследовательских институтов РАН. И подключение ее к INTERNET было логичным и естественным.

Справедливости ради, однако, следует подчеркнуть, что далеко не все моменты при проектировании Сети были нам известны, что наиболее ярко видно на примере структурированной кабельной сети, само понятие которой ведущими фирмами США введено значительно позже и закреплено соответствующими стандартами на международном уровне. Мы же можем только "утешить" себя тем, что удалось вписаться в эти стандарты, и сертифицированные параметры кабельной сети на витой паре отечественного производства (СССР) оказались соответствующими этим стандартам.

Представленная работа в виде настоящей статьи по мнению авторов должна быть скорее методологической, чем описательной, чтобы помочь разработчикам собственных проектов локальных сетей или отдельным абонентам решать ряд проблем, которые неизбежны при реализации таких работ. Для более детального знакомства отсылаем читателя к нашей монографии [1]. В настоящее время в печати находится работа по второму этапу развития нашей ИВС — подключению к INTERNET.

Несколько слов о вопросе развертывания физической среды передачи данных. Перед разработчиками имеется несколько альтернативных решений:

1. Развертывание сети на "тонком" коаксиальном кабеле (Thinlink Ethernet);

2. Развертывание сети на "толстом" коаксиальном кабеле (Thicklink Ethernet);

3. Развертывание сети на неэкранированной витой паре (Unshielded Twisted Pair — UTP) или на защищенной экранированной витой паре (Shielded Twisted Pair — STP);

4. Развертывание сети на оптоволоконном кабеле — FDDI (Fibre Distributed Date Interface) или других протоколах.

Вопрос выбора физической среды не так прост, как кажется на первый взгляд. Он тесно связан, с одной стороны, с топологией сети, с другой — с затратами на развертывание физической среды.

Мировая практика ограничивается следующими основными базовыми топологиями:

- топология шины;

- топология звезды;

- топология шины с ветвями типа звезды;

- топология кольца.

На практике все перечисленные базовые топологии могут функционировать в одной локальной сети Ethernet, но в сегментированных структурах. Такая возможность обеспечивается стандартами IEEE (Institute of Electronical and Electronics Engineers) для канального уровня: IEEE 802.3, 802.4, 802.5, которые работают на различных топологиях.

Стандарт 802.3 реализует метод множественного доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий, известный в литературе как CSMA/CD, что означает:

CS — Carrier Sense — контроль несущей, когда устройство перед посылкой данных "слушает" состояние ЛВС, и если она свободна, то данные помещаются в сеть.

MA — Multiple Access — множественный доступ, что означает: любая станция может начать пересылку, когда шина свободна.

CD — Collision Detection — обнаружение столкновений, при котором попытка послать данные в сеть приостанавливается и возобновляется через задержку.

Стандарт IEEE 802.4 — шина с маркером, который обеспечивает возможность прямой адресации любого устройства ЛВС.

Стандарт IEEE 802.5 — кольцо с передачей маркера. В этой системе рабочая станция, желающая послать данные, должна дождаться получения специального маркера. Это условие полностью исключает возможность появления в сети коллизий. Маркер помещается в сеть только одной станцией, называемой активным монитором.

На стандарт 802.5 опираются сети, построенные по топологии кольца, которые известны как сети Token Ring. Физической основой таких сетей является коаксиальный кабель ThickWire. Стандартом для данного типа сетей является 10BASE5. Цифра "10" означает поддерживаемую сетью скорость передачи данных, в данном случае 10 Мбит/сек. "BASE" означает, что сеть узкополосная, "5" показывает максимальную длину в сотнях метров (500 м).

Стандарт 10BASE2 — для кабелей ThinWire, работающих в сетях с общей шиной по принципу CSMA/CD. Скорость передачи 10 Мбит/сек, максимальная длина до 200 м.

Стандарт 10BASET — для экранированных и неэкранированных витых пар, принятый IEEE в 1990 году для CSMA/CD, один из самых распространенных в мировой практике.

На смену этому стандарту в настоящее время приходит новый 100BASET, который реализуется на витых парах 5 категории, обеспечивающих скорость передачи данных до 100 Мбит/сек, а также принципиально новая технология развертывания локальных сетей — ATM.

Какие рекомендации могут быть даны проектировщикам сети в выборе решений? Если сеть создается для компактной группы из 10–15 пользовательских мест, то с точки зрения экономической целесообразности может быть рекомендована 10BASE2 на "тонком" кабеле Thinlink, работающем на принципе CSMA/CD. Одновременно авторы такого решения должны четко себе представлять, что это решение, как бы оно ни было привлекательным по простоте и экономически, обречет вас на ограничение дальнейшего расширения, а самое главное, любое изменение в архитектуре будет требовать перенастройки сети в целом.

Выход такой компактной сети на INTERNET может быть реализован через сетевой сервер на ближайший Узел по выделенному каналу с синхронным модемом или по FDDI, если такая возможность будет предоставлена.

Локальная сеть типа Token Ring IEEE 802.4, которая строится на стандарте 10BASE5, где скорость передачи может быть достигнута до 16 Мбит/сек, требует значительных капиталовложений. Количество рабочих станций может быть до 256. Такая сеть не имеет коллизий, с точки зрения технологии развертывания требует строгого соблюдения технических условий.

Остановимся более подробно на стандарте 10BASET, который, на первый взгляд, кажется всем наиболее доступным. Наличие телефонной сети в здании предприятия еще не означает, что на ее базе может быть развернута сеть на витых парах. Маловероятно, что, если имеется телефонная сеть образца до 1986–1990 годов, она может послужить базовой структурой будущей сети. Однако если она уже имеется, то авторами проекта вероятнее всего будет выбрана топология "звезды", а "точка" звезды будет определена в помещении кросс-шкафов, где сосредоточены все внешние и внутренние кабельные входы.

Пригодность сети, на которой должна разворачиваться ЛВС, должна определяться только сертификацией. Это относится как к уже существующим сетям, так и ко вновь разворачиваемым в случае необходимости на предприятии.

Стандарт EIA/TIA-568 нормирует следующие параметры неэкранированных витых пар: емкость, волновое сопротивление-импеданс, коэффициент затухания, переходное затухание на ближнем конце (NEXT). На компьютерном рынке России имеется целый спектр тестирующих устройств в мобильном варианте для проведения сертификации сети. Категория кабельной сети определяется параметрами, перечисленными выше. И здесь уместно дать следующую на наш взгляд очень важную рекомендацию: если локальная сеть проектируется для предприятия, где количество рабочих станций, серверов превышает 50 и более, то необходимо развернуть ее на кабелях 5 категории типа RG-58A/U, тем самым обеспечивая стандарт 100BASET.

Сертификация, проведенная для ВЦ РАН в 1995 году, подтвердила ее соответствие 3 категории, обеспечивающей работу на скорости 10 Мбит/сек.

Построение архитектуры "звезды", кроме проведения радиальных лучей-кабелей непосредственно к рабочим станциям и компьютерам PC, включает в себя и создание центра коммутации ЛВС ВЦ РАН, где функции центрального коммутатора-маршрутизатора выполняет интеллектуальный программируемый концентратор фирмы 3COM (США) Linkbuilder 3GH. Данный многопрофильный концентратор, имеющий 12-слотовую конструкцию с собственным стабилизированным источником питания, обеспечивает работу собственной шины на скорости до 300 Мбит/сек и комплектуется по требованию заказчика следующими модулями:

- модуль сетевого управления (System Management Module — SMM);
- модули сети Ethernet (Ethernet LAN Module — ELM) для модификаций 10BASET, 10BASE5, 10BASE2, HUB-модуль и Swith-модуль;
- модуль подключения к магистральному оптоволокну (FDDI Backbone Connectivity Module — FBCM);
- модуль оптоволоконного концентратора(FDDI Concentrator Module — FCM).

Разветвление от LB 3GH лучей-кабелей осуществляется через концентраторы HUB фирмы 3COM, каждый из которых имеет стык с центральным коммутатором LB на скорости 10 Мбит/сек.

Предложенный и реализованный в нашей системе мощный центр коммутации безусловно очень привлекателен, если к тому же учесть факт появления на рынке еще более мощных коммутаторов. Однако он требует весьма значительных капиталовложений, как правило валютных средств, что окажется главным препятствием при реализации в других проектах.

Для иного решения этого вопроса может быть предложен вариант, где нет централизованного интеллектуального коммутатора, а архитектура "звезды" строится на HUBах, имеющих 12 или 24 входов/выходов и обеспечивающих скорость передачи данных 10 Мбит/сек. Иных вариантов для реализации стандарта 10BASET (100BASET) не существует.

Несколько слов о том, как мы решали вопросы построения пилотной модели — развертывание гетерогенной локальной сети. Главными задачами здесь были: определение профиля сети или профилирование открытой системы, а также выбор соответствующих вычислительных платформ.

Заметим сразу, что локальная сеть ВЦ РАН строилась в течение 1990–1994 годов в условиях повального разрушения прежней материально-технической базы для фундаментальных и прикладных исследований. База разрушалась, а профиль научных исследований института, к счастью, удалось сохранить и даже преумножить.

Перед рабочей группой проекта стояла задача выбора доминирующего направления развития из следующих основных тенденций:

- суперкомпьютеры типа Cray или Convex;
- вычислительные системы фирмы IBM;
- вычислительные системы фирмы DEC;
- рабочие станции фирмы SUN Microsystems;
- параллельные транспьютерные системы и др.

После тщательного анализа тенденций развития научных исследований в Европе и США мы остановились на направлении SUN Microsystems, как базовой структуры серверов локальной сети на процессорах SPARC. Определяющим и решающим фактором при решении этой проблемы стала операционная система, построенная на основе стандартов UNIX (Solaris 1 и 2). С точки зрения построения сети с использованием в качестве серверов рабочих станций SPARCStation исключительно важным оказалось наличие системы удаленного доступа NFS — Network File System, обеспечивающей "прозрачный" доступ к распределенной файловой системе через локальную сеть.

В настоящее время в локальной сети ВЦ РАН в качестве серверов или отдельных рабочих станций находятся SPARCStation 20, SPARCStation 10/30, 10/41, 10/51, SLC, IPC, ALPHA DEC 3000. Подробно эта часть представлена в монографии [1].

В качестве высокопроизводительной параллельной транспьютерной системы в ЛВС ВЦ РАН включена система GCel 1/64 фирмы PARSYTEC (Германия), которая имеет в качестве операционной системы OS PARIX (Parallels UNIX). Необходимость включения в сеть такой, несколько уникальной для пользователей, системы продиктована развертыванием исследовательских работ в области разработки параллельных алгоритмов.

Созданная программно-аппаратная база ЛВС позволила в короткие сроки подключить к ней 32 внутренних рабочих места, для обеспечения которых были приобретены лицензии на групповое подключение, а также системы PC-NFS, включающие в себя адаптер и пакет программ NFS для каждого пользователя в отдельности.

Впоследствии в течение 1995 года проведено расширение количества лицензированных точек доступа к сети еще на 25 единиц. (Заметим, что каждая лицензия независимо от ее вида, групповая или единичная, требует соответствующих финансовых средств).

Проблема подключения к ЛВС ВЦ РАН внешних абонентов, а через нее выход на INTERNET, реализуется тремя способами:

- через коммутируемые телефонные каналы;
- по выделенным телефонным линиям;
- по оптоволоконным кабельным каналам (FDDI).

Для реализации доступа по коммутируемым телефонным каналам к сети в ее архитектуру включен Сетевой терминальный сервер (Nets Terminal Server — NTS) с модемной стойкой типа ZYXEL на 64 канала. Каждый асинхронный модем независимо от других производит обмен со скоростью 19,2 Кбит/сек. Такой способ подключения к ЛВС ВЦ РАН, а через нее к INTERNET, может быть рекомендован только для отдельных абонентов, но не для автономных локальных сетей, так как скорость передачи данных, предельное значение которой, как было уже выше приведено, 19,2 Кбит/сек, на Московской телефонной линии вряд ли возможна. Пара модемов типа ZYXEL сама в процессе сеанса связи выбирает свою скорость, которая, безусловно, ниже предельного значения. Тем не менее, этот способ в настоящее время наиболее популярен, потому что требует наименьших затрат (пока что).

Подключение по выделенным телефонным линиям обеспечивает скорость передачи до 64 Кбит/сек и более, а самое важное — канал всегда доступен абоненту. Для реализации данного способа доступа необходим специальный маршрутизатор, в частности Cisco 2522, который в отличие от первого способа доступа позволяет выйти на INTERNET, не загружая ЛВС трафиком абонента. Этот этап развития ЛВС выполняется в 1996 году в рамках проекта РФФИ "Развитие распределенной информационно-вычислительной системы ВЦ РАН".

Подключение к INTERNET по оптоволоконному кабелю является наиболее дорогостоящим вариантом решения, но обладает рядом таких преимуществ, которые позволяют абоненту быть независимым от многих факторов и обеспечить помехозащищенную передачу данных на скорости 10 Мбит/сек непосредственно с Узлом ЮМОС.

В заключение, следуя методологической направленности нашей статьи, рассмотрим последовательность мероприятий, необходимых для подключения локальной сети к INTERNET на примере локальной сети ВЦ РАН.

Об аппаратных средствах, задействованных при подключении ЛВС ВЦ РАН, выше уже было рассказано достаточно подробно.

Как уже было упомянуто выше, вопрос о физическом выходе в INTERNET юридически оформлен подписанием трехстороннего Соглашения между МНФ, Узлом "МИРАН" и ВЦ РАН. По условиям соглашения подключение к ЮМОС каждая Организация, в данном случае ВЦ РАН, производит на собственные средства. Практически это означает, что подключение к узловому концентратору Catalyst локальной сети Организации требует наличия собственного граничного маршрутизатора типа Cisco 4000 или 4500. ВЦ РАН в 1995 году на средства РФФИ по статье "Материально-техническая база" приобрел Cisco 4500 и в июле 1995 года осуществил полномасштабное подключение ЛВС ВЦ РАН к Южной Московской Опорной Сети.

Сетевое программное обеспечение устанавливается (инсталлируется) в каждом узле сети. Большая часть сетевых протоколов поставляется вместе с системным программным обеспечением. Для ЛВС ВЦ РАН это:

- SOLARIS 1 и 2 для SPARCStation;
- OSF/1 для ALPHA DEC 3000;
- IOS 10.3(7) для CISCO 4500;
- ANNEX-UX R7.0 R9.0 для NTS.

После инсталлирования производится этап конфигурирования, то есть заполняются различного рода таблицы, необходимые для функционирования сетевых протоколов.

Перед конфигурированием, естественно, необходимо составить проект конфигурирования и проделать определенную организационную работу:

- получить IP-адрес сети;
- получить имя домена;
- определить маршрутизационную политику;
- договориться с соседями о поддержке работы домена (secondary server) и маршрутизационной политике.

Получение IP-адреса сети и имени домена связано с работой регистрационных организаций INTERNET. В настоящее время RIPE уделяет очень большое внимание организации процедуры регистрации в связи с тем, что при нынешних темпах развития INTERNET "вширь" может наступить кризис из-за нехватки 32-разрядных IP-адресов. В перспективе предстоит переход к 48-разрядным адресам. А в настоящее время RIPE ужесточает процедуру регистрации. В соответствии в проектом по процедуре регистрации (draft RIPE 104++) предлагается жестко выдерживать цели экономии и агрегирования адресов (conservation и aggregation).

Регистрация в INTERNET осуществляется путем рассмотрения заявок от организаций, которые посылают их оформленными по специальным формам (формы определены соответствующими RFC-документами). Заявки от организаций на регистрацию поступают в местные регистрирующие организации (Local Internet Registry — LIR), которым RIPE NCC предоставил право заниматься этой деятельностью. Все удовлетворенные заявки поступают в базу данных RIPE.

ЛВС ВЦ РАН в настоящее время зарегистрирована в RIPE как сеть класса C (193.232.81.0) с доменом CCAS.RU.

Мы не оставляем своих намерений продолжить работу по сетевому взаимодействию с другими близлежащими сетями институтов РАН. С этой целью ВЦ РАН зарегистрирован в RIPE как автономная система (AS2587). Нами подана заявка в RIPE на регистрацию IP-адресов сетей, входящих в AS2587, в соответствии с планом развития на ближайшие два года. AS — это особый субъект в организационной структуре INTERNET, позволяющий проводить единую маршрутизационную политику для своих подсетей, что очень важно прежде всего с точки зрения экономии места в маршрутизационных таблицах. ЛВС ВЦ РАН согласовывает свою маршрутизационную политику с FREE-NET путем обмена маршрутизационными таблицами по протоколу BGP (Border Gateway Protocol) между AS2587 и AS2848, AS2895, AS3058.

Итак, два этапа развития ИВС ВЦ РАН успешно завершены. В заключение статьи отметим наши ближайшие планы:

- третий этап определен нами как развитие информационной составляющей нашей ИВС;
- уделить большое внимание вопросам надежности и защищенности ИВС ВЦ РАН (проблемы security); разрабатывается проект построения firewall ЛВС ВЦ РАН;
- развитие инфраструктуры ЛВС ВЦ РАН с существенным использованием спутникового канала связи;
- возможны работы по увеличению пропускной способности ЛВС (100 Мбит/сек ETHERNET, FDDI);
- наращивание вычислительной мощности сети путем замены некоторых вычислительных серверов на более мощные; приобретение и установка новых версий системного и прикладного программного обеспечения.

Естественно, что наши планы могут быть реализованы при условии соответствующей финансовой поддержки со стороны бюджета Академии и РФФИ.

Литература

1. Байкова И.В., Копытов М.А., Кулагин М.В., Михайлов Г.М., Привезенцев Ю.А., Рогов Ю.П. Распределенные информационно-вычислительные системы. Выпуск 1. Локальная сеть ВЦ РАН. М.: ВЦ РАН, 1995.