

*В. В. Иванов, Л. А. Попов*

## Гигабитная магистраль локальной вычислительной сети ОИЯИ

В настоящее время развитие информационных технологий (ИТ) демонстрирует одну очень устойчивую тенденцию — постоянное изменение, совершенствование этих технологий и сервисов. Сервисы становятся все более усложненными, распределенными, многофункциональными, номенклатура их очень разнообразна. Об информационном обеспечении организаций говорят как о составной части деятельности этих организаций, повышающей производительность и эффективность труда. Все вышесказанное в полной мере относится и к роли ИТ в науке. Новые технологии, такие как GRID, беспроводная передача данных, мультимедийные приложения, передача голоса по IP, варианты использования беспроводной и мобильной технологий, становятся все более востребованными.

Любая должным образом спроектированная сеть должна отвечать определенным базовым критериям, которые обеспечивают поддержку пользовательских требований, а также обеспечивают механизмы модернизации как существующей сети, так и сервисов. Наиболее важные сетевые критерии — это защищенность, надежность, скорость передачи, простота обслуживания, масштабируемость.

Сетевая структура ОИЯИ представляет собой распределенный программно-аппаратный комплекс, использующий специализированное программное обеспечение (ПО) и многофункциональное оборудование. Она является базисом распределенной ИТ-структуры ОИЯИ, ее задачи: объединение используемых информационно-вычислительных ресурсов в единую ИТ-структуру; создание функционально подобной среды для всех пользователей ОИЯИ, что обеспечит возможность обмена данными как между исследовательскими лабораториями, так и между административными подразделениями Института; предоставление удаленного доступа в российские и зарубежные научные организации; обеспечение доступа к ресурсам Института с домашних компьютеров сотрудников ОИЯИ.

По территориальному признаку сеть ОИЯИ относится к *кампусным* сетям (кампус — протяженный университетский городок). Она охватывает две исследовательские площадки Института, ряд зданий на городской территории и некоторые городские учреждения (МИРЭА, филиал МГУ, пожарная часть и др.). Сетевая структура сформирована из нескольких частей: с одной стороны — это *сети доступа*, к которым относятся сети крупных и малых подразделений

*V. V. Ivanov, L. A. Popov*

## Gigabit Ethernet Backbone of the JINR Local Area Network

The current period of information technologies (IT) development worldwide shows the dynamic but permanent stable trend. Permanence is in sustained changing of IT technologies and services; i.e., the services and technologies become more complicated, multifunctional, possess distributed nature, and the nomenclature of the services is extended. IT structures and services are said to be essential parts of activities of the enterprises which increase outcome and labor efficiency. This in full degree relates to the IT role in science. New IT technologies like Grid, wireless data transmission, multimedia applications, voice transmission over IP, combination of the wireless and mobile technologies become very popular.

Every well-designed corporate network should possess some basic global features which will help to support users' demands and at the same time provide mechanisms to improve, to modernize the existing network, to keep it updated in provided services. The most important features are security, reliability, data rate, maintainability, scalability.

The JINR network structure is a complex of high diversity, which consists of specialized network software and versatile hardware. This structure is the basis of the distributed JINR IT services. The goals of the JINR network structure are:

- merging all computer and information resources into the unified IT space;
- creation of the unified IT space for all JINR users, providing the possibility of data exchange between research laboratories, as well as between divisions and JINR Administration;
- provision of the remote access to Russian and foreign research centres;
- support of the remote access to JINR resources from home PC of JINR researchers.

The JINR Gigabit Ethernet local area network (LAN) is a *campus-type* network (campus is a wide spread university territory), which occupies two JINR research sites, some buildings of JINR Administration in the city territory; it incorporates some city organizations (MIREA, MSU, fire brigade, etc.). The

ОИЯИ, т. е. пользовательские сети, с другой стороны — гигабитная структура, т. е. *транспортная магистраль*.

Сетевая служба Института — структурное подразделение Лаборатории информационных технологий (ЛИТ) — разработала идеологию гигабитной сетевой магистрали на основе технологии Gigabit Ethernet и обеспечила выполнение всего комплекса работ при ее создании. Работа была проведена в 2003–2005 гг. Гигабитная сетевая структура состоит из трех компонентов: волоконно-оптической магистрали локальной вычислительной сети (ЛВС) Института, центрального телекоммуникационного узла в ЛИТ и маршрутизирующих коммутаторов третьего уровня сетевой эталонной модели OSI (Open System Interconnection), установленных в восьми лабораториях ОИЯИ. Основная транспортная среда ЛВС ОИЯИ — 16-жильный волоконно-оптический кабель на основе *одномодового* волокна, диаметр которого не превышает 10 микрон, что дает возможность световому лучу от лазера проходить параллельно оси волокна, не попадая на стенки, не отражаясь от них и, следовательно, не теряя мощности. Полтора года назад сеть Института работала по *многомодовому* (диаметр волокна от 50 до 62,5 микрон) оптическому волокну на технологии Fast Ethernet (скорость передачи данных — 100 Мб/с). Таким образом, скорость передачи данных на магистрали сети увеличена в 10 раз.

Кабельная одномодовая структура ЛВС ОИЯИ состоит из нескольких линий связи между двумя исследователь-

скими площадками Института, между Управлением и ЛИТ, между ЦКС «Дубна» и ЛИТ (эта линия связи подключена к каналобразующему оборудованию ЦКС «Дубна» как часть внешнего канала связи ОИЯИ–Москва в 1 Гб/с). Протяженность гигабитной кабельной одномодовой структуры около 11 км (не считая внешнего сегмента до ЦКС «Дубна»). Физическая топология оптической магистрали на площадке ЛЯП — кольцо. Для связи центрального телекоммуникационного узла с лабораториями используются отдельные волоконно-оптические пары проложенного 16-жильного кабеля. При этом часть волокон зарезервирована для внутренних потребностей самих лабораторий. Таким образом, на *физической кольцевой топологии* на площадке ЛЯП создана *логическая звездообразная топология* подключений лабораторий с центральным узлом коммутации в ЛИТ. Преимущество такого решения заключается в том, что при возможных физических повреждениях кабеля на кольце можно быстро восстановить работоспособность (*коннективность*) сети. Всего при создании одномодовой оптической гигабитной магистрали ЛВС ОИЯИ выполнено 400 оптических сварок, организовано 13 мест сопряжения с сетевым оборудованием, установлено 5 оптических муфт вне помещений для стыковки кусков кабеля.

Назначение центрального телекоммуникационного узла в ЛИТ — аккумулятивное одномодовых и многомодовых оптических линий связи на устройстве Cisco Cata-

LAN structure is formed on the one side by the *access networks* of the main and small JINR divisions, these are users' networks, and on the other side by the Ethernet Gigabit structure, or *gigabit transport backbone*.

The JINR Network Services, a division of the Laboratory of Information Technologies, worked out the ideology of the gigabit network backbone on the basis of the Gigabit Ethernet technology, and managed all activities to build this data transport structure in 2003–2005. JINR Gigabit Ethernet structure or backbone consists of three components: the optical transport backbone of the JINR LAN, the central telecommunication facility at LIT (LIT telecommunication node), and the Gigabit Ethernet backbone Layer 3 switches of the reference network model OSI (Open System Interconnection), installed in the eight major JINR divisions. The main communication link 16-fiber optic cable is made of the *single-mode* fibers, each being no more than 10 microns in diameter. The light beam from laser goes parallel to the fiber axis, not touching the fiber walls and thus without reflections. Hence, the signal power is not lost. A year and a half ago, JINR network on Fast Ethernet technology used *multimode* optic cables (fiber diameter is 50–62.5 microns) to transfer data with only 100 Mbps rate. Thus, the backbone speed increased 10 times.

There are several communication links in JINR LAN optic cabling structure: between the two JINR research sites, between the JINR Administration and LIT, between Dubna-City network and LIT, between LIT and the Space Communication Centre «Dubna» (this communication link forms the 1-Gbps external data communication channel to Moscow). The length of the single-mode optic cabling is about 11 kilometers (we do not take into account the length of the external channel). The type of the *physical topology of the LAN* across the DLNP research site is a ring. Every Laboratory has two fibers in the 16-fiber cable as a communication line with the central switching and routing facility (LIT telecommunication node). Some fibers are reserved for the internal needs of the Laboratories. Thus, on the DLNP research site a *star-type logical topology* between the Laboratories and central telecommunication node at LIT was made in addition to the physical communication topology. The advantage of developing cabling structure in such a way is in the possibility to quickly restore the network *connectivity* in cases of cable physical damages. When making the whole fiber optics single-mode cable structure of the JINR LAN, the following procedures were done: more than 400 fiber welded, 13 points of fiber optics crossed, 5 outdoor fiber optics cables connected.

lyst 6509, мультиплексирование и демультимплексирование пакетов данных для передачи их по волоконно-оптическому внешнему каналу, подключение DSL-линий связи (скорость передачи 8 Мб/с), телефонных коммутируемых линий связи (скорость передачи 33 Кб/с), организация скоростного канала связи (100 Мб/с) с городской сетью.

В настоящее время **сетевая безопасность** (защита сети) считается наиболее важным специфическим параметром сети. Эксперты по сетевой безопасности определяют ее как динамический процесс, а не как набор статических параметров. Это означает, что каждый пользователь отвечает за уровень безопасности в своей компьютерной среде. Поддерживая высокий уровень требований безопасности, пользователи тем самым поддерживают и общий высокий уровень безопасности всей сети ОИЯИ. Кроме индивидуальных средств защиты на пользовательских компьютерах применяются централизованные системные механизмы и устройства защиты сети Института. Например, наличие вредоносного кода в почтовых приложениях обнаруживается специализированным ПО, установленным на почтовом кластере mail.jinr.ru. База данных сигнатур вредоносного кода обновляется каждые 30 мин. Необходимо отметить механизм списков доступа ACL (Access Control List), реализованный в операционной системе Cisco IOS коммутаторов Cisco Catalyst 6509, 3750 и 3550 магистрали ЛВС, а также аппаратные возможности межсетевых защитных экранов Cisco PIX-525 и модуля меж сетевого

экрана коммутатора Cisco Catalyst 6509. Эти средства позволяют ограничивать установление соединения с большим количеством подозрительных или нежелательных сайтов.

**Надежность** ядра сети ОИЯИ (ядро — это несколько самых ответственных сетевых устройств центрального телекоммуникационного узла) будет значительно улучшена с установкой второго центрального коммутатора Cisco Catalyst 6509. Этот шаг позволяет не только повысить надежность ядра, но и увеличить доступность сети для пользователей при выполнении обновлений модулей ПО операционной системы Cisco Catalyst 6509. Критерий надежности реализуется как для коммутирующего и маршрутизирующего оборудования, так и для других сервисов. Например, сервис электронной почты mail.jinr.ru работает на кластере из двух серверов и при отказе основного «железного» почтового сервера его функции автоматически начнет выполнять резервный. Такой же подход реализован в отношении службы DNS (Domain Name Service) — службы определения IP-адресов по именам адресуемых хостов (компьютеров).

**Скорость передачи данных** — важнейшая рабочая характеристика сети, но стоит только на третьем месте по вполне понятной причине: при плохих показателях первых двух критериев этой важнейшей рабочей характеристикой просто не удастся воспользоваться. В настоящее время скорость передачи данных в сети ОИЯИ составляет

The LIT central telecommunication node is responsible for the following tasks: accumulating of the single-mode and multimode fiber optics communication links; multiplexing and demultiplexing of the data packets to (from) the Internet Service Provider in Moscow; connection of the DSL-lines (data rate is up to 8 Mbps), telephone modem lines (data rate is 33 Kbps); and high-speed (data rate is 100 Mbps) connection with Dubna-city network.

Nowadays **network security** is the most important crucial specific feature. Security experts define security as a dynamic process, but not the set of static parameters. It means that every user is responsible for his (her) security level in his (her) working computing environment. And keeping high level of the security demands that the entire JINR users' community gain high level of the overall JINR network security. Besides the software security mechanisms of users' workstations, there are some system-level tools and devices to protect the JINR network. For example, presence of the email harmful attachment contents is checked out by the software packages, installed on the JINR mail server (mail.jinr.ru). Antivirus data base of this server is updating every 30 minutes, reflecting the latest virus signatures. Then, it is necessary to point out the Access Control List (ACL) mechanisms of the core Cisco Catalysts

6509 switches, and the possibilities of the central firewall devices (Cisco PIX-525 and firewall board in Cisco Catalyst 6509 switch) that give ways to limit the access from (to) nondesired suspicious sites.

The network core (core is a few most critical network devices of the central telecommunication node) **reliability** will be improved by the installation of the second Cisco Catalyst 6509 switch. This step will improve not only the reliability, but also the level of network availability for users. For example, the software mail service mail.jinr.ru is running on two hardware servers, when the main hardware server goes down, the backup server comes into operation immediately. A similar approach is worked out for DNS (Domain Name System) service, which is used to resolve Internet IP addresses by the hosts' (computers') names.

The **speed of data transfer** is a very important work feature, but it is number 3 in the line of important network features and the network data transfer now is 1000 Mbps. Some research centres — our partners in scientific collaborations — started to use 10 Gbps network transport structures.

The next very important and useful feature is **maintainability**. Any network has to possess a monitoring and control mechanism. This mechanism can be considered as a separate

1000 Мб/с. Следует отметить, что некоторые партнеры ОИЯИ по научным исследованиям уже используют сетевые транспортные системы на скорости 10 Гб/с.

Следующая очень важная характеристика — *система технического и программного обслуживания* сетевой структуры. Любая сеть нуждается в средстве наблюдения за ее состоянием и системе управления. Подобная система может быть выделена в отдельную категорию или же быть частью рутинных штатных процедур по контролю и управлению цифровой транспортной структурой.

Важным параметром сетевой структуры является *масштабируемость* — свойство системы, которое позволяет наращивать количество пользователей, количество оборудования, добавлять сервисы, изменять параметры без глобальной перделки всей сетевой инфраструктуры. Это свойство заложено в сетевую структуру ОИЯИ через выбор номенклатуры оборудования и определяется политикой, которой придерживаются сетевые специалисты. Ряд общеинститутских системных сетевых сервисов поддерживается сетевой службой: маршрутизация, почтовая служба для ЛИТ и Управления, организация удаленного сетевого доступа к ресурсам ОИЯИ, поддержка базы данных сетевых пользователей с фиксацией различного рода квот. Есть сервис электронной почты через WWW, удобный для сотрудников ОИЯИ в командировках. Все круп-

ные подразделения Института имеют собственных системных администраторов, которые полностью обеспечивают поддержку ИТ-структуры своих подразделений.

В течение последних полутора лет в ОИЯИ устойчиво работает сеть на технологии Gigabit Ethernet со скоростью передачи данных 1000 Мб/с.

Гигабитная сетевая структура Института вместе с гигабитным внешним каналом — основа для адаптации и развития высокоскоростных приложений и протоколов передачи данных, крайне необходимых для исследователей Института, принимающих участие в совместных работах во многих научных коллаборациях.

Благодаря использованию коммутаторов Cisco Catalyst 6509, 3750 и 3550 третьего уровня модели OSI создано 8 изолированных подсетей, внутри которых ИТ-процессы протекают изолированно и не взаимодействуют с процессами в других подсетях, увеличивая тем самым защищенность и надежность всей сети.

Сеть ОИЯИ, как и любая сеть в Интернете, находится под постоянным воздействием со стороны вирусов, сетевых червей, различного рода атак. Для поддержания работоспособного состояния сети она постоянно модернизируется для адаптации новых сервисов, повышения уровня защищенности и надежности.

entity or can be part of the maintainability routine features, because monitoring and control are aimed to provide the proper functioning of the digital transport structure.

*Scalability* is the property to increase the number (scale) of users and services. This feature was partially solved by the choice of the equipment, partially by the JINR network services policy. The set of standard system-wide network services provided by the JINR network services are routing, email service for JINR Administration and LIT, remote access, support of the users' data base with different quotas. Every main division has its own system administrators to support the entire IT structure.

For a year and a half the JINR LAN has obtained the reliable high-speed (1000 Mbps) data transfer backbone on the Gigabit Ethernet technology.

The JINR LAN gigabit backbone, along with 1-Gbps external data communication link is the basis for the implementa-

tion and development of the applications and high-speed data transfer protocols, which are in great demand for JINR researchers who take part in mutual studies in much scientific collaboration.

With the application of Cisco Catalyst 6509, 3550 and 3750 of Layer 3 of the OSI model, eight isolated networks in the JINR divisions were created, where IT processes are isolated and do not interfere with those from other networks, thus increasing the level of both security and reliability of the whole network.

JINR LAN, like any LAN in the Internet, is under permanent pressure of different kinds of viruses, worms, attacks, and it should be in the process of permanent modernizations and upgrading to reflect progress of the new services to increase the level of security and reliability.