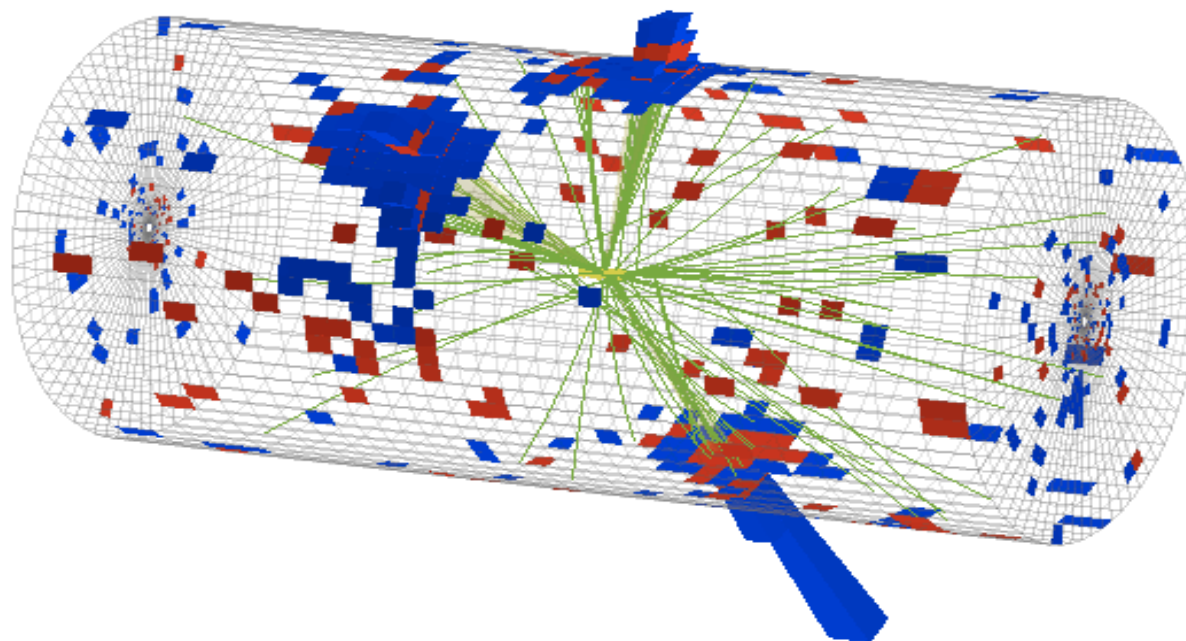


CMS Experiment at LHC, CERN  
Data recorded: Sat May 26 13:25:29 2012 CEST  
Run/Event: 195016 / 425646417  
Lumi section: 384

**В.Т. Ким**

**ПИЯФ, Гатчина**

**Сессия УС ОФВЭ ПИЯФ  
24-27 декабря 2011**



**Группа физики  
ПИЯФ в CMS:**

**А.А. Воробьев**

**В.Т. Ким**

**В.А. Мурзин**

**В.А. Орешкин**

**И.Б. Смирнов**

**В.А. Сулимов**

## Группа физики ПИЯФ в CMS в 2012 г.:

- \* **Поиски БФКЛ-эффектов:**
  - **2-струйный К-фактор при больших интервалах  $\Delta\eta$**
  - **азимутальные декорреляции при больших  $\Delta\eta$**
  - **2-струйный К-фактор с вето на доп. струи**
  
- \* **Поиски Z-VBF (слияние EW векторных бозонов):**  
**2 лептона + 2 струи**
  
- \* **Поиски бозона Хиггса SM в процессе VBF:**
- \* **Поиски резонансов в 2-струйных процессах**
  
- **Заключение**



## 2-струйный К-фактор: мотивация



Кураев, Липатов, Фадин (75-77); Балицкий, Липатов (78) - БФКЛ:  
КХД в пределе высоких энергий (мульти-реджевский предел)

БФКЛ для 2-струйных процессов:  $\exp[\Delta y]$

A. Mueller, H. Navelet (1987): максимально разделенные по быстроте пары струй  
V. Kim, G. Pivovarov (1986): инклюзивные пары струй

2-струйный инклюзивный К-фактор:  
отношение сечений инклюзивных пар струй  
к сечению «эксклюзивных» пар струй (только 2 струи с  $p_T > p_{T\min}$ )

$p_T > p_{T\min} = 35$  ГэВ

- Forward Physics, Small-x & QCD (FSQ) group @ CMS:
- Small-x and Forward Jets subgroup

Группа анализа по 2-струйному К-фактору:

ПИЯФ: В. Ким, В. Мурзин, В. Орешкин

ИТЭФ: В. Гаврилов, И. Поздняков, Г. Сафронов

ИЯИ: Г. Пивоваров

УВ: Г. Брона

ДЭЗИ: Х. Юнг

CMS Analysis Note: CMS-AN-11-214

CMS Public result (21 Aug. 2011):

CMS Physics Analysis Summary: PAS-FWD-10-014

**CMS paper (16 Nov. 2012): EPJ C72 (2012)**

2-струйный триггер для передней области (HF- и HF+):  
хотя бы по одной струе в каждом HF ( $-3 < y$  и  $y > 3$ ) и  $p_T > 15$  ГэВ

Эффективность триггера:  
 $p_T > p_{Tmin} = 30$  ГэВ:  $> 94\%$   
 $p_T > p_{Tmin} = 35$  ГэВ:  $> 99\%$  !

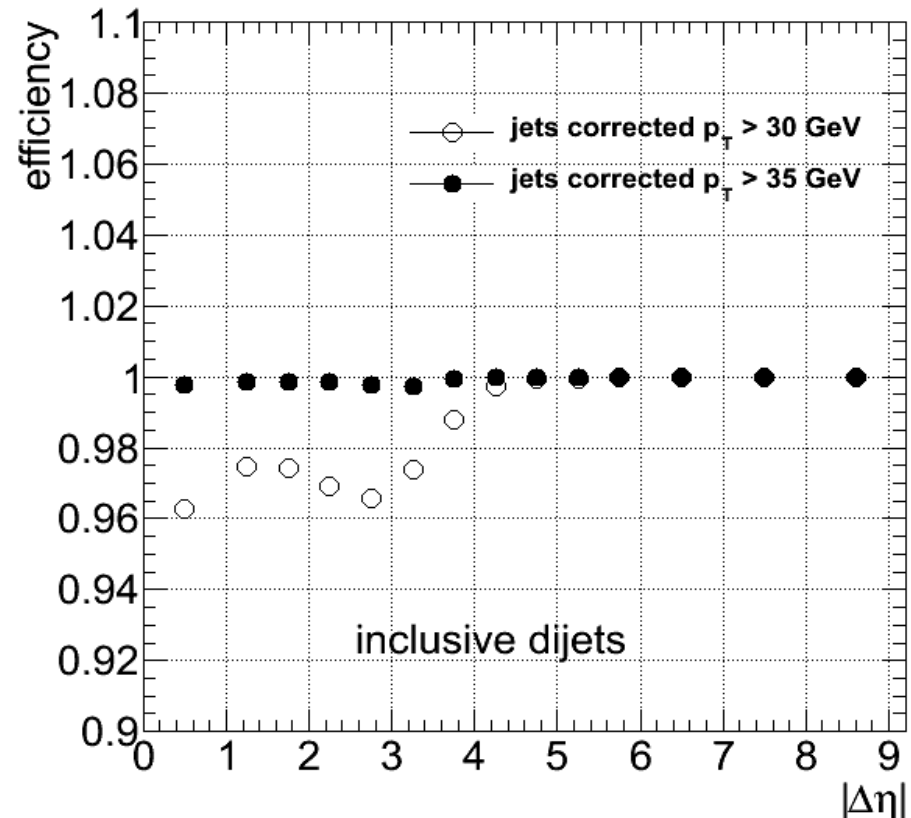
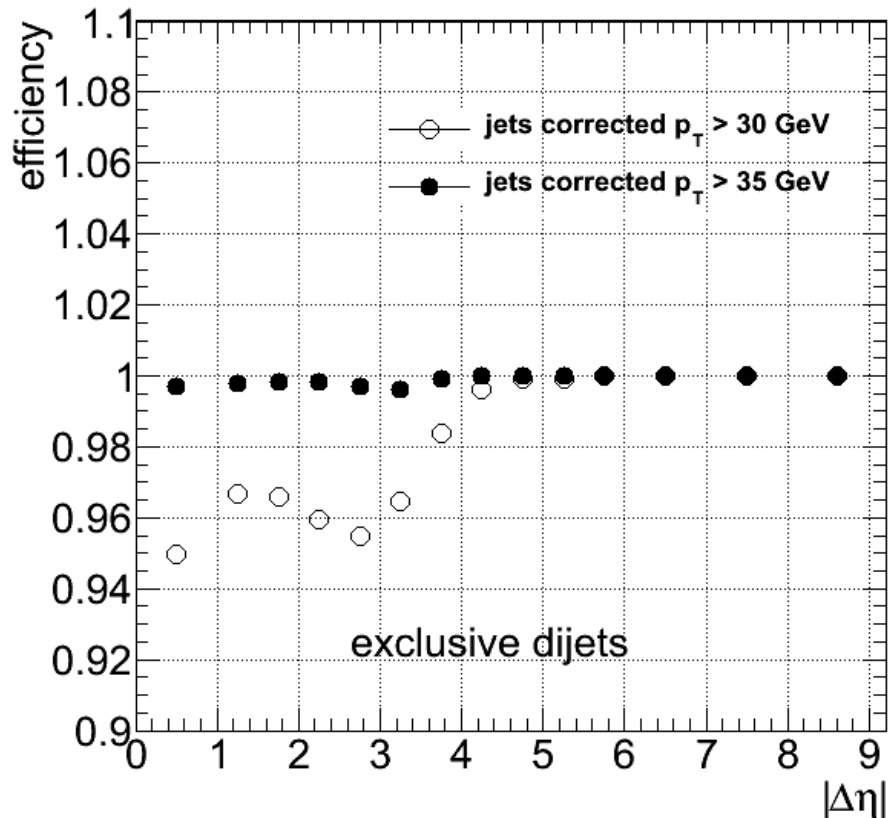
Данные 2010 г.:

HCAL: 33 нб-1  
HF-HF+ (Double-Jet-U15 Trigger): 5 пб-1 в 150 больше!

Проблема: нужно намного больше MC событий для передней области ( $> 150x$ )  
Полное моделирование струйного события в детекторе CMS: 1 мин

2-струйный триггер для передней области (HF- и HF+):  
 хотя бы по одной струе в каждом HF ( $-3 < u$  и  $u > 3$ ) и  $p_T > 15$  ГэВ

Эффективность триггера:



MC генераторы событий (resummed) DGLAP (a la Судаковский ф-р):

PYTHIA 6 tune Z2

PYTHIA 8 tune 4C

HERWIG++ 2.5

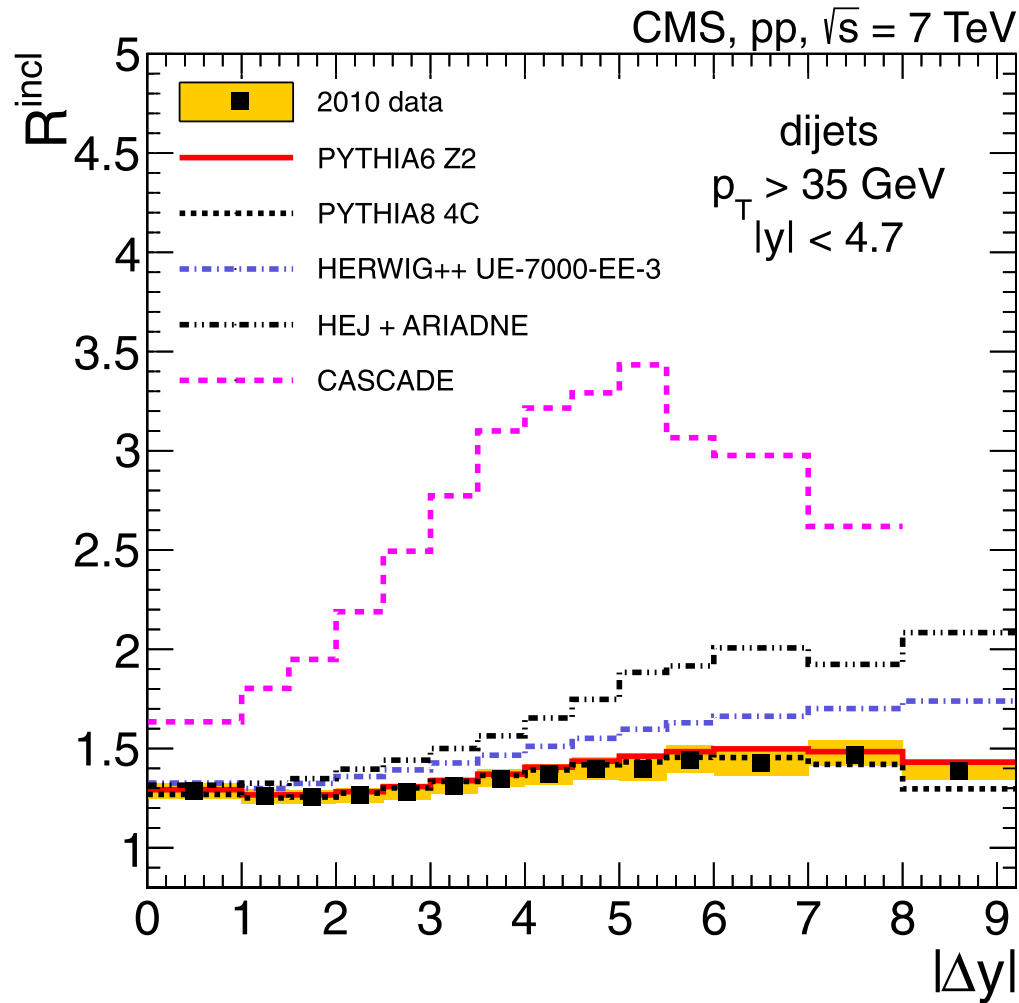
БФКЛ MC генераторы событий (LLA + NLA):

CASCADE 2: CCFM

HEJ+ARIADNE: БФКЛ матричные элементы

generator level: ~ 4 млрд.

detector level: ~ 30 млн. (1 event ~ 1 min.)



Eur. Phys. J. C (2012) 72:2216  
DOI 10.1140/epjc/s10052-012-2216-6

THE EUROPEAN  
PHYSICAL JOURNAL C

Regular Article - Experimental Physics

## Ratios of dijet production cross sections as a function of the absolute difference in rapidity between jets in proton–proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV

The CMS Collaboration\*  
CERN, Geneva, Switzerland

Received: 3 April 2012 / Revised: 22 October 2012  
© CERN for the benefit of the CMS collaboration 2012. This article is published with open access at Springerlink.com

**Abstract** A study of dijet production in proton–proton collisions was performed at  $\sqrt{s} = 7$  TeV for jets with  $p_T > 35$  GeV and  $|y| < 4.7$  using data collected with the CMS detector at the LHC in 2010. Events with at least one pair of jets are denoted as “inclusive”. Events with exactly one pair of jets are called “exclusive”. The ratio of the cross sec-

jets are well separated in rapidity, the description of the data becomes worse [2].

When the collision energy  $\sqrt{s}$  is considerably larger than the hard scattering scale given by the jet transverse momentum,  $p_T$ , the average number of produced jets grows rapidly, along with the phase space available in rapidity.





CMS Analysis Note: CMS-AN-11-214

CMS Physics Analysis Summary : CMS-PAS-FWD-10-014  
(public from 21 Aug. 2011)

“Measurement of inclusive to exclusive dijet production ratios  
at large rapidity intervals at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”

драфт статьи: Collaboration wide review (CWR)  
окончательный вариант: февраль 2012

**первая статья CMS с ведущим вкладом  
российских институтов: ПИЯФ, ИТЭФ и ИЯИ**

Группа ПИЯФ-ИТЭФ-ИЯИ 2012: 2 новых анализа по поиску БФКЛ

- Азимутальные декорреляции: CMS Analysis Note: CMS-AN-12-293

“Dijet azimuthal decorrelations at large rapidity intervals between jets at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”

готовится CMS Physics Analysis Summary (CMS PAS, 2013)

- К-фактор с вето на дополнительные струи для “exclusive” events:  
 $p_{T\text{veto}} = 20, 25, 30$  GeV  
(in progress)



# Electroweak Z-boson production (Z-VBF)



CMS Analysis Note: CMS-AN-12-263

CMS Physics Analysis Summary : CMS-PAS-FSQ-12-019 (public14 Nov. 2012)

представлено на НСР-2012, Kyoto, Nov. 2012

подготовка драфта статьи для Collaboration wide review (CWR)

“Measurement of the electroweak production cross section of the Z boson with two forward-backward jets in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”

- первое наблюдение электрослабой вершины WWZ на LHC!

**Imperial Coll.**

**A. Nikitenko**

**ИТЭФ**

**V. Gavrilov, A. Zhokin, M. Efrofeeva, N. Lychkovskaya, M. Toms**

**НИИЯФ МГУ**

**O. Kodolova, O. Polyakov, S. Obraztsov**

**ПИЯФ**

**V. Kim, V. Oreshkin**

**INFN Pisa**

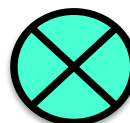
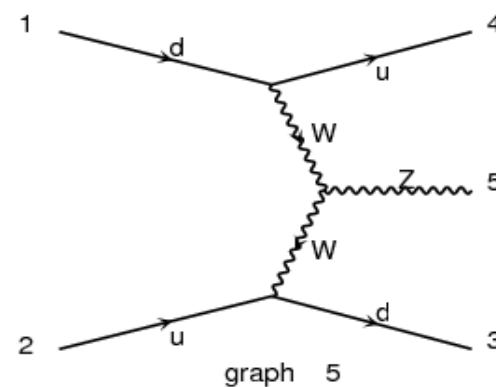
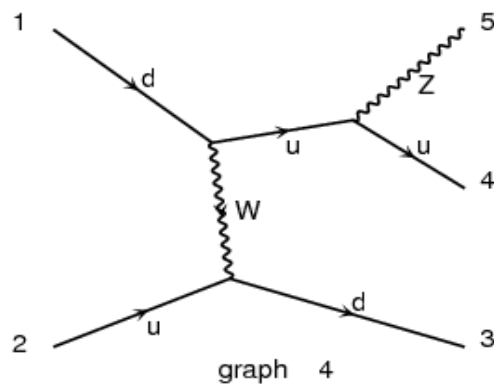
**P. Azzuri**

**Antwerp U.**

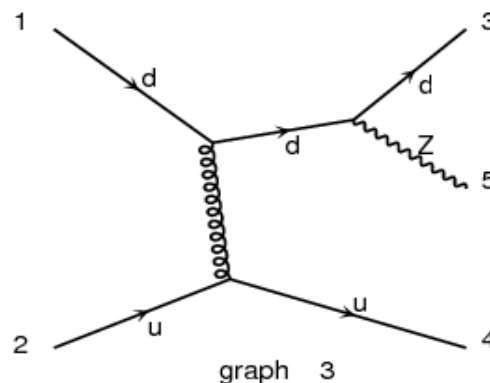
**T. Cornelis, A. Van Spilbeeck, P. Van Mechelen**

Одинаковые начальные и конечные состояния:  
интерференция между QCD и EWK вкладами

**EWK  $Z+2j$**



**QCD  $Z+2j$**



# Electroweak Z-boson production: measurement

“Measurement of the electroweak production cross section of the Z boson with two forward-backward jets in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  TeV”

CMS-PAS-FSQ-12-019

2 leptons + 2 forward-backward jets (lljj)      L= 5 Fb-1

интерференция мала при  $|\eta^j| < 1.2$

$$m_{\ell\ell} > 50 \text{ GeV}, p_T^j > 25 \text{ GeV}, |\eta^j| < 4.0, m_{jj} > 120$$

$$\sigma_{\text{meas}, \mu\mu+ee}^{\text{EWK}} = 154 \pm 24(\text{stat}) \pm 46(\text{exp.syst.}) \pm 27(\text{th.syst}) \pm 3(\text{lumi}) \text{ fb}$$

Теория:  $\sim 166$  Fb (with NLO QCD)

HCP-2012, Kyoto, Nov. 2012

- первое наблюдение электрослабой вершины WWZ на LHC!

## Dijets vs rapidity interval **VK, V. Oreshkin(2011)**

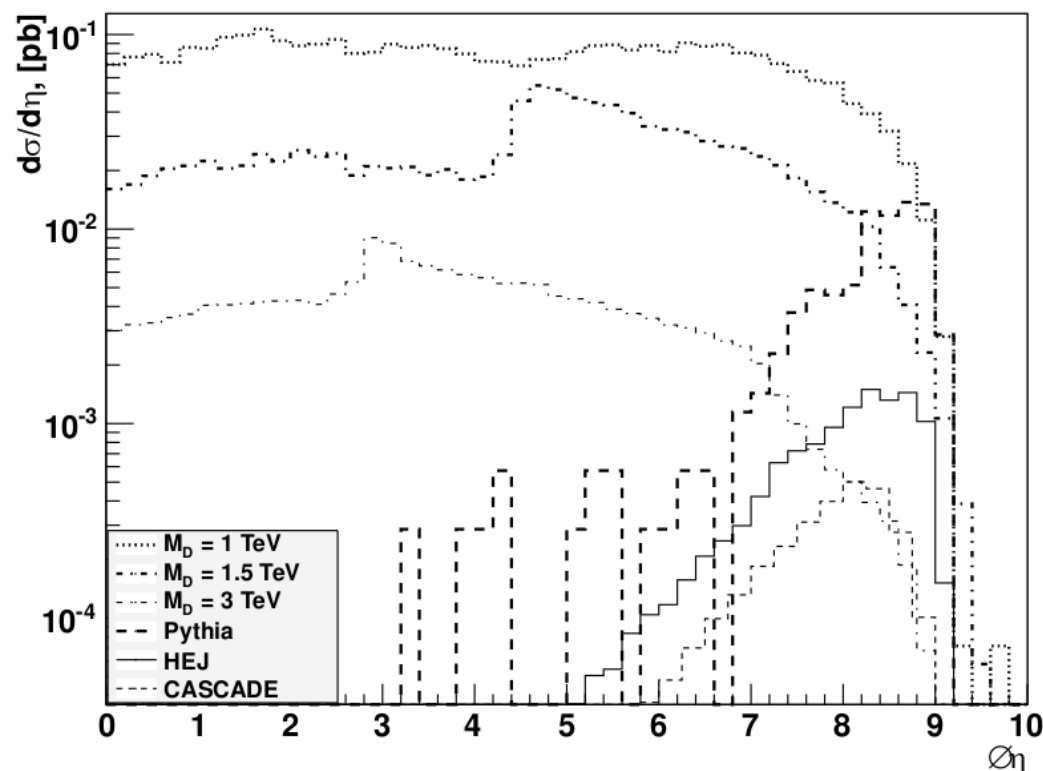
$M_D = 1 \text{ TeV}, 1.5 \text{ TeV}, 3 \text{ TeV}$

**14 TeV 300 fb<sup>-1</sup>**

**dijet mass > 9 TeV, pT > 100 GeV**

**LO GLAPD**

**dijet mass cut: BFKL suppressed**



Пленарные доклады группы ПИЯФ от имени CMS Коллаборации (2012):

- V. Kim “CMS physics at LHC” Сессия ЯФ ОФН РАН, МИФИ, 12-16 ноября 2012
- V. Oreshkin “QCD physics from CMS” HSQCD’2012, Гатчина, 4-9 июля 2012
- V. Murzin “Forward jets at CMS” HSQCD’2012, Гатчина, 4-9 июля 2012

Участие в Career Committee СВ (В.Ким)

## Группа физики ПИЯФ в CMS 2013 г:

- VBF Z-бозон (статья)
- азимутальные декорреляции 2-струй (PAS и статья)
- К-фактор с вето на дополнительные струи (PAS)
- бозон Хиггса в VBF (анализ)
- 2-струйные резонансы при 14 ТэВ (подготовка к анализу)
- Low Pile-Up run: January 2013

**Проблема: Upgrade CMS PNPI Tier-2?      29 TB -> 200 TB ?**



## ПИЯФ в CMS

**2012:**

- **К-фактор: первая статья CMS с ведущим вкладом российских институтов ПИЯФ, ИТЭФ и ИЯИ**
- **азимутальные декорреляции: готовится CMS PAS и статья**
- **К-фактор с вето: ведется анализ**
- **EWK Z (Z-VBF): CMS PAS и готовится статья**

**2013: две статьи (Z-VBF и азимут. Декорреляции)  
low Pile-Up run (January 2013) 2.76 и 5.02 ТэВ**