

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

СВОДНЫЙ ОТЧЕТ
НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА
ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ

***«Информационно-телекоммуникационные
ресурсы Сибирского отделения РАН» и
«Совета Сети СО РАН»
о работе в 2001 – 2006 гг.***

Председатель
научно-координационного
совета программы

академик

Ю.И.Шокин

Новосибирск – 2007

Общие положения	3
Часть I. Телекоммуникационная структура СПД СО РАН.....	4
Управление сетью	5
Центральный узел СПД	6
Бурятский научный центр	9
Иркутский научный центр.....	9
Кемеровский научный центр.....	10
Красноярский научный центр	10
Омский научный центр.....	11
Томский научный центр	11
Тюменский научный центр	12
Якутский научный центр.....	12
Система мультимедиа сервисов для поддержки научных исследований.....	13
Общие положения	13
Корпоративная телефония.....	15
Качество обслуживания.....	18
Развитие сервисов	18
Важнейшие результаты:	19
Часть II. Развитие информационных ресурсов отделения.	20

Общие положения

Телекоммуникационная сеть Сибирского отделения РАН развивается и поддерживается рядом Институтов СО РАН с целью предоставления научным коллективам скоростного и надежного доступа к корпоративным, региональным, российским и международным информационным и вычислительным ресурсам.

Сеть передачи данных Сибирского отделения РАН (СПД СО РАН) является региональной академической сетью, объединяющей научные институты и организации Сибирского отделения Российской академии наук, институты Российских академий медицинских и сельскохозяйственных наук, ГНЦ вирусологии и биотехнологии <Вектор>, а также ряд других научных, учебных, медицинских организаций, учреждений культуры и социальной сферы.

СПД СО РАН, развивающаяся с первой половины 90-х годов прошлого столетия по настоящее время, является одним из важнейших факторов, определяющих эффективность работы Отделения. Ее структура ориентирована на интеграцию в информационной сфере всех научных подразделений Отделения. СПД СО РАН эксплуатируется и развивается Сибирским отделением РАН при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и других организаций и фондов с целью:

- предоставления своим абонентам полноценного и равного доступа в Интернет;
- создания, накопления и систематизации информационных ресурсов Сибирского отделения РАН.

При создании СПД учитывались, прежде всего, корпоративные интересы СО РАН, что отражено в принятых схемах финансирования и управления, обеспечивающих эксплуатацию и развитие сети. Корпоративный подход обеспечивает также возможность получения услуг телекоммуникационных операторов по оптовым ценам, а, значит, и снижение соответствующих финансовых затрат.

К середине 2006 года в СПД СО РАН зарегистрировано около 150 организаций-абонентов. Суммарный объем информации, получаемой и отправляемой по каналам Сети, составляет более 700 Гбайт в сутки. При этом 58% общего объема составляет информация, получаемая абонентами из Сети, а 42% — передаваемая ими во внешний мир. Особо следует подчеркнуть, что все работы по эксплуатации и развитию СПД СО РАН реализуются в рамках упомянутого корпоративного подхода и не требуют от абонентов этой сети оплаты внутреннего и внешнего трафика. Только в Новосибирске сеть обслуживает более 40000 пользователей и насчитывает более 12000 подключенных компьютеров. Кроме того, в региональных научных центрах Отделения находится еще около 30000 пользователей.

СПД СО РАН предоставляет своим абонентам услуги как базового сетевого уровня, так и высокоуровневые сервисы, необходимые для обеспечения фундаментальных и прикладных научных исследований, проводимых в Отделении, и инновационной деятельности Отделения:

- локальная, межрегиональная и глобальная коннеktivность;
- защита сетей и информационно-телекоммуникационных ресурсов абонентов СПД от сетевых угроз и атак;
- поддержка системы каталогов доменных имен (DNS, Domain Name System);
- электронная почта:
 - поддержка почтовых ящиков абонентов (по их желанию),
 - защита от спама,
 - антивирусный контроль корреспонденции, проходящий через центральный почтовый сервер сети;
 - управление почтовыми ресурсами заинтересованных организаций;
- обслуживание общих информационных ресурсов (серверы баз данных, службы электронных библиотек, музеев, каталогов и коллекций);
- размещение (хостинг) информационных ресурсов абонентов сети (WWW-сайты, базы данных, каталоги);

- организация распределенного доступа к ресурсам сети;
- кэширование WWW-трафика;
- организация и поддержка видео- и аудио-конференций регионального, национального и глобального масштабов, в том числе специальных мультимедийных приложений (дистанционное образование, телемедицина);
- корпоративная телефония;
- техническая и организационная поддержка беспроводного доступа в Интернет (Wi-Fi) для проведения научно-организационных мероприятий (конференции, совещания);
- системы архивирования и резервного копирования хранимых данных.

Коллективное использование информационно-телекоммуникационных ресурсов и информационно-вычислительных технологий учреждениями СО РАН регламентируется международными соглашениями, существующим законодательством, ведомственными инструкциями и внутренними корпоративными нормативными документами, определяющими правила эксплуатации оборудования и программного обеспечения, баз данных и систем оперативного доступа к ним, защиты информации, информационных систем и вычислительных сетей.

За годы своего существования по числу пользователей и компьютеров, по объемам передаваемых данных, по разнообразию и качеству предоставляемых услуг СПД СО РАН превратилась в крупнейшую корпоративную научно-образовательную сеть России. СПД СО РАН непосредственно взаимодействует с рядом общенациональных и международных проектов, направленных на развитие глобальной сети для научно-образовательного (академического) сообщества, объединяющей крупнейшие мировые научные центры надежной и эффективной высокоскоростной магистралью (например, RbNet, RASNet, RUNNet, GLORIAD, GEANT, RUHEP и др.).

Часть I. Телекоммуникационная структура СПД СО РАН

Сеть передачи данных (СПД) СО РАН предназначена для интеграции информационно-телекоммуникационных ресурсов (ИТР) организаций-абонентов в глобальное информационное пространство. К ИТР относятся все информационно-вычислительные системы (включая персональные), телекоммуникационные сети и каналы передачи данных (включая арендуемые, внутренние и внешние), информационные ресурсы (программы и данные), хранящиеся в этих системах, информационные службы, службы, поддерживающие сервис и т.п., которые объединены СПД СО РАН.

Абонентом СПД может быть любая организация СО РАН, а также некоммерческие организации науки, образования, здравоохранения и социальной сферы, прошедшие регистрацию у представителя СО РАН в области информационно-телекоммуникационных технологий⁹. К пользователям ИТР относятся организации — абоненты СПД, а также сотрудники этих организаций (включая прикомандированный персонал), допущенные к использованию ИТР согласно внутреннему регламенту абонента.

Для подключения абонентов СПД СО РАН использует точки доступа, размещенные на технологических площадках двух независимых канальных операторов: ЗапСибТрансТелеком (ШЧ-9) и Ростелеком (ТЦМС-8), а также в Центральном маршрутизационном узле (ЦМУ) в ИВТ СО РАН. Выбор точки доступа для подключения регионального научного центра определяется соображениями экономической целесообразности и наличием технических возможностей. Взаимодействие с двумя операторами дает определенную независимость СПД СО РАН от возможных технических неполадок на магистральных каналах связи, которые не так редки. В настоящее время реализована следующая структура подключений (Рисунок 1).

В целом спроектированная и реализуемая архитектуры СПД ориентирована на обеспечение интеграции разнообразных ресурсов и типов данных, включающих поддержку передачи голосового и видеотрафика, что позволяет сегодня сделать следующий шаг по пути развития и предоставления мультимедийных сервисов для абонентов сети.

Последнее становится все более востребованным исходя из факта интенсивно развивающихся связей сибирского научно-образовательного сообщества с отечественными и зарубежными партнерами, предполагающих тесное взаимодействие в реальном масштабе времени с привлечением разнообразных мультимедийных технологий. Востребованность данных возможностей, очевидно, подтверждает и необходимость внедрения, в частности, современных GRID-технологий, характеризуемых большими объемами передаваемых данных, использованием мультимедийных средств, и необходимостью доступа к распределенным информационно-вычислительным ресурсам.

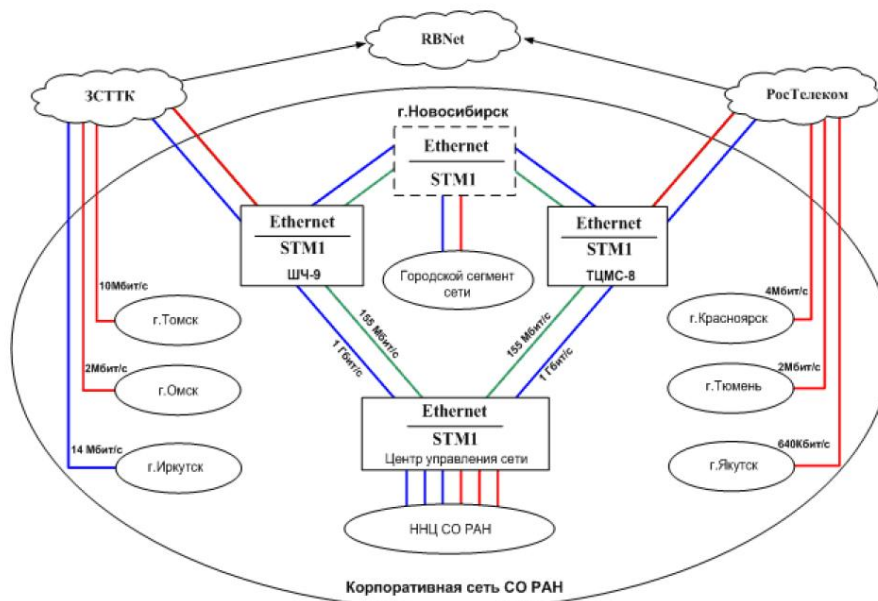


Рисунок 1.

Управление сетью

Интересы Сибирского отделения РАН в области информационно-телекоммуникационных технологий на основании Постановления Президиума СО РАН от 29.09.94 за № 232 представляет Институт вычислительных технологий СО РАН, осуществляющий развитие и эксплуатацию внутренних и внешних каналов связи СПД СО РАН. Управление СПД СО РАН осуществляется Научно-координационным советом целевой Программы «Информационно-телекоммуникационные ресурсы СО РАН», состав которого утверждается постановлением Президиума СО РАН.

Для обеспечения эффективного управления работой, с учетом географически распределенной структуры СПД СО РАН, утверждены Организации, представляющие интересы СО РАН в области развития информационно-телекоммуникационных ресурсов на территориях научных центров Отделения. Назначены координаторы Совета по научным центрам СО РАН. Общую координацию этих работ как в Отделении, так и Новосибирском научном центре осуществляет Институт вычислительных технологий СО РАН (ИВТ СО РАН).

Заседания Научно-координационного совета целевой Программы проводятся три раза в год. В первом полугодии – в Новосибирске во время общего собрания СО РАН, с рассмотрением итогов деятельности за прошедший год, согласованием и утверждением планов на год текущий. Второе, выездное заседание, проводится в одном из региональных научных центров СО РАН и посвящается обсуждению вопросов разработки информационных ресурсов и регионального развития. Предварительные годовые итоги подводятся на специальном заседании в конце декабря с участием представителей организаций-абонентов, расположенных в ННЦ СО РАН.

По результатам решений, принятых на заседаниях Совета, определяются приоритеты деятельности и объемы финансирования, формируется программа работ очередного этапа, разраба-

тываются и обновляются документы, регламентирующие деятельность СПД СО РАН, вносятся изменения в персональный состав Совета.

Техническое обеспечение работы СПД осуществляется Центром телекоммуникаций ИВТ СО РАН, в состав которого входят сотрудники и других организаций СО РАН – абонентов СПД СО РАН. Оперативные вопросы развития и поддержки информационно-телекоммуникационных ресурсов СО РАН решаются на совещаниях специально созданной Рабочей группы.

Создана и работает система поддержки СПД СО РАН: службы регистрации, мониторинга и статистики, маршрутизации и защиты сети, каналов связи, почтовая служба, служба прикладных сервисов и служба оперативной поддержки абонентов.

Управление СПД регулируется специально разработанными документами, регламентирующими различные аспекты работы Сети:

- концепция построения СПД СО РАН,
- правила пользования СПД СО РАН,
- правила использования информационно-телекоммуникационных ресурсов СПД,
- политика безопасности Сети СО РАН,
- регламент взаимодействия служб Центра управления сетью и организаций-абонентов в процессе технической эксплуатации СПД СО РАН.

В части региональных научных центрах разработаны внутренние регламентирующие документы. Так, в Кемеровском научном центре СО РАН приняты Положение о локальной вычислительной сети (ЛВС), а также Инструкция по регламентации работы пользователей ЛВС в процессе ее промышленной эксплуатации. Использование информационно-телекоммуникационных ресурсов компьютерной сети Омского научного центра СО РАН (КС ОКНО) регламентируется договорами, которые заключаются с руководителем КС ОКНО – Омским филиалом института математики СО РАН, и Положением об ответственности Пользователя КС ОКНО, включаемым в эти договоры.

Узлы СПД СО РАН, расположенные в региональных научных центрах Отделения, предоставляют своим пользователям базовый набор сетевых сервисов (WWW, FTP, DNS, E-mail и т.п.), однако в некоторых центрах заметна региональная специфика, связанная, например, с различными стратегиями фильтрации почты, обеспечением безопасности и пр.

Центральный узел СПД

По плану работ на 2001–2006 гг. в рамках программы «Информационно-телекоммуникационные ресурсы СО РАН» была запланирована и реализована реконструкция телекоммуникационной инфраструктуры сети Новосибирского научного центра и СО РАН в целом, связанная с переходом на использование оптоволоконных линий связи, а также с изменением структуры внешних и региональных каналов связи. В результате работ в течение 2001–2005 гг. в СО РАН была создана новая канальная инфраструктура.

СПД СО РАН строится по топологии многоуровневой древовидной структуры с вершиной в Новосибирске (в здании ИВТ СО РАН, пр. акад. Лаврентьева, 6.), где располагается оборудование Центрального маршрутизационного узла (ЦМУ) и Центр управления сетью (ЦУС). Принятая схема ЦМУ позволяет обеспечить:

- локализацию трафика структурных подразделений СО РАН (научных центров, организаций, отделов);
- возможность подключения серверов непосредственно к магистралям для повышения производительности;
- возможность распределения нагрузки между компонентами сети;
- масштабируемость;
- резервирование важнейших ресурсов;
- гибкость управления.

В настоящий момент СПД СО РАН включает в себя следующие элементы:

- центральный маршрутизационный узел;

- центр управления сетью;
- центральный узел управления службами;
- сети региональных научных центров СО РАН;
- узлы организаций, каналы и линии связи;
- программно-аппаратные средства доступа к ресурсам сети и серверы технологических служб;
- подсистемы безопасности, разграничения доступа, мониторинга и управления.

К СПД СО РАН подключаются только локальные (ЛВС) или корпоративные (КВС) вычислительные сети организаций, а не отдельные компьютеры. Все локальные сети включаются в единое коммутируемое «облако» обмена данными – «backbone Академгородка» (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

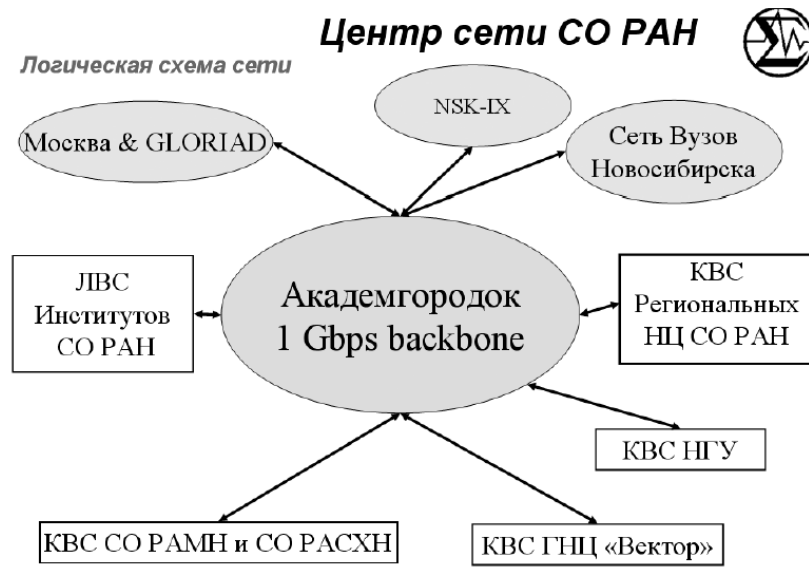


Рисунок 2. Схема телекоммуникационной инфраструктуры СО РАН

Сложившаяся топология расположения организаций, использующих сетевые ресурсы, привела к необходимости организации Новосибирского регионального узла обмена трафиком (NSK-IX) как распределенного коммутационного узла, объединяющего три точки прихода региональных каналов.

Базовым элементом СПД СО РАН является сеть Новосибирского научного центра, инфраструктура которой явилась результатом серьезной модернизации унаследованной от проекта «Академсеть» кабельной инфраструктуры. Принципы этой модернизации были выработаны под влиянием разнообразных факторов, они таковы:

- сохранение звездообразной топологии кабельных линий связи, как обеспечивающей ранее реализованную топологию сети и не ограничивающей возможность реализации, в случае необходимости, других архитектурных решений;
- широкое использование технологий коммутации 2-го и 3-го уровня, дающее возможность организовывать кольцевые структуры и повышающие отказоустойчивость системы в целом;
- обеспечение достаточного канального ресурса для каждого из научных подразделений (институтов) СО РАН;
- масштабируемость параметров производительности используемой передающей физической среды в диапазоне от 100 Mbps до 10–20 Gbps с учетом возможности не менее чем 10–15-летнего использования построенных линий связи.

В течении 2003-2004 годов была произведена полная реконструкция Центра управления Сетью (ЦУС) (Рисунок 3). В ЦМУ были установлены оптические кроссы и новое оборудование для поддержки коммутационного «облака», а также оборудование для связи с основными канальными операторами Новосибирска (Транстелеком, Сибирьтелеком, Магистральтелеком и др.).

За период с 2003-го по 2006-й годы в архитектуру СПД было внесено принципиальное дополнение: в рамках работ по развитию системы передачи данных СО РАН создано гигабитное кольцо (NSK-GP), объединяющее новосибирский Академгородок и основные телекоммуникационные узлы города: технологические площадки основных операторов НГТС, ТЦМС-8, ШЧ-9, и включающее также городские институты НИЦ СО РАН (см. рис. 5). На первом этапе в рамках кольца NSK-GP используется технология FE/GE. В дальнейшем планируется переход на использование технологии MPLS, которая позволит значительно увеличить пропускную способность кольца и обеспечить устойчивую работу интерактивных сервисов в сети (телефония и видео конференции).



Рисунок 3. ЦМУ — Центральный маршрутизационный узел

В 2005 году завершены работы по созданию телекоммуникационной среды Верхней зоны Академгородка, объединяющей медицинские и социальные учреждения НИЦ СО РАН и Центральный сибирский ботанический сад (ЦСБС) СО РАН.

Сеть расширялась за счет подключения новых абонентов и оптимизации подключений региональных научных центров. Для централизованного обеспечения безопасности и защиты сети был установлен межсетевой экран.

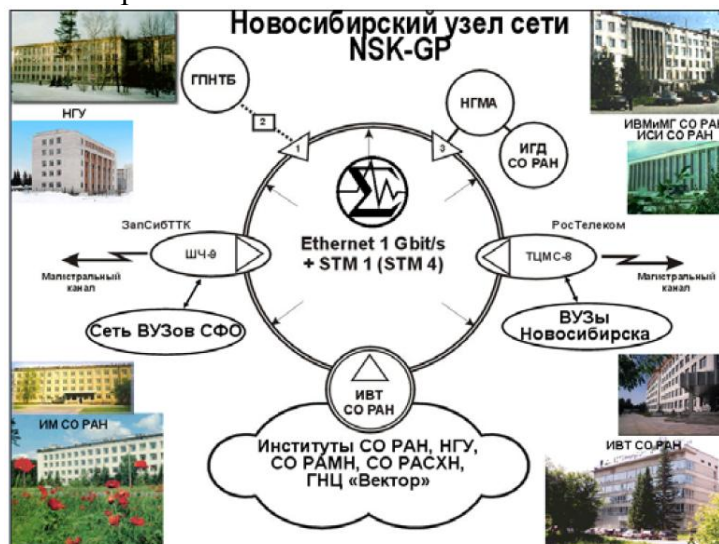


Рисунок 4. Гигабитное кольцо (NSK-GP) НИЦ СО РАН

Для оптимизации локального трафика были установлены пиринговые соглашения со всеми крупными региональными Интернет провайдерами, присутствующими в г. Новосибирске. Региональный узел обмена трафиком (NSK-IX) поддерживается СПД СО РАН и РосНИИРОС.

Бурятский научный центр

Корпоративная сеть Бурятского научного центра (БНЦ) СО РАН создавалась, эксплуатируется и развивается при поддержке РФФИ и СО РАН. По программе «Информационно-телекоммуникационные ресурсы СО РАН» продолжаются работы по реализации и развитию интегрированной корпоративной сети БНЦ СО РАН. Выход в Internet осуществляется через сервер-шлюз (проху-сервер), имеющий реальный IP-адрес из сети, принадлежащей компании «Информационные системы Бурятии». В ближайшее время планируется подключение корпоративной сети БНЦ к опорному узлу СПД СО РАН.

В корпоративной сети БНЦ СО РАН работают пять институтов, Президиум, музей, научная библиотека, издательство. Суммарный объем информации, получаемый и отправляемый по каналам сети, составляет 25–30 Гбайт в месяц. Локальные сети институтов объединяются опорной сетью, в которой находятся серверы с ресурсами общего доступа и шлюз выхода в Internet. Из-за большого расстояния между зданиями в 2004-2005 годах два сегмента сети реорганизованы с использованием оптоволоконных линий.

Иркутский научный центр

Интегрированная информационно-вычислительная сеть Иркутского научно-образовательного комплекса (ИИВС ИрНОК) является корпоративной академической научно-образовательной сетью, предназначенной для хранения, обработки, передачи данных и доступа к вычислительным ресурсам и поддерживается ИДСТУ СО РАН. Сеть (Рисунок 5) объединяет ЛВС институтов Иркутского научного центра СО РАН, ВСНЦ СО РАМН, а также корпоративные сети всех государственных вузов г. Иркутска. Для финансирования системного проекта и его реализации были привлечены средства Министерства науки и технологий РФ, РФФИ, СО РАН, внебюджетные средства ИДСТУ СО РАН, институтов научного центра и других организаций, впоследствии вошедших в ИрНОК.

В составе ИДСТУ СО РАН функционирует единственный в Восточной Сибири суперкомпьютерный центр на базе многопроцессорной вычислительной системы МВС-1000/7 и двух горизонтальных вычислительных кластеров с пиковой производительностью более 100 Gflops.

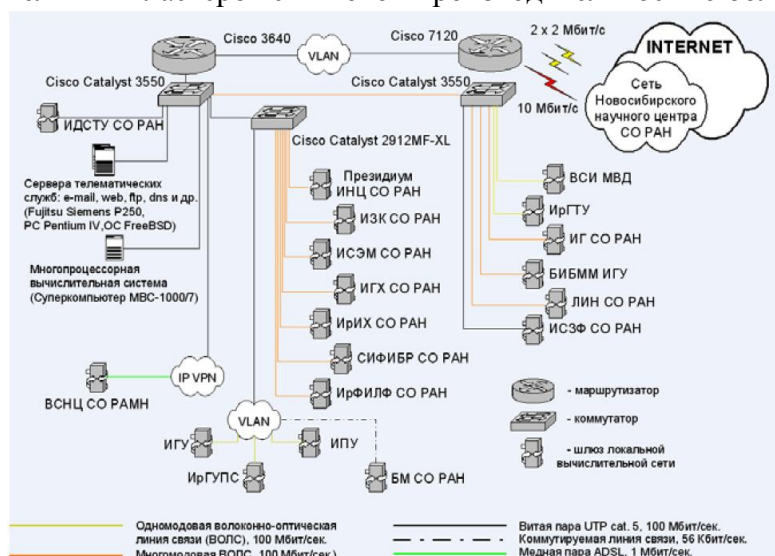


Рисунок 5. Логическая схема сети Иркутского научного центра СО РАН

Созданная сеть в течение более 10 лет предоставляет информационно-телекоммуникационные услуги организациям ИрНОК, концентрирует аппаратные средства и программное обеспечение для одновременного использования дорогостоящих вычислительных, дисковых, коммуникационных и других ресурсов. Построенная «на перспективу», ИИВС легко

адаптируется к требованиям научного сообщества. Аппаратная часть ИИВС ИрНОК базируется, в основном, на оборудовании, выпущенном компанией Cisco Systems.

ИИВС имеет пиринговые соглашения с крупнейшим региональным Интернет-сервис провайдером “Деловая Сеть Иркутск”, а также с ведущим системным интегратором “РЦСИ Сиброн”. Магистраль сети состоит из нескольких участков различной пропускной способности - 100 и 1000 Мбит/сек. В ближайшее время планируется завершить перевод на 1 Гбит/сек. Суммарный суточный внешний входящий трафик сети ИрНОК колеблется в районе 60-65 Гбайт в зависимости от дня недели.

Кемеровский научный центр

Сеть Кемеровского научного центра (КемНЦ) поддерживается ИУУ СО РАН. Центром управления сетью служит “Телекоммуникационный узел”, в котором сосредоточено коммутационное оборудование: коммутаторы уровня доступа центрального сегмента, корневые коммутаторы локальной сети, коммутатор DMZ-зоны, а также DCE-оборудование. Ниже приведена логическая диаграмма СПД КемНЦ СО РАН (Рисунок 6).

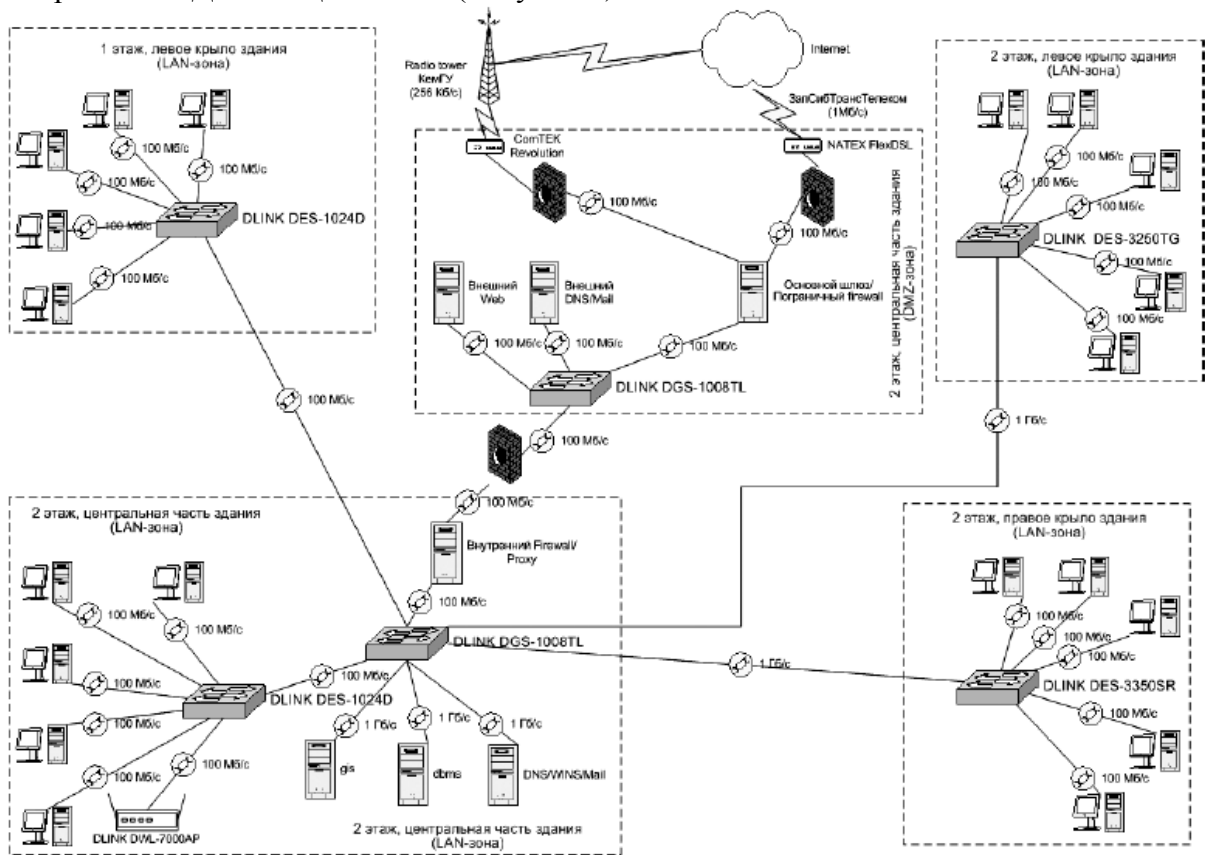


Рисунок 6. Логическая схема сети Кемеровского научного центра СО РАН

Наряду с коммутаторами используется беспроводной доступ к сети. В зале заседаний диссертационного совета установлена Wi-Fi-точка доступа (DLINK DWL-7000AP). Для обеспечения безопасности в составе сети присутствуют межсетевые экраны. Пограничный межсетевой экран одновременно выполняет функции маршрутизатора.

Красноярский научный центр

Корпоративная сеть Красноярского научного центра СО РАН (КрНЦ СО РАН) объединяет 6 академических институтов СО РАН и несколько учреждений, расположенных в 12 зданиях. Эксплуатацией и развитием сети занимается отдел средств телекоммуникаций и вычислительной техники Института вычислительного моделирования СО РАН (Рисунок 7).

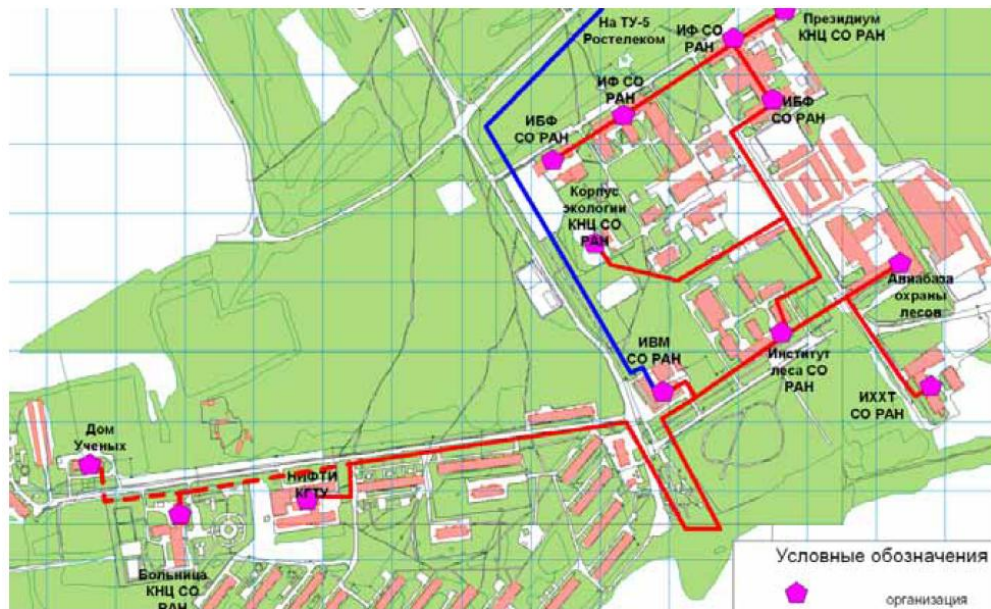


Рисунок 7. Схема сети Красноярского научного центра СО РАН

Реализованная логическая топология сети (звезда) предусматривает индивидуальное соединение каждого здания с центральным узлом коммутации, что позволяет использовать всю полосу пропускания сети. Существующий запас волокон позволяет создать резервные и альтернативные каналы связи, а также использовать эту инфраструктуру для развития телефонной сети Академгородка. Сеть КрНЦ состоит из двух сегментов: внутренней локальной сети институтов и сети серверов общего пользования, соединяющихся через маршрутизатор. В настоящее время корпоративная сеть КрНЦ СО РАН насчитывает около 1000 рабочих мест и около 750 зарегистрированных пользователей.

Омский научный центр

Основой создания корпоративной телекоммуникационной инфраструктуры Омского научного центра послужил проект КС ОКНО, который в 1995 г. был поддержан Миннауки и РФФИ в рамках программы “Создание национальной сети компьютерных телекоммуникаций для науки и высшей школы”. Проектом было предусмотрено создание в городе нескольких базовых коммуникационных узлов, расположенных в организациях СО РАН, в ряде наиболее подготовленных к построению собственных локальных компьютерных сетей вузов, в учреждениях культуры и в Администрации города. Топологически КС ОКНО представлялась в виде многоуровневой звезды с центрами в указанных базовых коммуникационных узлах.

Томский научный центр

В СПД Томского научного центра (ТНЦ) СО РАН используется “звездообразная” топология кабельных линий связи, позволяющая наиболее оперативно и эффективно (с точки зрения финансовых затрат) осуществлять развитие телекоммуникационной инфраструктуры. Каждое научное подразделение ТНЦ СО РАН обеспечивается достаточным каналным ресурсом. Проектом предусматривается масштабируемость кабельной инфраструктуры в диапазоне от 100 Mbps до 10 Gbps, с учетом долгосрочного использования построенных линий связи. Эти основные положения реализуемы при условии единого подхода к построению оптоволоконных кабельных систем, создания единого центра управления сетью и подключения абонентов к СПД ТНЦ СО РАН с соблюдением разработанных корпоративных решений.

СПД ТНЦ СО РАН позволяет абонентам иметь прозрачный доступ к информационным ресурсам Томской научно-образовательной сети, в которой присутствуют локальные сети академических институтов СО РАН, университетов города Томска, научно-исследовательских институтов другой ведомственной принадлежности, а также сети научных учреждений Академии медицинских наук (Рисунок 8).

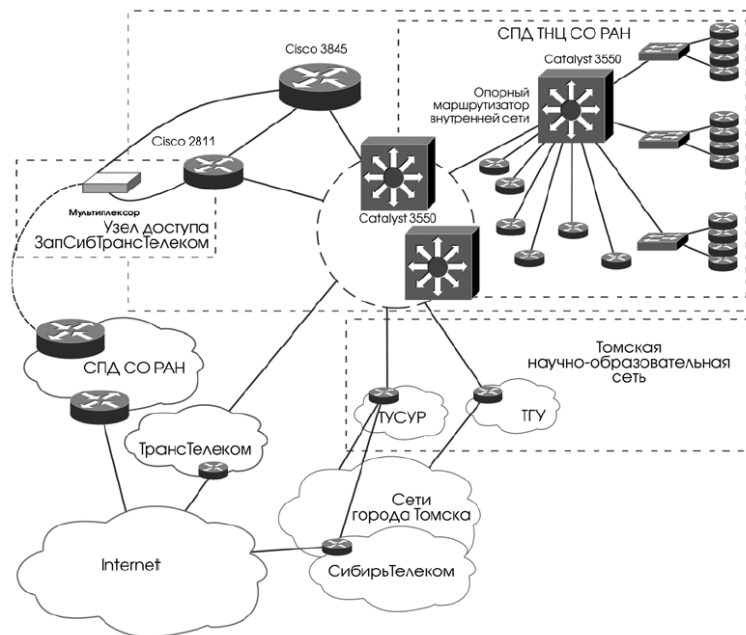


Рисунок 8. Схема сети Томского научного центра СО РАН

Для полноценной работы пользователей в информационном пространстве города Томска заключены пиринговые соглашения с основными провайдерами, в первую очередь с сетями областной и городской администраций. Подключение к двум операторам связи – ТрансТелеком и СибирьТелеком - позволило организовать устойчивую работу основных сервисов (DNS -сервис, почтовый сервис и т.д.).

В настоящее время корпоративная сеть ТНЦ СО РАН насчитывает свыше 1500 рабочих мест. Общая протяженность кабельных линий составляет около 10 км. Опыт эксплуатации и развития информационных ресурсов и компьютерной сети показал, что потребность пользователей сети как в скорости передачи данных, так и в расширении перечня предоставляемых услуг постоянно увеличивается. Оптимальным подходом к решению задачи увеличения пропускной способности различных видов данных (данные, голос, видео), является создание мультисервисной сети. Такой подход позволяет каждому пользователю сети осуществить приоритетный обмен данными при любой загрузке низко-приоритетным трафиком. Для реализации этого требуется современная телекоммуникационная среда. Поэтому в 2005 г были проведена модернизация центра телекоммуникаций ТНЦ СО РАН и кабельной системы сети Томского Академгородка. Уровень доступа также претерпел изменения. Проведена модернизация оптоволоконного кросса узла коммутации. Закуплены гигабитные медиаконвертеры для подключения институтов ТНЦ к гигабитной опорной сети.

В 2005 году были модернизированы кабельные оптоволоконные сегменты сети с использованием одномодового оптоволокна. При этом было проложено дополнительно более 3 км оптоволоконного кабеля с общим количеством жил на разных сегментах до 48.

Тюменский научный центр

В ядре локальной компьютерной сети Тюменского научного центра (ТюмНЦ) СО РАН работает гигабитный оптический коммутатор 3-го уровня, обеспечивающий коммутацию трафика удаленных узлов сети, серверов баз данных и файловых серверов научного центра. В 2005 году обеспечено расширение пропускной способности магистрального канала до 2 Мбит/сек, организован цифровой поток 100 Мбит/сек до сети научно-образовательных учреждений Тюмени. Ниже приведена схема кабельной инфраструктура центра.

Якутский научный центр

В настоящее время сеть Якутского научного центра (ЯНЦ) СО РАН объединяет более 30 организаций, расположенных в 22 зданиях. Топологически сеть состоит из трёх узлов, к которым подключены здания абонентов сети. Эти узлы размещены в зданиях Института космофизических

исследований и аэронавигации СО РАН, Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН и в здании ТУ-5 Дальневосточного филиала ОАО “Ростелеком”. Последний является одновременно и узлом сети, и точкой выхода на провайдеров Интернет.

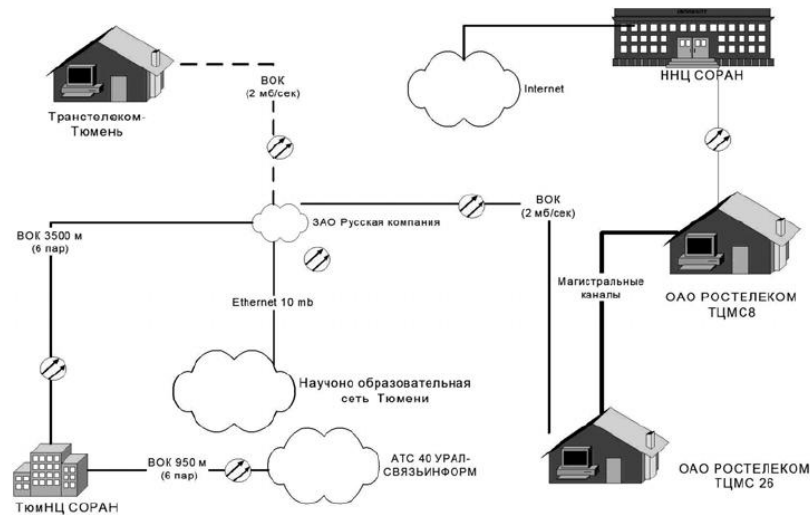


Рисунок 9. Схема сети Тюменского научного центра СО РАН

Благодаря компактному расположению большинства научных институтов в городе Якутске при ограниченном бюджете удалось сразу построить кабельную систему ядра сети, соединившую 8 зданий, на основе оптоволоконных кабелей. В нескольких случаях близкорасположенные здания соединены медными кабелями UTP категории 5 в уличном исполнении. Ядро сети построено на управляемых коммутаторах. Для подключения нескольких зданий, находящихся на значительном удалении, но в зоне прямой видимости, были созданы две радиосети. В двух случаях для подключения к ядру сети использованы арендованные медные линии с передачей данных по ADSL и SDSL.

Для подключения двух объектов используются VLAN, арендованные в городской сети «Оптилинк», в этой же сети арендована оптоволоконная линия для соединения с узлом в здании ОАО «Ростелеком». Для обеспечения доступа сотрудников ЯНЦ СО РАН к электронной почте сеть имеет сервер удалённого доступа на 8 линий. Кроме выхода в Интернет, Якутская научная сеть участвует во внутригородской пиринговой сети, через которую доступны сети Якутского государственного университета и ряда других организаций и операторов.

Система мультимедиа сервисов для поддержки научных исследований

Общие положения

Система мультимедиа сервисов СО РАН - это система, сочетающая передачу данных в сети с передачей в реальном времени голосового и видеотрафика. Мультимедийные сервисы обеспечивают работу корпоративной телефонной сети СО РАН. Реализованная на базе технологий VoIP (передача голоса, видео в сетях IP) интегрируется с сервисами традиционной телефонной сети. В рамках мультимедийных сервисов, обеспечивается и система видеоконференц-связи (ВКС) и система телевизионного вещания.

Один из основных принципов, заложенный при построении СПД, предполагает обеспечение необходимой и управляемой полосы пропускания QoS (Quality of service) в сетевой структуре. Учитывая, что обеспечение качественных сеансов, например, видеоконференц связи (ВКС), требует достаточно широкой полосы пропускания каналов, при реализации набора мультимедийных сервисов, необходимо соблюдать определенные компромиссы в политике управления сети.

Телекоммуникационная архитектура СПД СО РАН в определенной мере отражает иерархическую структуру построения СО РАН: центр управления сетью расположенный в Новосибир-

ском научном центре, а именно в Институте вычислительных технологий СО РАН, связан выделенными магистральными каналами связи с региональными сетевыми узлами управления, расположенными в соответствующих территориальных Научных центрах. Обеспечение наиболее гибкого управления сервисами, с одной стороны и необходимость оптимального использования доступного канального ресурса в сети, с другой, требует ограничения количества видеопотоков (объем видеотрафика) в структуре сети.

Требование обеспечить хороший уровень качества, например, передаваемого изображения, при ограниченной пропускной способности магистральных каналов, предусматривает локализацию видеотрафика внутри регионального узла для членов данного региона и подключение в видеоконференцию регионов через главный сервер управления мультимедиа-сервисами СО РАН, расположенный в центральном узле СПД СО РАН. Для организации вызовов на территории одного научного центра возможно использование как сетей IP, так и традиционной телефонной сети. Для эффективного использования магистральных каналов вызовы между научными центрами осуществляются только по сетям IP.

Центральный узел осуществляет функции организации и проведения видеоконференций, обеспечение централизованного управления, мониторинг и диспетчеризацию проводимых видеоконференций, централизованный контроль за исполнением Регламента службы (Рисунок 10). На данный момент реализована возможность осуществлять междугородные вызовы на городские номера городов Новосибирск, Иркутск, Томск, Якутск, Тюмень.

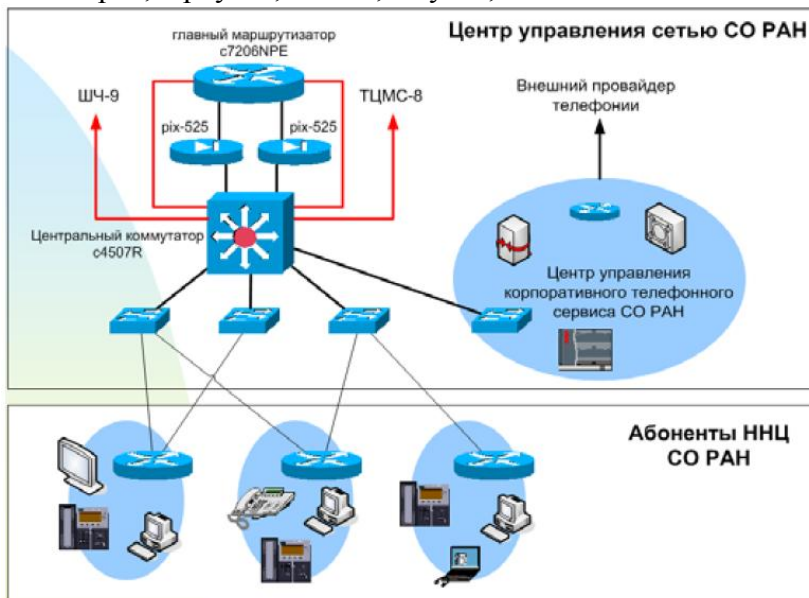


Рисунок 10. Схема внедрения мультимедиа сервисов в СПД СО РАН

Проводятся мероприятия по включению остальных научных центров, входящих в состав СО РАН. Также имеется возможность осуществлять соединения с абонентами, находящимися за пределами СО РАН. На данный момент завершена настройка и тестирование мультимедиа сервисов между Новосибирском и Благовещенском с использованием внешнего канала связи.

Для обеспечения качественного обслуживания мультимедиа сервисов в СПД СО РАН в 2006 году был утвержден и внедрен единый план QoS (Quality of Service — качество обслуживания). Данная технология была внедрена по причине перегрузки магистральных каналов СПД СО РАН (к примеру, канал Новосибирск – Якутск 640kbit/s), что делало невозможным прохождение медиа-трафика без потери качества голоса и изображения во время медиа-сессий.

На данный момент Центральный узел имеет в своем распоряжении комплекс оборудования:

- Привратник (gatekeeper) C2621XM.
- Шлюза (gateway) между абонентами традиционной телефонии и IP-телефонными

- абонентами. Cisco AS5350.
- Сервер многоточечной видео конференц-связи(MCU). Polycom MGC25.
- Система управления IP-телефонами. Кластер Cisco Call manager.
- Сервер потокового видео. (Codian IP VCR 2200).
- Сервер регистрации абонентов теле-, видео-сеансов. (RADIUS-сервер).
- Сервер статистики и мониторинга мультимедиа сервисов центрального узла.
- АТС Definity.

В состав узла также входит зал видеоконференц-связи, построенный на базе видеотерминала Polycom VSX 7800 с большим плазменным дисплеем Pioneer PLD50. Этот конференц-зал рассчитан на группу участников до 12 человек и предназначен для проведения видеоконференций с участием как абонентов ИВТ, так и других организаций, которые на данном этапе не могут самостоятельно участвовать в подобных мероприятиях.

За прошедший год была рассмотрена возможность использования для построения залов видеоконференц-связи оборудования других производителей, а именно, система мультимедиа связи ViewPoint 8000 компании Huawei. Были протестированы терминалы ViewPoint 8039, ViewPoint 8069 и сервер видео конференц связи ViewPoint 8630 MCU. В процессе тестирования была подтверждена совместимость выше указанного оборудования с уже имеющимся в составе опорного узла. Также был выявлен ряд преимуществ терминалов Huawei перед терминалами Polycom. Результатом тестирования стало признание технической возможности использования системы ViewPoint 8000 при построении системы мультимедиа связи в СО РАН.

Корпоративная телефония

Корпоративная телефонная сеть (КТС) объединит институты, расположенные в ННЦ и в других научных центрах СО РАН, а также и в Москве (Президиум РАН). КТС развивается от центрального ядра – точки подключения к следующим телефонным сервисам:

- внутрикорпоративный телефонный сервис – внутренняя оптимизированная по затратам и единая по нумерации телефонная сеть абонентов СПД СО РАН;
- междугородняя телефонная связь с использованием корпоративных каналов СПД;
- оптимизированный, высокоэффективный выход в ТФОП с расширенными сервисами;
- доступ к альтернативным операторам международной, междугородней телефонной связи, позволяющий снизить затраты на оплату телефонных переговоров;
- корпоративное подключение к операторам мобильной связи;
- доступ к студиям проведения корпоративных видео конференций.

Реализация проекта КТС позволяет максимально интегрировать трафик между организациями СО РАН на базе внутренней канальной инфраструктуры, с одной стороны, и минимизировать стоимость получаемых на внешнем рынке услуг, с другой, обеспечив определенную независимость от внешних поставщиков услуг связи. Только единый корпоративный подход к построению сектора телефонии и к его интеграции в единую систему телекоммуникаций СО РАН обеспечит возможность применения новых технологий, привлечение независимых инвестиций для будущих разработок в этом секторе, включение в систему собственных программных разработок.

Важным фактором, определяющим возможность непрерывного развития телефонного сервиса в рамках корпоративного подхода, является схема внутренней нумерации сети. Фактически часть номерного пространства в различных городах и регионах становится подмножеством внутренних номеров КТС, минуя стандартные междугородные каналы телефонии.

При реализации стартовых этапов проекта КТС на базе СПД СО РАН соблюдались следующие принципы:

- распределенная структурная схема КТС — в центральном узле располагается центральная корпоративная АТС, связанная каналами с ТФОП, с коммутационной подсистемой ЦМУ и со всеми АТС подразделений ННЦ СО РАН; связь с иногородними подразделениями СО РАН поддерживается через сеть IP или через специально выделенные каналы;

- оборудование, обеспечивающее функции самостоятельных УАТС, обязательно поддерживающее подключение по каналам Е1 или через IP-каналы, наряду с использованием системы выносов от центральной АТС, обеспечивающих более экономичное решение.
- подключение индивидуальных номерных пространств ТФОП через каналы Е1, подаваемые в центральный коммуникационный узел;
- рекомендация к использованию платформы Definity, допуская при этом возможность приобретения цифровых УАТС других фирм;
- приобретение и эксплуатация оборудования с соблюдением корпоративного подхода, что позволяет расширять технологические и оперативные возможности решения текущих вопросов (одинаковые наборы модулей системы, возможность их перераспределения или последующего использования в других подразделениях строящейся КТС, использование единой службы и т.д.).

К настоящему времени выполнены следующие работы по созданию КТС на базе СПД СО РАН (Рисунок 11):

- в ЦУС установлен базовый вариант центральной УАТС на 300 абонентских портов. Конфигурация включает четыре интерфейса с каналами Е1 для подключения к ТФОП, к АТС, расположенной в НГУ, для подключения направления на АТС ГНЦ <Вектор>;
- установлена каналообразующая аппаратура — три мультиплексора по 16 каналов Е1, обеспечивающих работу на оптических линиях;
- получены технические условия на подключение указанной АТС к ТФОП, с выделенным адресным пространством в 100 цифровых номеров (для большего количества необходимо дополнительное финансирование);
- выполнены работы по организации межстанционной связи в существующем кабеле между центральным узлом в ИВТ СО РАН и технологической площадкой НГТС. Планы первоочередных работ по развитию КТС на базе СПД СО РАН предусматривают развитие региональных компонентов КТС:
- построение инфраструктуры, позволяющей качественно передавать голосовые данные,
- приобретение оборудования для создания узлов IP-телефонии в региональных научных центрах СО РАН и организацию голосовой (телефонной) связи.



Рисунок 11. Структурная схема ядра КТС СО РАН

Работы по созданию корпоративных телефонных подсистем на базе существующей сетевой инфраструктуры наиболее активно ведутся в ННЦ, ИНЦ, ТНЦ, ТюмНЦ и ЯНЦ.

Построение корпоративной телефонной сети *ИНЦСО РАН* является одной из приоритетных задач на пути создания единого информационного пространства. Развертывание КТС ИНЦ на базе ИИВС ИрНОК планируется осуществить в два этапа. К первому этапу относятся покупка номерной емкости; монтаж и настройка на узле связи ИДСТУ новой УАТС; настройка сервера доступа Cisco AS5350 в качестве нового VoIP-шлюза и сервера цифрового коммутируемого доступа; перевод абонентов телефонных сетей ИДСТУ и Президиума ИНЦ на новую станцию; проведение совместно с ИрГТУ экспериментов по внедрению IP-телефонии.

После ввода в эксплуатацию первой очереди КТС планируется ее поэтапное расширение путем присоединения к ней телефонных сетей организаций ИрНОК. Присоединение может осуществляться разными способами, как с помощью непосредственного объединения АТС организаций между собой каналами E1, так и с использованием VoIP-шлюзов.

Базой для КТС ИНЦ послужит модернизированная волоконно-оптическая магистраль ИИВС и узлы связи, расположенные в ИДСТУ, ИрГТУ и ИСЗФ.

СПД Томского НЦ СО РАН, как единая коммутирующая система, позволяет наиболее полно использовать среду передачи данных, распределяя ее между различными подразделениями. При этом на всем ее протяжении сохраняется возможность пропускать голосовой трафик, выделяя его в отдельную голосовую сеть VLAN, с настройкой для нее параметров качества обслуживания. Таким образом, в ближайшей перспективе можно будет развивать направление передачи голоса посредством единой коммутирующей среды с возможностью ее сопряжения с традиционными голосовыми телефонными сетями.

В Тюменском научном центре СО РАН начато строительство узла КТС ТюмНЦ, в ходе которого планируется проложить 80 метров новой телефонной канализации. Телефонная сеть всех институтов ТюмНЦ в конце 2005 года насчитывала около 100 телефонов. Ряд институтов, расположенных в ТюмНЦ, в настоящее время располагает собственными телефонными службами, расширение которых, несмотря на появившуюся потребность, оказывается невозможным из-за ограничений имеющегося оборудования. В конце 2005 года в ТюмНЦ СО РАН было принято решение о необходимости строительства корпоративной телефонной сети Центра. Для минимизации текущих финансовых расходов целесообразно подключить такую сеть к оператору местной связи по цифровому потоку с использованием интерфейса PRI. Это даст возможность получить сразу значительный пул городских номеров и обеспечит фиксированную плату за их использование. Появится также возможность организовать междугороднюю телефонную связь с использованием корпоративных каналов СПД СО РАН.

В 2003 году в Якутском научном центре было начато создание внутренней телефонной сети. Как и в других региональных научных центрах СО РАН, основными целями, которые преследовались при этом, были обеспечение, по возможности, всех рабочих мест голосовой связью с современным спектром услуг без увеличения количества подключений к ТФОП; сокращение затрат и создание инструментов для более гибкого регулирования доступа к междугородной связи, а также освобождение городских линий от внутриведомственных разговоров. Работы финансировались Министерством по науке и высшей школе Республики Саха (Якутия) и, частично, за счёт средств Целевой программы Сибирского отделения РАН «Информационно-телекоммуникационные ресурсы СО РАН».

Создание собственной телефонной сети, удовлетворяющей всем требованиям для присоединения к ТФОП, сопряжено со значительными организационными трудностями: получением лицензий, приобретением сертифицированной биллинговой системы и т.п. Поэтому на первом этапе было принято решение подключить АТС к ТФОП по существующим абонентским линиям и сохранить независимые отношения организаций с оператором ТФОП и операторами альтернативной дальней связи. В то же время, во внутренней телефонной сети будет использоваться единый план нумерации, все абоненты получают доступ в корпоративную телефонную сеть СО РАН, будут совместно использоваться средства доступа к операторам междугородной IP-телефонии. При этом достигнуто эксклюзивное соглашение по тарифам для организаций, входящих в Якутскую научную сеть.

К началу работ по созданию КТС ЯНЦ СО РАН в Новосибирском научном центре уже были сделаны аналогичные шаги, поэтому после консультаций с коллегами из ННЦ было принято решение строить сеть ЯНЦ на базе АТС Avaya Definity. На первом этапе были приобретены две АТС, кроссовое оборудование и два маршрутизатора Cisco 1760 в качестве шлюзов IP-телефонии. Для обеспечения связи с сотрудниками через мобильные телефоны по корпоративному тарифному плану к АТС подключены GSM-шлюзы.

Качество обслуживания

Характер информации, передаваемой по сетям СПД СО РАН, за последние несколько лет сильно изменился. Кроме передачи данных, СПД СО РАН используются для прослушивания музыкальных программ, просмотра видеороликов, обмена речевой информацией, проведения мультимедийных конференций, оперативного контроля/управления и других приложений реального времени.

Большая часть трафика мультимедиа-сервисов чувствительна к задержкам. Максимальная задержка не должна превышать нескольких десятых долей секунды, причем сюда входит и время обработки информации на конечной станции. Вариацию задержки также необходимо свести к минимуму. Кроме того, необходимо учитывать, что при сжатии информации, обмен которой должен происходить в реальном времени, она становится более чувствительной к ошибкам, возникающим при передаче, и их нельзя исправлять путем переспроса именно из-за необходимости передачи в реальном времени.

Для обеспечения гарантированного качества обслуживания в СПД СО РАН внедрена модель дифференцированного обслуживания разнотипного трафика — Diff-Serv, разработанный комитетом IETF. Поступающий в сеть СО РАН трафик классифицируется и нормализуется пограничным маршрутизатором. Нормализация трафика предусматривает измерение его параметров, проверку соответствия заданным правилам предоставления услуг, профилирование (при этом пакеты, не укладывающиеся в рамки установленных правил – отбрасываются). В ядре магистральные маршрутизаторы обрабатывают трафик в соответствии с классом РНВ, код которого указан в поле DS.

Развитие сервисов

Разработана программа работ на 2007–2009 гг., которая предусматривает создание организационных и технических структур, обеспечивающих всестороннюю поддержку проведения мультимедийных сеансов, предназначенных для on-line обмена видео и аудио информацией между территориально разделенными группами пользователей.

Система видео конференций для Сибирского отделения РАН будет построена в результате выполнения следующих подпроектов:

- создание Центрального узла управления службами (ЦУУС) видео конференций на базе Института вычислительных технологий СО РАН (г. Новосибирск) и “центрального видео конференц-зала” в Президиуме СО РАН;
- создание видеоконференц-залов Председателей региональных научных центров СО РАН;
- создание видеоконференц-зала в Доме ученых ННЦ СО РАН, Новосибирском государственном университете, Центре новых медицинских технологий СО РАН, а также двух “мобильных” видеоконференц-залов для организации мероприятий “на выезде”.

Видеоконференц-залы Председателей региональных научных центров СО РАН будут обладать достаточной автономностью и могут быть использованы для проведения локальных мероприятий вне корпоративной сети СО РАН. Оборудование каждого видеоконференц-зала может быть дополнено пассивными мониторами, позволяющими осуществлять трансляцию мероприятий отдельным группам пользователей.

Уже на данный момент при острой нехватке оборудования проводятся различные телеконференции как с нашими центрами и Дальневосточным отделением РАН, так и с зарубежными партнерами (Рисунок 12).



Рисунок 12. Первые видеоконференции

Важнейшие результаты:

- Проведен анализ существующей инфраструктуры сети СО РАН. Произведена классификация трафика по уровням качества обслуживания. На основе этой классификации сформулирована политика обслуживания абонентов, внедренная на центральном узле сети СО РАН и основы реструктуризации сети передачи данных (СПД) СО РАН.
- Создана интегрированная информационно-телекоммуникационная среда Сибирского отделения РАН. Завершены организационные работы по поддержке корпоративных мультисервисных функций в сети передачи данных Сибирского отделения РАН (СПД СО РАН). Реализован механизм обеспечения сквозного качества обслуживания (Quality of Service) в сегментах, расположенных в ННЦ СО РАН. Внедрены сервисы IP — аудио- и видеосвязи. Интегрированы ресурсы “классической” корпоративной телефонной инфраструктуры, основанной на технологии коммутации каналов, и ресурсы, ориентируемые на технологию VoIP.
- Разработаны технологические решения построения региональных сетей. Сформулированы рекомендации для КСПД региональных центров СО РАН по построению узловых точек сети и схемы основных типов узлов сети: центральных узлов передачи данных, IP телефонии, подключения абонентов. Завершена инсталляция центрального узла IP телефонии СО РАН в составе: голосовые шлюзы – Cisco 5350, устройств регистрации и маршрутизации IP телефонов – Cisco CallManager. Произведена инсталляция пилотной группы IP-телефонов – Cisco 7960.
- Разработанная система мультимедиа сервисов обеспечивает современные средства поддержки научных исследований научное сообщество Сибирского отделения РАН. Система построена по принципу “коммутируемого облака”, с использованием рекомендаций X.500. Для неё разработана и внедрена расширенная система сбора статистики и мониторинга компонентов канальных ресурсов и сервисов сети Интернет СО РАН. Завершены работы по переносу СПД СО РАН на технологию Dynamic Packet Transport. Расширены сервисы, связанные с телефонией (IP- и классической формой), на регионы Томска, Красноярска, и создан пилотный участок корпоративной телефонной сети СО РАН, объединяющий Новосибирский, Томский и Иркутский научные центры, на основе технологических возможностей IP-телефонии.
- Расширены сервисы, связанные с телефонией (IP и классической формой), на регионы Томска, Красноярска, и создан пилотный участок корпоративной телефонной сети СО РАН, объединяющий Новосибирский, Томский и Иркутский научные центры, на основе технологических возможностей IP-телефонии.

- Служба сетевого мониторинга обеспечивает условия безопасности, защиты и разграничения доступа к ресурсам системы передачи данных (СПД) СО РАН. Выявлены и описаны основные проблемы, влияющие на нарушение целостности передаваемой информации (основные принципы безопасности). Проведен анализ и исследованы возможности противодействия несанкционированного доступа и обеспечение информационной безопасности в современных и перспективных сетях передачи данных.
- Создан и поддерживается информационный сервер (портал) Отделения. Разработаны технологии интеграции информационных ресурсов Отделения и информационно-справочных систем. Разработаны соответствующие схемы данных для службы каталогов отделения (протоколы LDAP и Z39.50). На основании разработанных технологий предложена концепция системы распределенных информационных центров Отделения и начата ее реализация. В процессе работы был подготовлен целый ряд нормативных, справочных и методических материалов для сотрудников Отделения и других абонентов СПД СО РАН.

Часть II. Развитие информационных ресурсов отделения.

В этом направлении за отчетный период получен ряд важных новых результатов, в значительной степени расширяющих информационные ресурсы СО РАН.

Так, например, разработаны основные технологические подходы к построению интегрированной распределенной информационно-вычислительной среды (ИРИВС) Отделения. Определены основные принципы функционирования виртуальной среды для обмена результатами научных исследований, и дальнейшая работа состоит в проработке деталей функционирования и взаимодействия ее частей.

Разработанные технологии обеспечивают:

- интеграцию информационных и вычислительных ресурсов и создание распределенной системы доступа к ним в рамках Отделения;
- разработку уникальной системы доступа к международным банкам данных, моделей и программ анализа данных (в том числе и в области “биологической информатики”).

На основе разработанных технологий создан ряд информационных ресурсов. Среди них следует отметить “Электронный атлас Аэрозоли Сибири”, который основан на региональных базах данных по атмосферным аэрозолям (АА). Информационная среда Атласа аккумулирует результаты натурных наблюдений по атмосферным аэрозолям, собранных в течение многих лет на территории Западной и Восточной Сибири, и включает оптические характеристики аэрозолей, химические свойства компонент атмосферы, микрофизику аэрозолей, описание элементарных химических и физических процессов в атмосфере и т.д.

Математические модели, интегрированные в информационные системы, позволяют провести сравнительный анализ пространственно-временной изменчивости характеристик АА для выявления естественных и антропогенных источников и стоков и оценить влияние АА на изменение физических характеристик атмосферы.

Поддерживается большое количество информационных коллекций, в том числе:

- Материалы общих собраний РАН и СО РАН. Отчеты, где представлены основные итоги организационной деятельности, постановления, приоритетные направления научных исследований.
- Газета “Наука в Сибири” — официальное печатное издание СО РАН, где с 1961 года освещаются практически все стороны жизни научного сообщества Сибири. Начиная с 1998 года, газета издается и в электронном виде по адресу: <http://www.sbras.ru/HBC>. <http://web.ict.nsc.ru/aerosol/>
- Электронная доска объявлений (<http://www.sbras.ru/win/anons>).
- Информационная система “Конференции” (<http://www.sbras.ru/ws>). Система разработана как вспомогательный инструмент для поддержки проведения конференций и совещаний. Кроме

материалов конференций, данная система имеет сервис для размещения анонсов конференций, материалы которых публикуются другими средствами и системами.

Особое место занимают тематические коллекции. Примерами тематических коллекций являются “Виртуальный музей науки и техники СО РАН”, “Биоразнообразие животного и растительного мира Сибири”, “Химия в СО РАН”, “Web-ресурсы математического содержания”.

Построена информационная модель интегрированного каталога научной тематики, включающая в себя подробную модель предметной области, основанную на методологии системного анализа, и описание основных модулей системы.

Аналогичная задача решена для системы информационной поддержки инновационной деятельности региона: разработана ее структура и основные принципы содержательного наполнения. Интеграция этих систем позволит создать единую систему для информационного обеспечения научно-инновационной деятельности.

С целью систематизации и классификации ресурсов каталога разработана и реализована технология создания тезауруса предметной области на основе предметного указателя энциклопедии, а также создан тезаурус по отдельным разделам математики, который используется в работе алгоритма координатного индексирования электронных научных документов.