

Виртуализованные вычислительные кластеры для физики высоких энергий

А. М. Сухарев

Институт ядерной физики им. Будкера,
Новосибирский государственный университет

22 октября 2014 г.

Экспериментальная физика высоких энергий

- Локальные эксперименты

идушие:

- ▶ КМД-3 и СНД на ВЭПП-2000
- ▶ КЕДР на ВЭПП-4М

планируемые:

- ▶ супер-ст фабрика

- Участие во внешних экспериментах

идушие:

- ▶ ATLAS (ЦЕРН)
- ▶ BES-III (Китай)

завершены:

- ▶ BaBar (США)

планируемые:

- ▶ Belle II (Япония)
- ▶ PANDA (Германия)

Другие направления деятельности

- Физика плазмы, ускорительная физика, инженерные расчёты...

Ускорители и детекторные эксперименты ИЯФ



Типовые задачи обработки данных в ФВЭ

- **Фильтрация исходных данных**
из входного потока выделяются события, похожие на интересующие нас, например, $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$
- **Реконструкция**
из исходных экспериментальных данных (срабатываний подсистем детектора) восстанавливаются физические объекты (направления, энергии, времена пролёта частиц и т. д.)
- **Моделирование и обработка моделирования**
генерация искусственных событий в соответствии с физической моделью и их обработка в тех же условиях, что и для реальных событий
- **Анализ обработанных данных**
подсчёт числа событий, удовлетворяющих критериям отбора, подгонка распределений, получение физического результата

Характеристики программного обеспечения ФВЭ

- Однопоточные программы
- Лёгкая параллелизация на уровне данных
- Уникальная для каждой экспериментальной группы вычислительная среда
 - ▶ разнообразие операционных систем
 - ▶ «зоопарк» версий стандартных библиотек ФВЭ
 - ▶ большой объём ПО, написанного физиками специально для конкретного эксперимента
- Запуск программ через систему управления заданиями и/или грид

Виртуализация представляется удобным решением для работы нескольких групп с общими вычислительными ресурсами.

Доступны для пользователей ИЯФ:

- вычислительные установки
 - ▶ ИВЦ НГУ
 - ▶ ССКЦ
 - ▶ ИЯФ (оборудование НГУ)
- СВЯЗ
 - ▶ изолированная 10 Гбит/с сеть с центром в ИВТ
- система хранения
 - ▶ ИВТ
 - ▶ локальные системы вычислительных установок

Перспективы развития:

- суперкомпьютер ТГУ,..

Развёртывание виртуализованной инфраструктуры

Виртуализация представляется идеальным решением для запуска задач ФВЭ на суперкомпьютерах.

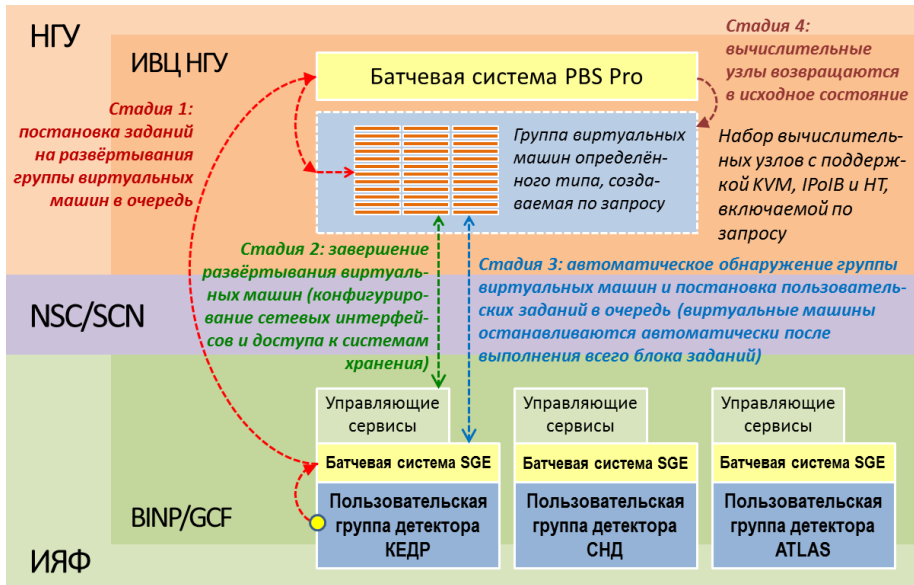
Этапы развёртывания:

- 1 Виртуализация компьютерной среды эксперимента.
- 2 Отладка и тестирование виртуальных машин в ИЯФ.
- 3 Перенос готовых ВМ на суперкомпьютер и встраивание их запуска в систему управления заданиями суперкомпьютера.
- 4 Автоматизация взаимодействия систем управления заданиями.

В конечном итоге мы получаем *динамический виртуализованный вычислительный кластер*, распределённый по нескольким вычислительным центрам, который физики могут использовать привычным для себя образом.

- Система виртуализации KVM
 - ▶ продемонстрировала хорошую стабильность,
 - ▶ не требует модифицированного ядра linux.
- Размещение образов дисков виртуальных машин на локальной ФС суперкомпьютера, использование snapshot-ов на локальных дисках физических узлов.
- Размещение данных в ИЯФ, доступ через сеть (NFS и др.).
- Запуск VM как обычных заданий батч-системы суперкомпьютера.
- Автоматизация запуска VM по запросам пользователей ИЯФ.
- Автоматическое освобождение ресурсов по окончании пользовательских заданий.

Схема интеграции систем управления заданиями



Что хотелось бы сделать

- Более эффективное использование физических узлов («одна VM — одно задание»)
- Локальное хранилище временных данных для VM
- Более современная версия KVM
- ...
- Пробный запуск в ТГУ

Использование динамических виртуализованных вычислительных кластеров позволяет успешно решать типовые задачи ФВЭ

- Большая часть деталей реализации ДВВК скрыта от конечных пользователей.
- Не требуется вносить никаких изменений в программное обеспечение экспериментальных групп.
- Детектор КЕДР с 2011 года использует практически только ДВВК.
- К работе подключаются новые экспериментальные группы ИЯФ.
- В 2014 году базирующийся в ИЯФ ДВВК включен в грид-подобную систему обработки данных эксперимента Belle II.
- Полученный опыт может быть применён при подготовке и реализации проекта супер-ст фабрики в ИЯФ.