

Проект
технического задания
на выполнение работы по проекту

Создание прототипа распределённой региональной вычислительной сети коллективного пользования для обеспечения исследований фундаментальных свойств материи и соответствующего учебного процесса в вузах и академических институтах Санкт–Петербурга и Ленинградской области

1. Предлагается создать прототип распределённой специализированной вычислительной сети для обеспечения физических исследований в основном в области фундаментальных исследований свойств материи и связанного с этой проблематикой образовательного процесса. Предполагается, что в данной сети будут доступны реальные физические данные с крупнейших в мире экспериментальных физических установок: с ускорителей Лаборатории им. Ферми (FermiLab) в США, из крупнейшего Европейского ускорительного центра ЦЕРН (CERN) в Швейцарии и других. Предполагается, что этой вычислительной сетью будут пользоваться совместно научные сотрудники, специалисты, аспиранты из академических институтов и университетов в С.-Петербурге и Ленинградской области, а также студенты старших курсов, которые специализируются в области физики высоких энергий, космологии, теоретической физике. Кроме этого, сетью смогут пользоваться те преподаватели, исследователи, аспиранты и студенты, которые специализируются в области распределённых вычислительных систем.
2. Использование предлагаемой вычислительной сети обеспечит максимально свободный доступ всех лиц в С.-Петербурге и Ленинградской области, вовлечённых как в физические исследования фундаментальных свойств материи, так в образовательный процесс, к самым новейшим экспериментальным данным, полученным в данной области исследований. Студенты и аспиранты, получив современный по мировым меркам опыт обработки экспериментальных данных большого объёма и международного разделения труда, смогут продолжать свою научную карьеру или принесут новейший опыт в любую сферу деятельности, в которой они продолжают свою карьеру: бизнес, народное хозяйство, государственные структуры.
3. На первом этапе (2001 год) планируется реализовать прототип распределённой вычислительной сети для исследовательских и учебных заведений С.-Петербурга

и Ленинградской области, вовлечённых в изучение и исследование фундаментальных свойств материи. В завершённом виде, в 2005 году, вычислительная сеть будет охватывать все физические факультеты и физические лаборатории, занимающиеся исследованием фундаментальных свойств материи и родственными проблемами университетов и исследовательских институтов. На последующих этапах будут производиться модернизация обсуждаемого прототипа. Очередность дальнейших этапов будет определяться потребностями обработки данных, изменениями на рынке компьютерного оборудования и доступным финансированием. Прототип будет состоять из двух вычислительных установок (в ПИЯФ РАН) и в СПбГТУ, связь между которыми будет осуществляться посредством Интернет. Обе установки будут базироваться на процессорах типа Pentium III с частотой 1 ГГц. Такой выбор даёт достаточно высокую на текущий момент производительность (около 90-100 SpecInt 95 на двухпроцессорную машину) при приемлемой стоимости на момент подачи заявки. Прототип даст заметный эффект, если суммарная производительность достигнет масштаба 2K SpecInt 95 (т.е. увеличит существующую вычислительную мощность примерно в 10 раз). Наиболее эффективно создать такую установку на основе двухпроцессорных машин на основе микропроцессоров Интел с памятью 512 МБ (размер определяется возможными размерами прикладных программ). Итак, общее количество машин в сумме в двух местах составит $2000/100=20$ единиц. Предполагается, что потребуется только один монитор на каждые 4 машины, т.е. 5 мониторов с диагональю 51 см. Кроме того, потребуется 6 механических переключателей для переключения клавиатуры и мониторов с одной машины на другую. Поскольку будут устанавливаться две части (быть может неравные по количеству машин), то потребуется два сетевых коммутатора (Switch) с 24 портами (в целях последующего расширения) по 100 Мбит каждый. В составе части машин кластера необходимы мощные графические карты для эффективной визуализации результатов расчётов (имеются в виду те машины, которые оснащены мониторами). Размер данных типа ESD, который может быть отсортирован для получения статистически разумного объёма (10^{**5} - 10^{**6} событий) данных типа AOD, может составлять 100 GB. Предполагая, что на обоих кластерах будут работать по три группы исследователей и студентов, становится очевидным, что для каждого кластера необходима дисковая память с минимальным объёмом примерно в $100\text{ GB} \times 3=300\text{ GB}$. Такой объём легко реализуется в виде дисковой фермы, состоящей из 4-5 дисководов по 72GB. Естественно, что на каждом кластере необходимо как минимум одно ленточное запоминающее устройство типа DLT8000 (как вариант - ленточная библиотека) или более продвинутое. Предполагается, что на всех машинах будет установлена операционная система Linux, которая является стандартом *de facto* в вычислительной инфраструктуре для анализа данных по физике высоких энергий. Обе вычислительные установки (в ПИЯФ и в СПбГТУ) будут состоять из вышеописанных вычислительных машин и будут использоваться в качестве вычислительных кластеров. Каждый кластер (в современной терминологии прототип *фабрики*) будет находиться под единым администрированием. Будучи реализованным, прототип региональной распределённой вычислительной сети позволит практически всем лицам, вовлечённым в обработку экспериментальной информации получить навыки работы с вычислительными ресурсами современной архитектуры и принять полноценное участие в обработке данных. Реалистично оценивая число ученых, преподавателей, аспирантов, студентов, можно говорить о 100 потребителях прототипа вычислительной сети в первый год работы (2001г). Таким образом, в предлагаемом проекте предполагается использовать самые последние достижения в области компьютерной архитектуры

по реализации распределенных вычислений с большим количеством данных. Без сомнения, сама реализация подобного проекта привлечет внимание многих молодых людей, которые получают отличный опыт уже в процессе реализации проекта. Ожидается, что около 100 человек начнут осваивать современный инструментарий для выполнения анализа физической информации, разные компоненты которой находятся в различных странах.

4. Предполагаемый перечень мероприятий для реализации проекта приведён ниже.
 - Создание сайта в мировой паутине с описанием проекта и плана реализации.
 - Исполнители: совместно ПИЯФ и СПбГТУ.
 - Приобретение необходимого вычислительного оборудования.
 - Исполнитель: ПИЯФ.
 - Установка оборудования и базового программного обеспечения, конфигурирование и настройка.
 - Установка операционной системы Linux.
 - Установка и настройка пакетной системы управления заданиями PBS.
 - Установка прикладной библиотеки CERNlib и сопутствующих компонентов.
 - Установка и настройка компонентов системы Globus.
 - Установка и настройка компонентов системы GDMR.
 - Исполнители: совместно ПИЯФ и СПбГТУ.
 - Проверка совместной работы в распределенной сети.
 - Получение числовых параметров, характеризующих реальную пропускную способность каналов связи и устойчивость функционирования распределенной системы в целом.
 - Исполнитель: совместно ПИЯФ и СПбГТУ.
 - Проведение обучения для потенциальных потребителей.
 - Исполнитель: совместно ПИЯФ и СПбГТУ.
 - Разработка процедуры регистрации и регистрация новых потребителей из разных институтов и университетов.
 - Исполнитель: ПИЯФ.
 - Регистрация потребителей и получение первых результатов расчетов.
 - Исполнители: совместно ПИЯФ и СПбГТУ.
5. На обсуждаемом прототипе можно будет выполнять относительно часть анализа реальных (а не учебных) физических данных. Данные могут поступать из нескольких источников: моделируемые данные из конкретных экспериментов, например, Alice или реальные данные из действующих экспериментов, например, Phenix, в которых ПИЯФ и СПбГТУ принимают активное участие. Совместная обработка данных предположительно даст отличный полигон для освоения существующих и разработки новых технологий анализа данных, как для студентов, так и для преподавателей и исследователей. Среди важных числовых показателей следует отметить удельную стоимость вычислительной мощности проектируемого прототипа. Тем не менее, для нетривиальных вычислительных архитектур не существует единого показателя, по которому было бы можно сравнивать любые вычислительные установки. Сравнение по отдельному показателю будет иметь заметное значение при прочих равных условиях и значениях других параметров: пропускная способность системной шины, размер буферов (кешей) в процессорах, частота, на которой работают процессоры, объём оперативной памяти, пропускная способность шины SCSI, степень востребованности тех или иных свойств на конкретных классах задач и многих других. Поскольку обсуждаемый прототип представляет собой нетривиальную

компьютерную архитектуру, то она при эксплуатации потребует внимания со стороны администраторов. Предполагается, что каждая часть прототипа (кластер в ПИЯФ и кластер в СПбГТУ), будет обслуживаться сотрудниками ПИЯФ и СПбГТУ соответственно. ПИЯФ и СПбГТУ смогут обмениваться программным обеспечением и оборудованием кластеров, менять конфигурацию программ и оборудования в целях наиболее эффективного выполнения анализа данных, моделирования новых экспериментов, проведения учебного процесса. Если изменения, выполняемые в одной организации (ПИЯФ или СПбГТУ) влияют на условия работы другой части, то они должны предприниматься на основе взаимной договорённости. Планируется, что текущие расходы (помещение, отопление, электропитание, ремонт, расходные материалы, обслуживающий персонал) по поддержанию работоспособности обеих частей проектируемого прототипа будут нести ПИЯФ и СПбГТУ соответственно, каждый за ту часть, которая в данный момент находится в соответствующей организации. Лица из других академических исследовательских центров или университетов независимо от их местонахождения могут быть зарегистрированы как пользователи данного прототипа. Планируется, что доступ будет осуществляться главным образом через Интернет. В отдельных случаях, когда непосредственный доступ к графическим возможностям станет серьёзной проблемой, необходимо будет использовать графические рабочие места в ПИЯФ или СПбГТУ. Регистрация будет производиться в соответствии с установленной процедурой, которая сама является предметом разработки при реализации прототипа.

6. Важными моментами выполнения работы являются возможность выступления на известных международных конференциях, например, *Computing in High Energy Physics* (CHERP). Следует планировать возможность для студентов посещать митинги (совещания) экспериментальных коллабораций.
7. По завершении работы планируется представить:
 - отчет о проделанной работе;
 - оттиски статей;
 - разработанный сайт во всемирной паутине;
 - прочие документы, описывающие детали проделанной работы.