

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

---

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ имени Д.В. СКОБЕЛЬЦЫНА**

С.Ф. Бережнев, Н.И. Гришин, Г.Г. Ермаков,  
Е.Г. Кузнецов, А.М. Линкевич, П.В. Филякин

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И МАРШРУТИЗАЦИИ В  
КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ  
RUNET/RADIO-MSU**

Препринт НИИЯФ МГУ № 2007-14/835

Москва, 2007 г.

УДК

**С.Ф. Бережнев, Н.И. Гришин, Г.Г. Ермаков,  
Е.Г. Кузнецов, А.М. Линкевич, П.В. Филякин**

**e-mail: [sfb@radio-msu.net](mailto:sfb@radio-msu.net)**

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И МАРШРУТИЗАЦИИ В  
КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ  
RUHEP/RADIO-MSU**

Препринт НИИЯФ МГУ № 2007-14/835

Аннотация

В статье описана структура сети RUHEP/Radio-MSU, ее система управления и маршрутизации. Предложена перспективная схема развития сети и состав оборудования, позволяющие обеспечить участникам сети доступ к основным национальным вычислительным ресурсам и узлам международной связности на скоростях 10 Гбит/с.

**S.F. Berezhnev, N.I. Grishin, G.G. Ermakov,  
E.G. Kuznetsov, A.M. Linkevitch, P.V. Filyakin**

**RUHEP/RADIO-MSU COMPUTERNETWORK ROUTING AND CONTROL SYSTEM**

Preprint MSU SINP № 2007-14/835

Abstract

RUHEP/Radio-MSU structure, its system for control and routing has been described in this article. Prospective scheme and set of the equipment has been proposed, which will allow to provide participants with an access to national computing resources and international connectivity nodes at the rate of 10 Gbps.

© С.Ф. Бережнев, Н.И. Гришин, Г.Г. Ермаков,  
Е.Г. Кузнецов, А.М. Линкевич, П.В. Филякин  
© НИИЯФ МГУ, 2007 год, <http://www.sinp.msu.ru>

## 1. Введение.

Сеть RUHEP/Radio-MSU является составным элементом системы российских научно-образовательных сетей. Исторически сложилась так, что российский научно-образовательный Интернет состоял из ряда взаимодействующих относительно независимых сетей, в значительной степени базирующихся на собственной канальной структуре и на собственном международном канале. Часть из этих сетей изначально строились как сети общего назначения, часть как специализированные предметно-ориентированные сети. Сеть RUHEP/Radio-MSU выполняла обе указанные функции.

В первую очередь, сеть строилась как предметно-ориентированная сеть по физике высоких энергий и фундаментальной ядерной физике и обеспечивала доступ в Интернет и связь с зарубежными партнерами для большинства российских институтов этого профиля. Кроме того, обладая развитой инфраструктурой, сеть предоставляла выход в Интернет для ряда других научных институтов. В связи с началом экспериментов на Большом Адроне Коллайдере (БАК) в ЦЕРН перед сетью RUHEP/Radio-MSU встала проблема обеспечения гигабитных коммуникаций для этой задачи.

## 2. Система каналов сети RUHEP/Radio-MSU.

### 2.1. Международные каналы, используемые научными сетями.

По мере развития Интернет в России российские научно-образовательные сети отказались от использования собственных маломощных каналов. Доступ к мировому Интернету осуществляется по трем каналам (точкам доступа): RUNNet, RBNet/Gloriad и GEANT.

а) канал российской университетской сети RUNNet. Это наиболее мощный канал. Его емкость в настоящее время составляет 10 Гигабит в секунду. Канал обеспечивает надежный доступ, как в коммерческие сети, так и в европейскую транзитную сеть GEANT. В Москве канал оканчивается на междугородней телефонной станции АМТС-9.

б) канал RBNet/Gloriad предназначен для обеспечения связности для некоторых международных научных программ, в частности, БАК в ЦЕРН и ИТЕР. На промежуточных узлах уже установлено оборудование, позволяющее организовать связь между Москвой и ЦЕРН по «темному» волокну. Московский узел канала так же расположен на междугородней телефонной станции АМТС-9. К сожалению, до сих пор не выделено финансирование этого канала на 2008 год, и с 1.01.2008 года работа этого канала будет приостановлена.

в) узел европейской транзитной сети GEANT в Москве располагается в здании президиума РАН. Узел связан со структурами GEANT каналом с емкостью 2,4 Гигабита в секунду. Однако, доступ к этому узлу возможен только через сеть президиума РАН, что резко снижает эффективность его использования.

### 2.2. Структура сети RUHEP/Radio-MSU.

Сеть RUHEP/Radio-MSU базируется на двух основных центра маршрутизации через которые осуществляется связь с внешним миром и подключение основных потребителей. Первый из них расположен на междугородней телефонной станции АМТС-9, в второй в НИИЯФ МГУ на Ленинских горах. Два этих

центра связаны между собой собственными оптоволоконными линиями связи с пропускной способностью в настоящее время 2Гигабит/с.

Оба центра маршрутизации используются как для подключения абонентов сети, так и для подключения магистральных каналов связи для доступа в Интернет. На данный момент сложилась следующая структура внешних каналов (см. рис.1):

Каналы, приходящие на узел RUHEP/Radio-MSU на М9:

- MSK-IX 1Гигабит/с
- RUNNet 1Гигабит/с
- RBNNet (NAP) 1 Гигабит/с
- GEANT (через сеть RASNet) 1 Гигабит/с
- Абоненты сети RUHEP/Radio-MSU, подключенные на М9:
  - ИТЭФ (через сеть ЮМОС) 100 Мегабит/с
  - МИФИ 1Гигабит/с
  - ФИАН 100Мегабит/с
  - ИФВЭ 100Мегабит/с
  - Троицкий научный центр РАН 2 Гигабит/с

Каналы, приходящие на узел RUHEP/Radio-MSU в НИИЯФ МГУ:

- GEANT (backup через сеть RASNet) 1 Гигабит/с
- MSUNet 100 Мегабит/ с
- Абоненты сети RUHEP/Radio-MSU, подключенные в НИИЯФ МГУ:
  - НИИЯФ 100 Мегабит/с
  - GRID-центр НИИЯФ 1 Гигабит/с
  - Вычислительная ферма в НИВЦ МГУ 1 Гигабит/с
  - Подразделения МГУ 100 Мегабит/с

### 3. Система маршрутизации и управления сети RUHEP/Radio-MSU

Система маршрутизации сети RUHEP/Radio-MSU базируется на протоколах динамической маршрутизации OSPF и BGP. Протокол OSPF используется для обеспечения маршрутизации внутри сети, в то время как протокол BGP используется для организации маршрутизации на внешних каналах связи и для связи с абонентами сети, имеющими свои собственные автономные системы. Автономная система сети RUHEP/Radio-MSU – AS2683. Связь по BGP осуществляется со следующими абонентами сети: НИИЯФ МГУ (AS12925), ИФВЭ (AS2643), ИТЕЭФ (AS2148). Все остальные абоненты сети получили адресное пространство IP адресов из автономной системы RUHEP/Radio-MSU. В сети также реализована система управления анонсами с помощью механизма community, предусмотренного протоколом BGP. Используя этот механизм, абоненты, подключенные по протоколу BGP, могут влиять на политику анонсирования своих сетей на внешних каналах сети RUHEP/Radio-MSU.

## 4. Управление и мониторинг сети RUHEP/Radio-MSU

Управление и мониторинг сети RUHEP/Radio-MSU осуществляют сотрудники центра управления сетью связи (NOC) RadioMSU. Для обеспечения большей надежности и улучшения качества предоставляемых услуг в центре управления сетью связи RUHEP/Radio-MSU организовано круглосуточное дежурство операторов, которые могут принять звонок от абонента и помочь разобраться с возникшей проблемой.

## 5. Перспективы развития сети RUHEP/Radio-MSU.

В настоящее время НИИЯФ МГУ обладает наиболее развитой сетевой инфраструктурой сетевой инфраструктурой среди всех российских физических институтов. Эта инфраструктура, опирающаяся на систему гигабитных каналов, позволяет решать большинство текущих задач, стоящих перед ядерно-физическими центрами. Однако новые задачи, в первую очередь связанные с развитием GRID-технологий требуют перехода на каналы повышенной емкости – 10 Гигабит в секунду. В первую очередь такие каналы необходимы для обеспечения доступа к узлам RUNNet, RBNet/Gloriad и GEANT, а так же для организации связи между двумя базовыми узлами сети RUHEP/Radio-MSU в НИИЯФ МГУ и на АМТС М 9. Целесообразно так же обеспечить связь на такой же скорости с основными узлами сети МГУ - MSUnet и основными потребителями.

Итак, полномасштабная система должна включать в себя следующие линии с пропускной способностью 10 Гбит/с, оканчивающиеся на двух узлах НИИЯФ МГУ – на М9 и собственно в НИИЯФ МГУ:

НИИЯФ (М9) - НИИЯФ(МГУ);  
- MSUnet(М9);  
- RUNNet;  
- RBNet (NAP);  
- RASnet;  
- Троицкий научный центр;  
- ИФВЭ.

НИИЯФ(МГУ) - НИИЯФ(М9);  
- MSUnet(МГУ);  
- RASnet;  
- Грид-центр в НИИЯФ;  
- Вычислительная ферма в НИВЦ МГУ;  
- ФИАН;  
- ИТЭФ.

Для реализации этого проекта требуется следующее оборудование:

- 1) WS-X6704-10GE 4-х портовый 10Гигабит/с модуль - 4 модуля
- 2) WS-C3750G-16TD-S 9ДЛЯ (для НИИЯФ и НИВЦ) - 2 коммутатора
- 3) XENPAK-10GB-LR (Оптический модуль до 10 км) - 20 модулей

# Структура сети RUHEP/Radio-MSU

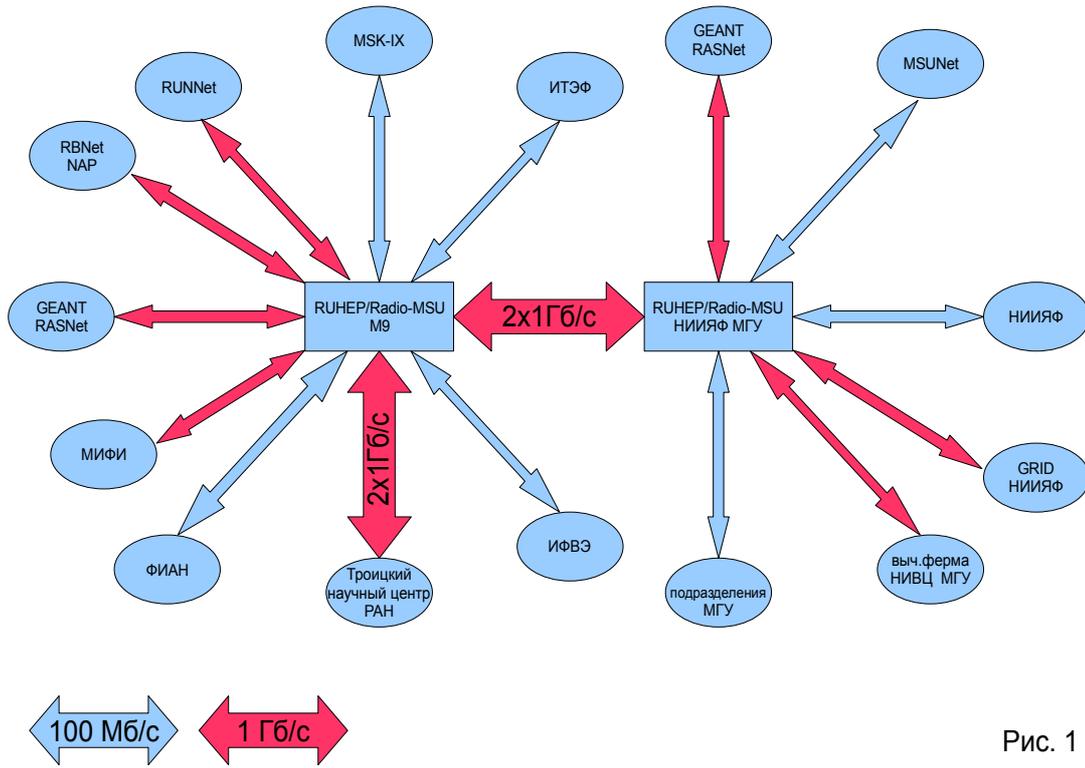


Рис. 1

**Сергей Филиппович Бережнев  
Николай Иванович Гришин  
Георгий Георгиевич Ермаков  
Евгений Гдалиевич Кузнецов  
Андрей Михайлович Линкевич  
Павел Владимирович Филякин**

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И МАРШРУТИЗАЦИИ В  
КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ  
RUNET/RADIO-MSU**

Препринт НИИЯФ МГУ № 2007-14/835

Работа поступила в ОНТИ 29.12.2007