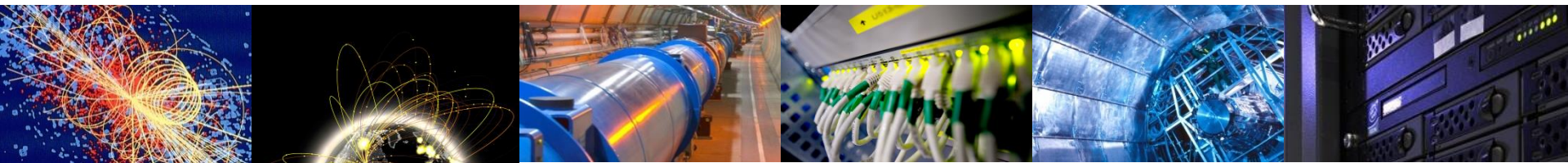




# GRID

## ТЕХНОЛОГИИ

### и тяхното приложение в CMS



Д-р Иван Глушков  
СУ "Климент Охридски"  
Програма за обучение на български учители инженери  
ЦЕРН, октомври 2015



# Накратко..



- Данните от LHC
  - Колко точно са данните от LHC?
  - Що е то тригер?
- Информационни технологии в ЦЕРН
- Какво се разбира под GRID?
- GRID за LHC или какво е WLCG
- Малък бонус..



# Данните



## .. и колко от тях можем да запишем

- Колко данни създаваме? ( CMS)
  - 1 MB / събитие
  - 40 MHz честота на сблъскване (40 000 000 събития / секунда)
  - 40 TB/ секунда!! ( $10^6$  PB / година)
- Колко можем да запишем (CMS)?
  - Максимум 1 000 събития / секунда
- Колко данни записваме общо? (LHC)
  - 30 PB/година
  - Аналог :
    - 9 милиона HD филма
    - Записани на CD-та образуват кула с височина 20 км
    - Повече от половината от всичко написано от човешвото на всички езици

### Пищов

к (кило) =  $10^4$

М (мега) =  $10^6$

Г (гига) =  $10^9$

Т (тера) =  $10^{12}$

Р (пета) =  $10^{15}$



# Що е то тригер?

Или какво разбираме под “онлайн” в CMS



**Trigger** (анг.) – спусък, пусково устройство

- **Дефиниция:** Система, която приема за по-нататъчна обработка или отхвърля данните от дадено събитие въз основа на характеристиките на събитието.
- Как подбираме събитията в **CMS**? – На две стъпки:
  - Стъпка 1: “Тригерно ниво 1”:
    - Решението се взема въз основа само на 192 бита.
    - Данните идват от най-бързите системи в CMS: Калориметрите и мюонните камери (RPC, българско участие)
    - Имплементиран на “поръчкова” електроника - ASIC (Application Specific Integrated Circuit) и FPGA (Field-Programmable Gate Array) чипове.
    - Решението се взема в рамките на 1  $\mu$ сек.
    - Намалява потока от данни от 40 милиона (40 MHz) на 100 хиляди събития в секунда (100 kHz)
    - Ограничението идва от електрониката, която чете събитията.



# Тригер от високо ниво



- Как подбираме събитията в **CMS**?
  - Стъпка 2: “Тригер от високо ниво”:
    - Прочитат се данните от всички детектори (16 милиона канала!)
    - Технически детайли:
      - Ресурси: 16 000 Xeon ядра, 2 GB RAM / ядро
      - Скорост на входящите данни: 100 хиляди събития на секунда
      - Време за реконструкция на едно събитие : 160 ms.
      - Софтуеър: Набор от алгоритми, имплементирани с оптимизирана версия на стандартния пакет за обработка на данните на CMS (CMSSW). Състои се от ~ 2500 модули (C++) , изпълнени в различна последователност и с различна конфигурация (python).
    - Правят се много по-пълна оценка на данните.
    - Намалява потока на данни до 1000 събития в секунда





# Информационни технологии в ЦЕРН



## IT Услуги

(непълен лист)

- Компютърни ресурси за данните от експериментите на LHC.
- Инфраструктура за експериментите
  - Ресурси за локални изчисления и съхранение на данни
- Поддръжка и развитие на програмната и хардуерната безопасност на работата на лабораторията



## Статистика (Mayrin)

11207 сървъра  
115 279 ядра  
131 796 ТБ хард дискове  
90 000 ТБ лентови носители  
3.5 MW електрически капацитет  
Резервно захранване с дизелови генератори

## Статистика (Wigner)

11207 сървъра  
115 279 ядра  
131 796 ТБ хард дискове  
90 000 ТБ лентови носители  
8 MW електрически капацитет

Недостатъчно за  
обработката на  
всички данни -  
**Необходими са 5  
пъти повече  
ресурси**



# Какво се разбира под GRID



- Дефиниция (според Wikipedia):
  - [Electrical grid](#) (англ.) – електроснабдителна мрежа – взаимно свързана система за доставка на електроенергия от производителя до потребителите.
  - [Grid computing](#) (англ.) – компютърни ресурси намиращи се на различни места работещи за постигане на обща задача.
- Аналогията:
  - Включване към електрическата мрежа - ползване на ток
  - Включване към GRID – ползване на компютърни ресурси
  - Предимствата:
    - Няма значение къде се намират физически ресурсите (интересува ли ви точно от коя електроцентрала ви пристига тока?).
    - Няма значение как достигат до вас.
    - Гарантирани параметри, отчетност и сигурност на услугата.



# GRID за LHC

## или какво е WLCG



### WLCG

Worldwide LHC Computing GRID  
Световен GRID за обработка на данни от LHC

- Какво е WLCG?

**Глобална изчислителна инфраструктура целяща да снабдява с ресурси за съхраняване, разпределение и анализиране на данните генерирани от експериментите на LHC като подсигури достъпа до тях за всички партньори независимо от географското им местоположение.**

- Състои се от следните локални GRID системи:

- [EGI](#) (European Grid Infrastructure) – Европейска GRID инфраструктура (Европа)
- [OSG](#) (Open Science Grid) – GRID за общодостъпна наука (САЩ)
- [NDGF](#) (Nordic Data Grid Facility) – Скандинавски GRID





# WLCG



- Основни елементи:
  - Мрежови компоненти
  - Хардуер
  - GRID програмно обезпечение (middleware)
  - Програми за обработване на данни от експериментите
- Статистика:
  - 40 държави
  - 170 изчислителни центъра
  - 2 милиона изчислителни задачи на ден
  - 10 ГБ/сек глобална скорост
  - Над 10 000 потребителя



# Структура на WLCG



## Ниво-0 (ЦЕРН и Вигнер): ~ 20%

- Записване на първичните данни
- Първа реконструкция
- Разпределяне на данните към “Ниво-1”

## Ниво-1 (13 центъра): ~ 40%

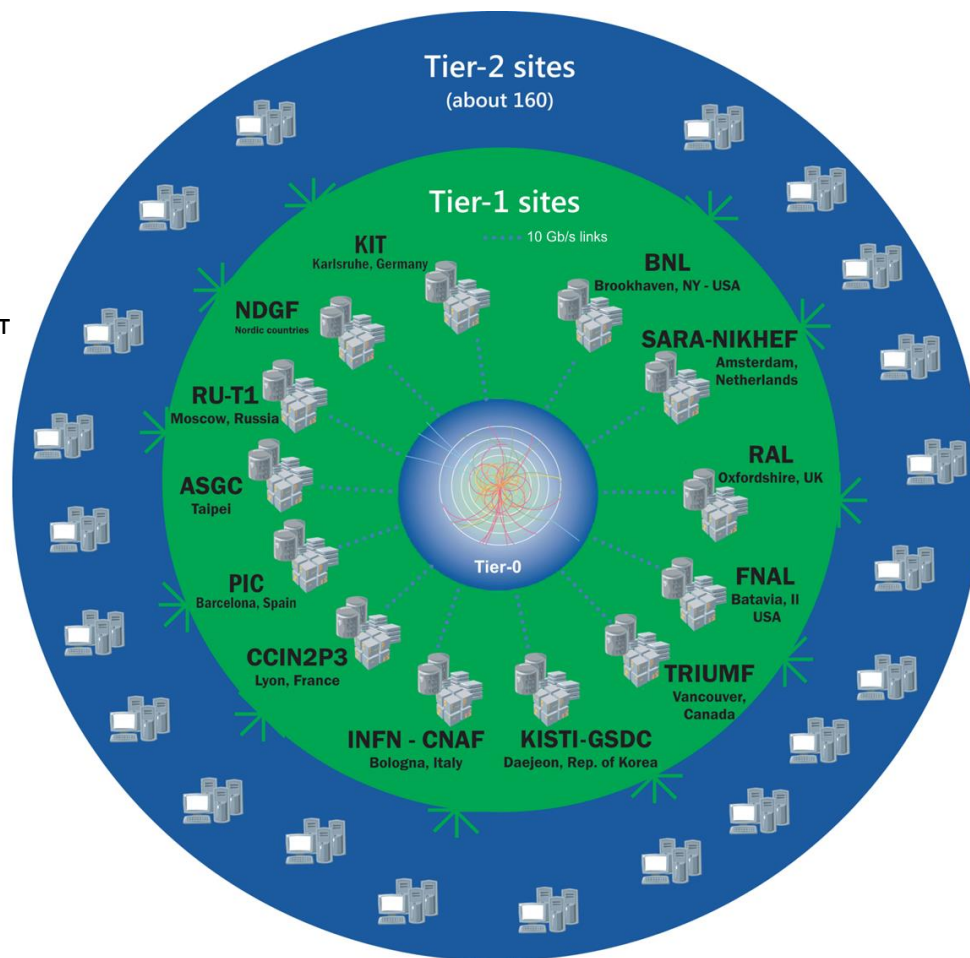
- Изисквания:
  - Лентови носители
  - Дисково пространство
  - Изчислителни ресурси
  - Свързан с LHCOPN (мрежа използвана само от WLCG) 10 GB/s
  - 24/7 поддръжка
- Функционалност:
  - Второ копие на първичните данни
  - Реконструкция на данните
  - Симулация
  - Съхранение на данните от реконструкцията

## Ниво-2 (160 центъра): ~ 40%

- Изисквания
- Функционалност:
  - Потребителски анализ на данни
  - Симулация и съхраняване на данни за потребителите

## Ниво-3:

- Без фиксирани изисквания



[Обобщение](#)



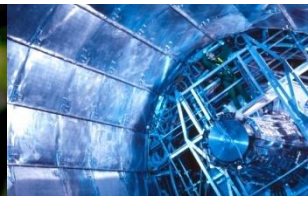
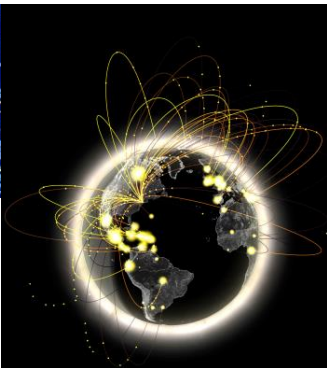
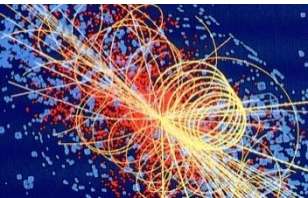
# Какво пропускам..



- Какво пък толкова има за смятане в тези частици че използваме толкова ресурси
- Видове данни, степени на редуцирането им и групирането им според анализа за който са предназначени
- [CRAB](#) (CMS Remote Analysis Builder) – Как физиците използват WLCG в CMS за анализиране на данни
- [GOCDDB](#) – Как знаем кой сайт работи в момента
- [PhEDEx](#) – Как контролираме и разпределяме данните в CMS по света
- [VOMS](#) (Virtual Organization Membership Service) – Как в среда от множество колаборации от организации които участват до различна степен в различни операции оспяваме да знаем кой кой е какво има право да прави.
- [SiteDB](#) – Каталогизиране на участващите в CMS GRID сайтовете и хората асоциирани с тях.
- Как наблюдаваме и контролираме качеството на данните:
  - [Dashboard](#) – визуализация на състоянието на системата
  - [SAM](#) (Service Availability Monitoring) / Hammercloud тестове – как проверяваме дали наистина всичко работи
- Облаци (т.е. Cloud инфраструктури), виртуални машини, конфигурирането и използването им.
- Финансирането и планирането на развиртието на GRID година за година.
- [HEP-SPEC06](#) - Как да сте сигурни кой колко изчислителна мощност ви предоставя
- Над какво работим:
  - Опортюнистични ресурси или какво да правим когато някои ни заеме 20000 ядра за 2 седмици.
  - CMS@Home - Как може всеки да помогне за обработването на данните от CMS.
  - AWS (Amazon Web Services) или какво ще правим ако дори и GRID ни е тесен..



# Благодаря за вниманието..



... Въпроси?



# Източници



- Използвани за тази презентация
  - Интернет:
    - [Станицата на WLCG](#)
    - [Център за съхранение на данни в ЦЕРН](#)
    - [Хардуерна инвентаризация на ЦЕРН](#)
    - [Тригера от виско ниво на CMS](#) (The CMS High Level Trigger), Andrea Bocci, CHEP2015, Okinawa, Japan
  - Презентации:
    - “Въведение в GRID” – Преслав Константинов, Българска учителска програма, ЦЕРН, 2013
- За повече информация:
  - Книги:
    - [“The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure”](#) – I. Foster, C. Kasseman, ISBN: 978-1-55860-933-4
  - Интернет:
    - [Натоварване на мрежата “Ниво-1” в реално време](#)
    - [Кой с колко участва в WLCG](#)
  - Видео:
    - [Обработка на данните от LHC](#)
    - [Анимиран GRID](#)
    - [Отдела на ЦЕРН за информационни технологии в 8 минути](#)
    - [Как изглежда един лентов робот на работа](#)
    - [Центъра за данни във Вигнер, Унгария](#)
- Последните новости:
  - [Презентации от конференцията CHEP2015 \(Computing in High Energy Physics\)](#)
  - [Конференция 2015 на колаборацията WLCG](#)