

# НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ГРИД-СЕТЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С.В. Абламейко, В.В. Анищенко, А.М. Криштофик

## Введение

Необходимым условием функционирования современной инновационной экономики, основанной на знаниях, является наличие развитой национальной информационно-вычислительной инфраструктуры, включающей территориально-распределенные высокопроизводительные вычислительные машины (суперкомпьютеры) и системы хранения данных больших объемов, телекоммуникационные технологии и программные средства для их эффективного использования. Это положение носит фундаментальный характер, а данные технологии являются критическими и системообразующими. Без них невозможно развитие науки и высокотехнологичных отраслей экономики и в целом инновационного развития страны. Электронная инфраструктура науки используется научным мировым сообществом как технологическая основа и среда фундаментальных исследований, разработки новых наукоемких технологий с последующим их внедрением в различные отрасли экономики и является инновационной инфраструктурой государства, создаваемой с целью конкурентоспособного развития экономики страны

## 1. Направления создания грид-сети в Республике Беларусь

Национальная грид-сеть - согласованная, открытая, стандартизированная сервисная среда, объединяющая с использованием промежуточного программного обеспечения gLite и/или Unicore специально выделенные суперкомпьютерные и другие вычислительные ресурсы и ресурсы хранения научных организаций и высших учебных заведений Республики Беларусь, которая обеспечивает гибкое, безопасное, скоординированное использование ресурсов для решения актуальных ресурсоемких задач науки, образования и экономики страны.

Развитие грид-технологий в Республике Беларусь осуществляется в рамках Национальной грид-инициативы (рис.1). Полноценное развитие началось с момента выполнения программы Союзного государства «СКИФ-ГРИД» и участия в проекте 7 рамочной программы Европейского союза Balticgrid2. Основным направлением реализации грид-инициативы является создание национальной грид-инфраструктуры, интегрированной в общеевропейскую грид-сеть, общее информационно-вычислительное научно-образовательное пространство Союзного государства с последующим объединением со странами СНГ, и в первую очередь Украиной, Молдовой, Казахстаном, Азербайджаном, т.е. со странами создающими национальные научно-образовательные грид-сети.

Национальная грид-инфраструктура создается по трем направлениям [1]:

- сегмент грид-сети, интегрированный в европейскую грид-инфраструктуру EGI;
- сегмент грид-сети, интегрированный в общее информационно-вычислительное научно-образовательное пространство с Российской Федерацией;
- корпоративные грид-сети определенной тематической направленности.

Для создания сегмента грид-сети, интегрированного в европейскую грид-инфраструктуру EGI используется программное обеспечение промежуточного уровня (ПО ПУ) gLite, а сегмента грид-сети, интегрированного в общее информационно-вычислительное научно-образовательное пространство с Российской Федерацией – Unicore.

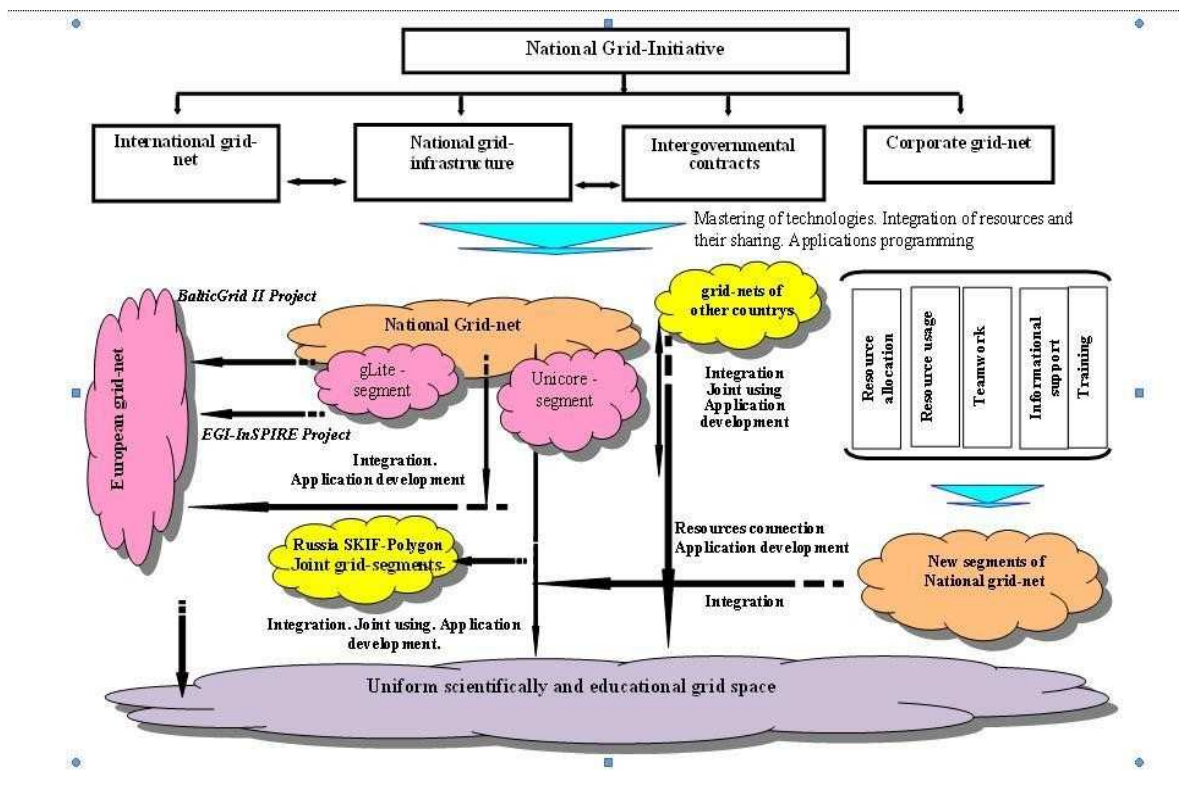


Рис. 1. Национальная грид-инициатива и направления ее реализации

Для программного обеспечения промежуточного уровня UNICORE впервые разработаны комплекты программного обеспечения и программной документации мониторинга и тестирования сайтов; системы анализа, статистики и учета ресурсов; брокера ресурсов; системы пакетной обработки для платформы ОС Windows; сервисов и средств файлового обмена, дистрибутива UNICORE [2]. Разработан собственный дистрибутив программного обеспечения промежуточного уровня UNICORE.

Построение корпоративных грид-сетей определенной тематической направленности имеет свои особенности. Необходимость выделения данного направления возникает при анализе общих потребностей различных корпоративных потребителей вычислительных ресурсов. Например, не всегда существует необходимость в развертывании усиленной системы безопасности грид-сети, поскольку корпоративная сеть вообще не имеет выход в интернет, либо большая часть требуемой функциональности может быть реализована при помощи сетевых сервисов аналогичных Web-сервисам. В этом случае нецелесообразно развертывать грид-сеть с использованием технологий ПО ПУ Unocore, но необходимо стандартизировать использование технологий удаленного вызова процедур (xml-rpc, jax-rpc и т.п.), создания web-, file-сервисов, использование планировщиков заданий. Результаты этого направления в дальнейшем могут быть задействованы при построении гри-сети для конкретного заказчика. Подобного рода технологии использовались, например, при построении грид-сети корпорации Daimler

Crysler для работы с инженерным пакетом LS-DYNA. Аналогичные работы можно выделить и для типичных грид-приложений, таких как решение задач перебора большой размерности или задачи выбора оптимального варианта.

## 2. Грид-инфраструктура Республики Беларусь

В рамках выполнения научно-технической программы Союзного государства «СКИФ-ГРИД» и участия в проекте Balticgrid2 создан опытный участок национальной грид-сети. В состав опытного участка национальной грид-сети входят:

1. Ресурсные центры на базе суперкомпьютерных ресурсов ОИПИ НАН Беларуси, ОИЭЯИ-Сосны НАН Беларуси, БГУ, БНТУ, ГрГУ им. Я.Купалы и ресурсного центра на базе персональных компьютеров БГУИР с прикладным программным обеспечением для решения задач машиностроения (анализ нелинейного динамического отклика трехмерных упругих структур, прочность, теплофизика, гидрогазодинамика и электромагнетизм с возможностью решения связанных задач, объединяющих все перечисленные виды), биоинформатики (анализ структуры белков для предсказания белков при разработке технологии производства диагностической тест-системы, анализ мутаций в белках ВИЧ-1, молекулярно-динамические расчеты, квантово-химические расчеты), медицины

- (сегментация изображений легкого, вычисления структурных цифровых портретов и индексирования сегментированных изображений легкого), нанотехнологий (квантово-механических расчетов параметров наноматериалов), физики высоких энергий, физики, математики.
2. Удостоверяющий центр, обеспечивающий функционирование инфраструктуры открытых ключей, необходимой для использования и предоставления грид-ресурсов в Республике Беларусь путем аутентификации с помощью открытых ключей. Удостоверяющий центр (УЦ) состоит из сертификационного центра (СЦ) и не менее одного регистрационного центра (РЦ). СЦ непосредственно издает сертификаты для абонентов УЦ. РЦ проверяют идентификационные данные абонентов и подтверждают запросы на выдачу сертификатов; УЦ выпускает сертификаты для физических лиц, серверов и служб. Удостоверяющий центр аккредитован в международной организации EUgridPMA, разрабатывающей и обеспечивающей соблюдение правил функционирования международных грид-инфраструктур, Информация об УЦ ОИПИ НАН Беларуси опубликована в дистрибутиве корневых сертификатов Международной организации IGTF (International Grid Trust Federation) (под именем ca\_BYGCA-\*.\*)).
  3. Операционный центр Национальной грид-сети, обеспечивающий управление и поддержку функционирования национальной грид-инфраструктуры: разработка структуры управления грид-сетью и процедур управления грид-сетью, таких как функционирование операционного центра, взаимодействие с центром выдачи сертификатов, функционирование сети и взаимодействия с сетевым провайдером, функционирование базовых и вспомогательных грид-сервисов, поддержка пользователей грид-сети, создание и удаление пользователей, ресурсных центров и грид-сервисов; развертывание серверов и служб обеспечивающих работу сервисов ОЦ и корневых сервисов грид-сети; ведение и учет пользователей и ресурсов грид-сети.
  4. Пилотный образец высокопроизводительной системы сегментации, структурного анализа, индексации и поиска медицинских изображений на основе грид-технологий для решения задач предварительной диагностики заболеваний (САМИ-ГРИД).
  5. Телекоммуникационная инфраструктура грид-сети на базе высокоскоростного участка опорной сети BASNET. Сеть BASNET как национальный представитель научно-образовательных сетей Республики Беларусь является ассоциированным членом общеевропейской ассоциации исследовательских и образовательных сетей TERENA, участником крупнейшего проекта 7-й Рамочной программы ЕС по созданию международной инновационной, мультидоменной, гибридной сетевой инфраструктуры G? ANT-III.
  6. Репозитарий дистрибутивов и программного обеспечения грид-проекта UNICORE и зеркало репозитария программного обеспечения грид-проекта gLite в составе - репозитария дистрибутивов ОС и программного обеспечения промежуточного уровня (ПО ПУ) и репозитария для разработки ПО ПУ.
  7. Корпоративная сеть специального назначения.

Имеющееся прикладное программное обеспечение позволяет решать следующие задачи: нелинейная динамика; тепловые процессы и явления; разрушения и взрывы; образование и развитие трещин; контактная механика; квазистатика; Эйлерова формулировка МКЭ; произвольное лагранж-эйлерово поведение; акустика в реальном масштабе времени; междисциплинарный анализ: прочность, теплофизика, акустика; гидрогазодинамика; электромагнетизм совместно с расчетом усталостных характеристик и процедурами оптимизации; квантовая химия, молекулярная динамика; обработка и анализ изображений; белковые структуры и их мутации и др.

Основными пользователями ресурсов грид-сети являются:

- a) учреждения и организации Национальной академии наук Беларуси: ОИПИ НАН Беларуси, ИТМО НАН Беларуси, Институт математики НАН Беларуси, ФТИ НАН Беларуси, ИМИНМАШ НАН Беларуси, Институт геохимии и геофизики НАН Беларуси; ИБОХ НАН Беларуси, Институт физики им. Степанова НАН Беларуси;
- b) учреждения образования: Белорусский государственный университет, Белорусский национальный технический университет, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники;
- c) учреждения и организации Министерства обороны: Военная академия Республики Беларусь, НИИ Вооруженных Сил Республики Беларусь;
- d) Комитет государственной безопасности Республики Беларусь;
- e) учреждения и организации Министерства здравоохранения: Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии, УЗ «2-ой городской противотуберкулезный

диспансер» и «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова».

### 3. Национальный центр грид-технологий.

В ОИПИ НАН Беларуси создана инфраструктура и аппаратно-программная платформа для выполнения функций:

- развития и использования опытного участка национальной грид-сети на базе ресурсов суперкомпьютерных систем;
- организации управления и контроля за состоянием и использованием ресурсов;
- подключения дополнительных ресурсов и пользователей;
- обеспечения доступа пользователей к информационным и вычислительным ресурсам.

Данная инфраструктура послужила основой создания Национального центра грид-технологий.

В целях повышения эффективности развития и использования опытного участка национальной грид-сети на базе ресурсов суперкомпьютерных систем, обеспечения интеграции в европейскую грид-инфраструктуру, организации контроля за состоянием и использованием ресурсов, подключения дополнительных ресурсов и пользователей, обеспечения доступа пользователей к информационным и вычислительным ресурсам в 2010 г. создан Национальный центр грид-технологий, функции которого приведены на рисунке 2. В его состав вошли: ресурсный центр ОИПИ НАН Беларуси (рис.3), удостоверяющий и операционный центры, научно-образовательная сеть Basnet.

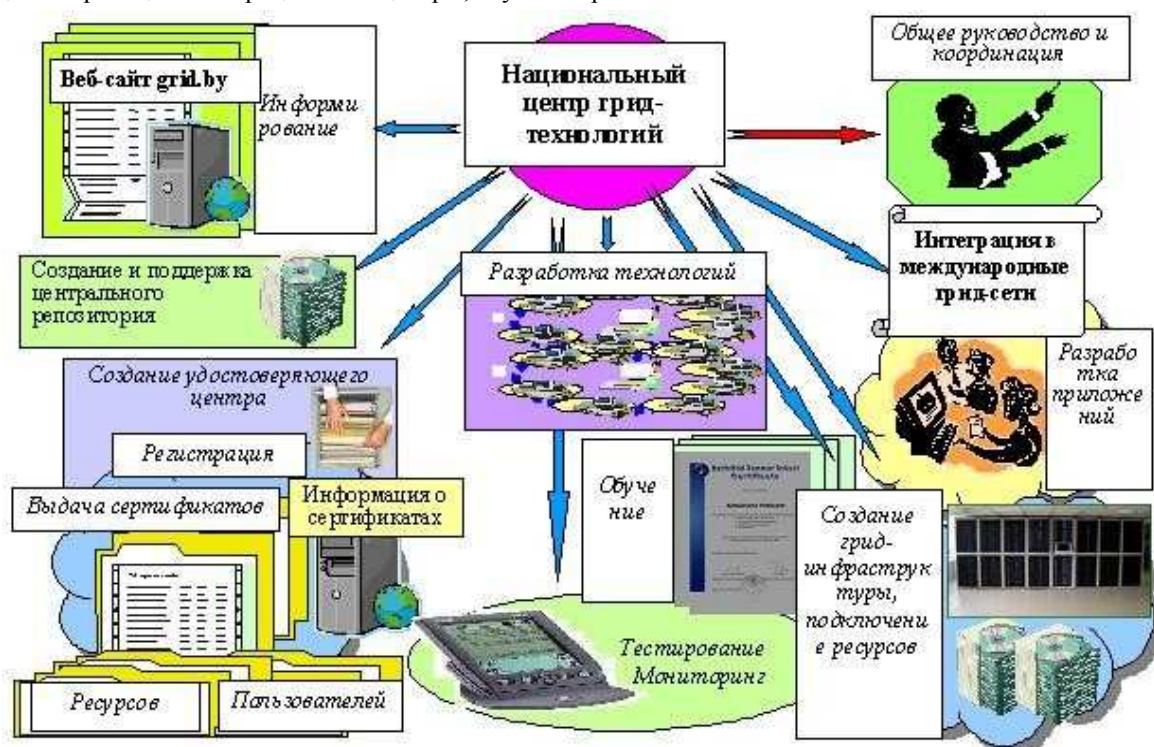


Рис.2 .Функции Национального центра грид-технологий

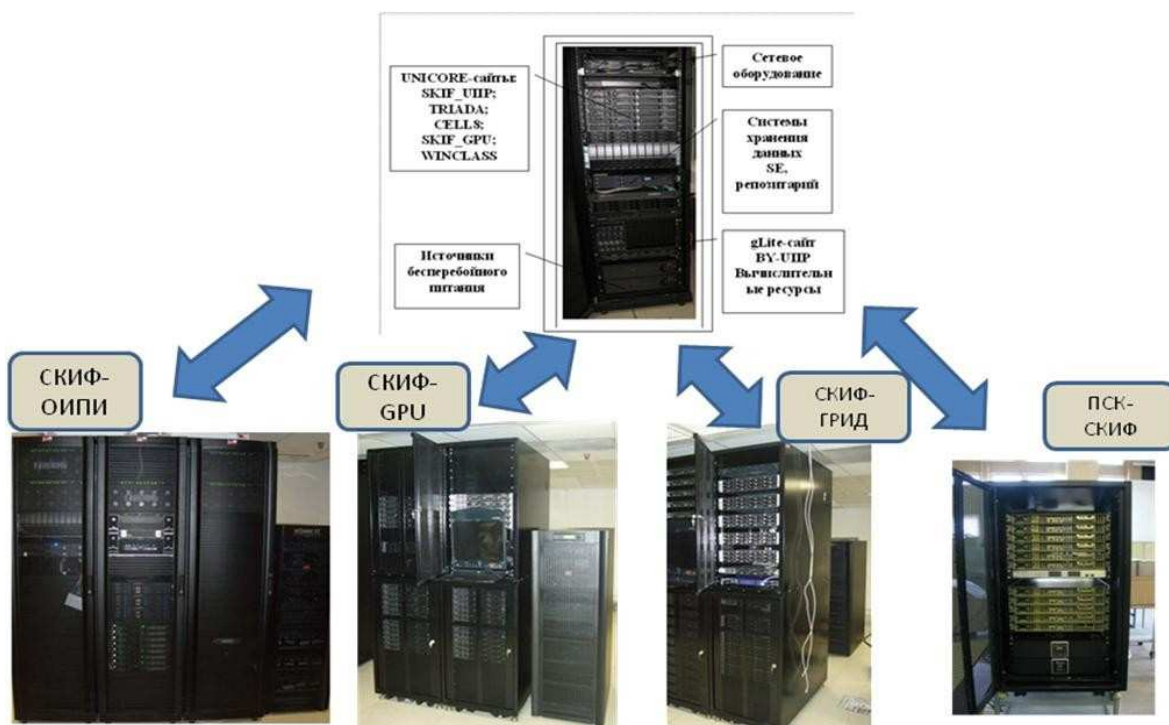


Рис.3 .Ресурсный центр ОИПИ НАН Беларуси

Общепризнанной метрикой востребованности грид-среды является количество используемых в ней сертификатов. Так, с октября 2008 г. удостоверяющим центром ОИПИ НАН Беларуси выдано 235 сертификатов для 108 уникальных физических лиц и 95 серверов из Беларуси. Эти значения являются одним из наиболее важных индикаторов темпов роста и спроса на грид-технологии в стране. Для сравнения, в Литве, Латвии и Эстонии вместе взятых за тот же период было выдано вдвое меньше сертификатов, однако, по оценкам экспертов Еврокомиссии, общий (усредненный) результат прибалтийских стран и Беларуси является очень хорошим даже на фоне таких стран – флагманов грид-технологий, как Великобритания, Германия и Италия.

Следует отметить, что опытный участок Национальной грид-сети интегрирован в европейскую грид-сеть через сегмент Balticgrid (рис.4) [3]. В настоящее время ОИПИ НАН Беларуси представляет национальную грид-инфраструктуру в европейской грид-сети и вступил в организацию EGI [4]. С весны 2010 г. запущен новый четырехлетний проект EGI-InSPIRE, финансируемый по седьмой Рамочной программе научных исследований и технологического развития Европейского союза. В проекте EGI-InSPIRE запланировано участие практически всех стран Европы, а также США и некоторых стран Азии. Белорусскую грид-инициативу в проекте представляет ОИПИ НАН Беларуси. В настоящий момент ОИПИ НАН Беларуси представляет национальную грид-инициативу и совместно с российскими коллегами и создает базовое общее научно-образовательное пространство Союзного государства на базе СКИФ-Полигона (рис.4).

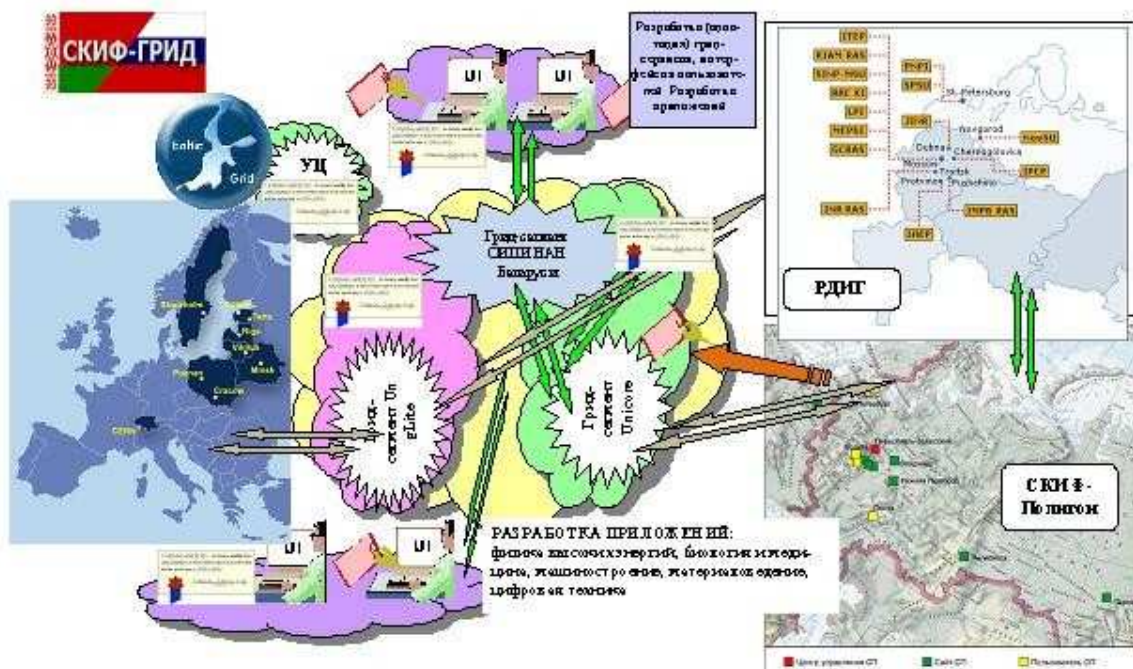


Рис.4. Интеграция ресурсов Национальной грид-сети в международные грид-сети

Участие в столь глобальном проекте будет способствовать открытию доступа для белорусских ученых из различных предметных областей к мировым информационно-коммуникационным ресурсам, даст новый толчок развитию научно-образовательных связей за рубежом, что поспособствует участию белорусских организаций (особенно вузов и НИИ Беларуси) в новых международных научных, образовательных, инфраструктурных и интеграционных проектах.

### Заключение

Объединение национальных суперкомпьютерных центров каналами высокоскоростной связи и построение на их основе единой системы создают распределенную инфраструктуру центров обработки данных, объединенных в единое вычислительное пространство. Данная инфраструктура является высокоэффективной, катастрофоустойчивой и наиболее полно отвечающей современным потребностям. Создание Национальной грид-сети Республики Беларусь является первым шагом на пути создания электронной инфраструктуры науки и инновационного развития наукоемких технологий.

Эффективное создание и использование такой инфраструктуры может быть реализовано посредством массового целенаправленного развития такой стратегической области, как грид-технологии.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Абламейко, С.В. Создание грид-инфраструктуры в Республике Беларусь / С.В. Абламейко, В.В. Анищенко, А.М. Криштофик // Развитие информатизации и системы научно-технической информации (РИНТИ-2008): материалы VII Междунар. конф., Минск, Беларусь, 5 нояб. 2008 г. – Минск, 2008.
2. Создание национальной грид-сети СКИФ [Электронный ресурс] / В.В. Анищенко [и др.]// Научный сервис в сети Интернет: масштабируемость, параллельность, эффективность: материалы Всерос. суперкомпьютерной конф., Новороссийск, Россия, 21-26 сент. 2009 г. / Суперкомпьютерный консорциум университетов России [Электронный ресурс]. – Новороссийск : Изд-во МГУ, 2009. – 1 электрон.опт. диск (CD-ROM).
3. BalticGrid-II project, EU [Electronic resource]. – Mode of access : <http://www.balticgrid.org/>. – Date of access : 05.09.2010.

4. European Grid Initiative, EU [Electronic resource]. – Mode of access : [www.egi.eu/](http://www.egi.eu/). – Date of access : 05.09.2010.