



Multipartons interactions and heavy flavor hadrons production

L. Smirnova

SINP MSU

27 January 2011, MEPhI, Moscow

Л.Смирнова 27.01.2011
МИФИ

Л.Смирнова 27.01.2011
МИФИ

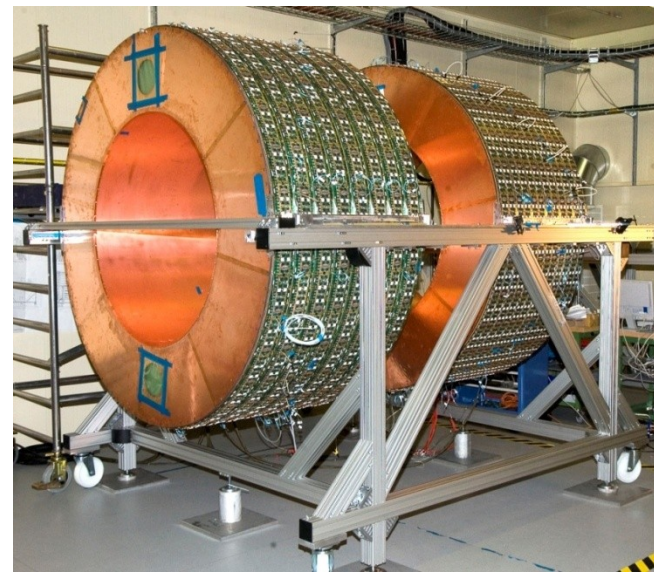
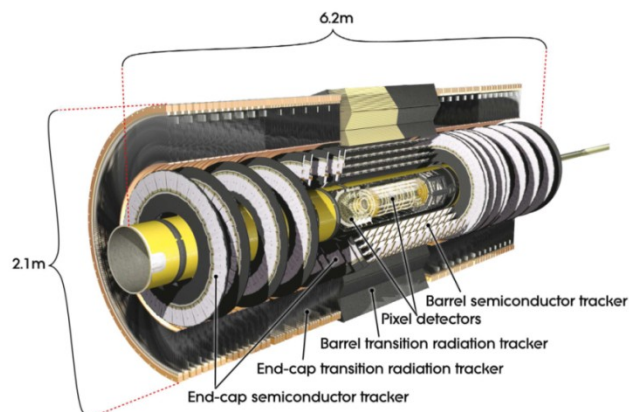
Памяти Бориса Анатольевича Долгошеина (1930-2010)



Лауреат Ленинской премии, академик РАН,
заведующий кафедрой физики элементарных
частиц, доктор физ.-мат. наук, профессор,
«отец» детектора переходного излучения ATLAS,
организатор и руководитель российской части
Сотрудничества TRT ATLAS

ATLAS TRT

Группа
МОСКОВСКИХ
ИНСТИТУТОВ:
МИФИ,
ФИАН,
НИИЯФ МГУ



Введение

- **Основная цель** - выяснение фоновых условий регистрации редкого распада $B_s \rightarrow \mu\mu$
- **Мотивация** –
 - 1) получение первых данных LHC,
 - 2) появление новых генераторов событий (или новых настроек), использующих современное теоретическое описание процесса рождения b и s – кварков (адронов с тяжелыми кварками) – NLO pQCD (доклад Л.Гладиллина)

Первые результаты LHC

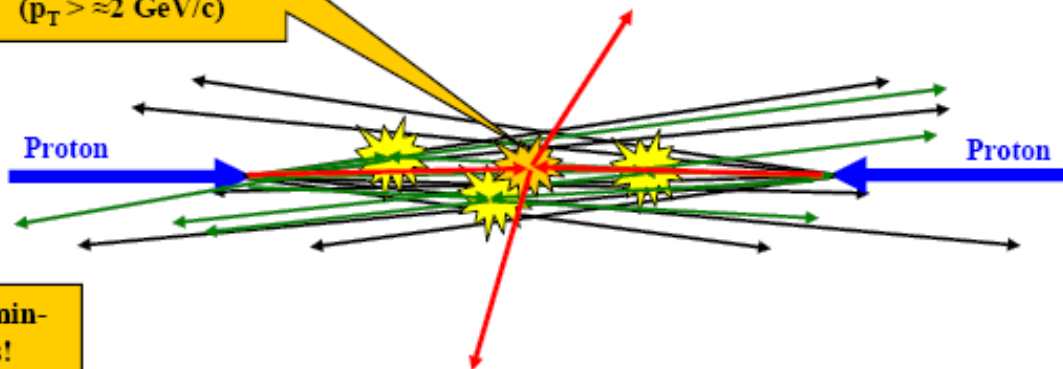
- Повышенная плотность заряженных частиц в событиях с минимальным отбором по сравнению с модельными предсказаниями
- Значительное увеличение плотности заряженных частиц в сопутствующих событиях (UE) по отношению к событиям с минимальным отбором (min bias) →
- Важная роль многопартонных взаимодействий (MPI) при энергиях LHC (См. доклады Р.Филда (R.Field) и материалы совещания: MPI'08, Perugia, October 2008, arXiv: 1003.4220)



The Inelastic Non-Diffractive Cross-Section

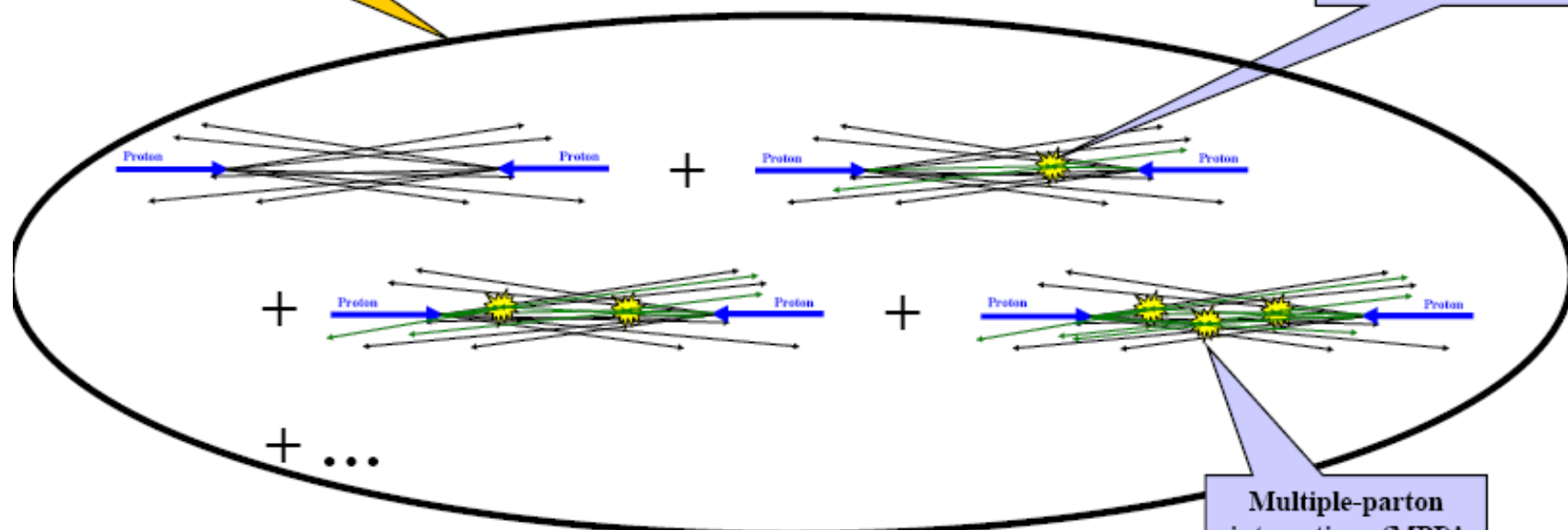


Occasionally one of the parton-parton collisions is hard ($p_T > \approx 2 \text{ GeV}/c$)



Majority of "min-bias" events!

"Semi-hard" parton-parton collision ($p_T < \approx 2 \text{ GeV}/c$)



Multiple-parton interactions (MPI)!

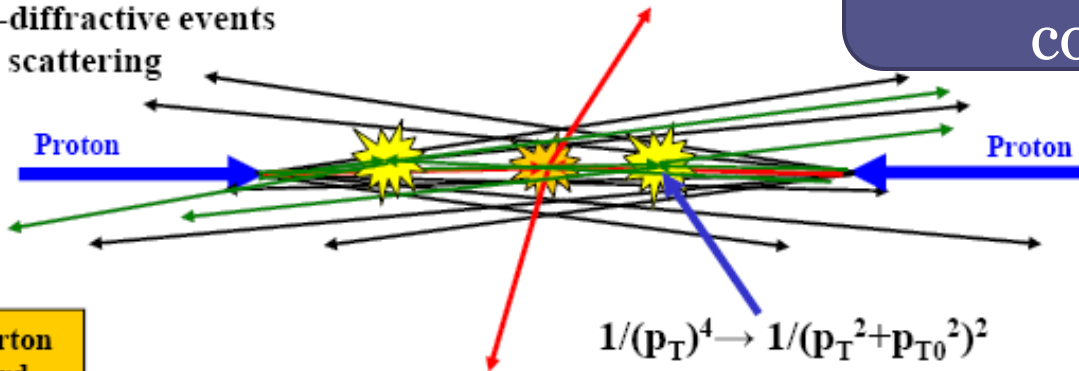


The "Underlying Event"



«Сопутствующее событие»

Select inelastic non-diffractive events that contain a hard scattering

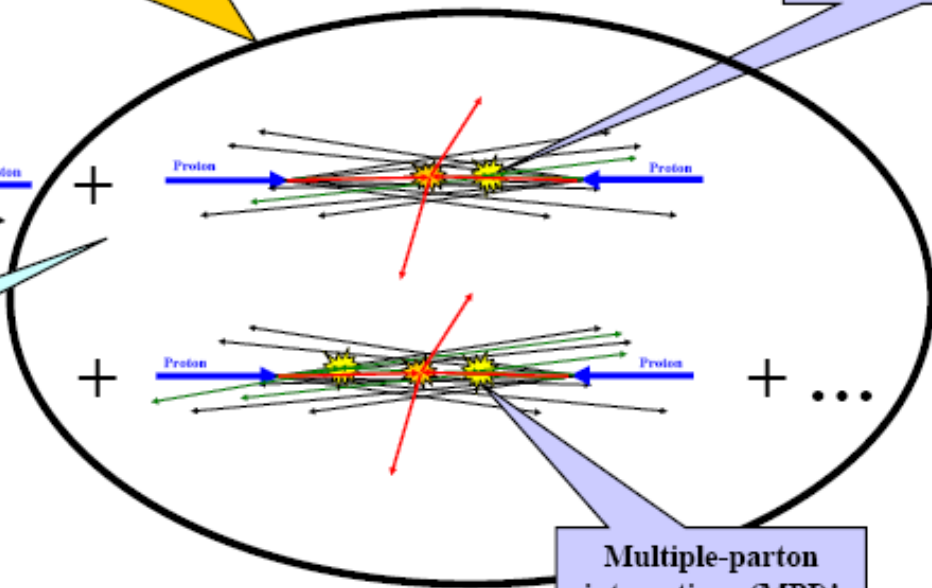
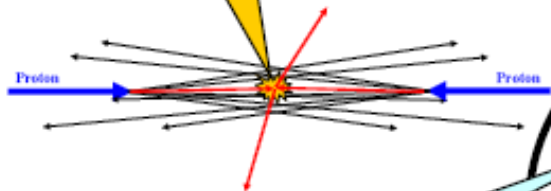


$$1/(p_T)^4 \rightarrow 1/(p_T^2 + p_{T0}^2)^2$$

Hard parton-parton collisions is hard ($p_T > \approx 2 \text{ GeV}/c$)

The "underlying-event" (UE)!

"Semi-hard" parton-parton collision ($p_T < \approx 2 \text{ GeV}/c$)



Given that you have one hard scattering it is more probable to have MPI! Hence, the UE has more activity than "min-bias".

Multiple-parton interactions (MPI)!



MPI@LHC 2010



New LHC Tunes: What we have learned

Quantum
Chromo-
Dynamics

Rick Field
University of Florida

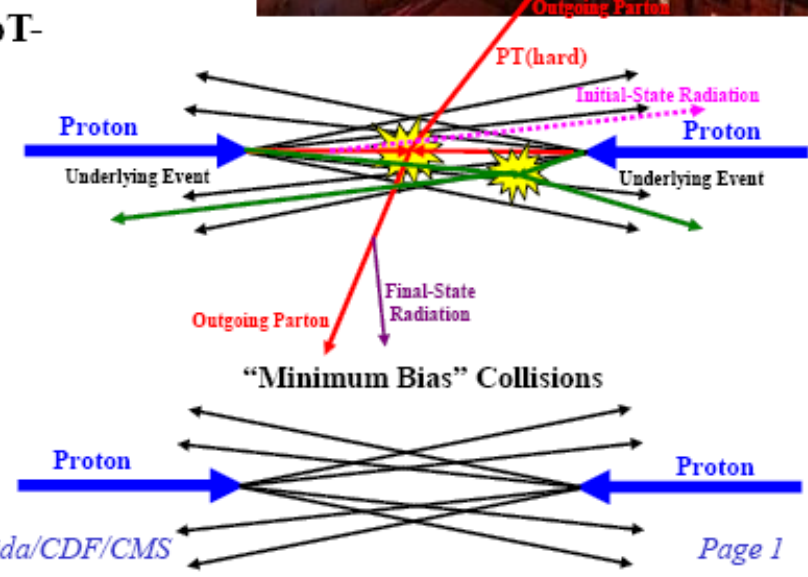


Outline of Talk

- ➔ The CDF Tevatron tunes do not produce enough soft particles.
- ➔ **PYTHIA 6.4 Tune Z1**: New CMS 6.4 MB tune (pT-ordered parton showers and new MPI).
- ➔ Examine how well the Tune Z1 fits the LHC UE data (CMS, ATLAS, ALICE).
- ➔ Examine how well Tune Z1 fits the LHC MB data (CMS, ATLAS, ALICE).



Glasgow, Scotland November 2010



ИТОГ:

- Многопартонные взаимодействия играют важную роль в рождении частиц в событиях с минимальным отбором и особенно в событиях, где присутствует жесткое рассеяние
- Они служат важным параметром настройки РУТНЦА6.4 и других генераторов
- Далее будет показано как этот параметр влияет на сечение рождения b -кварков

Первые измерения сечений b -рождения на CMS (ВРН-10-007-pas)

The inclusive b -quark production cross section σ is calculated according to

$$\sigma \equiv \sigma(pp \rightarrow b + X \rightarrow \mu + X', p_{\perp}^{\mu} > 6 \text{ GeV}, |\eta^{\mu}| < 2.1) = \frac{N_b^{\text{data}}}{\mathcal{L} \epsilon}$$

The result of the inclusive b -quark production cross section within the kinematic range is

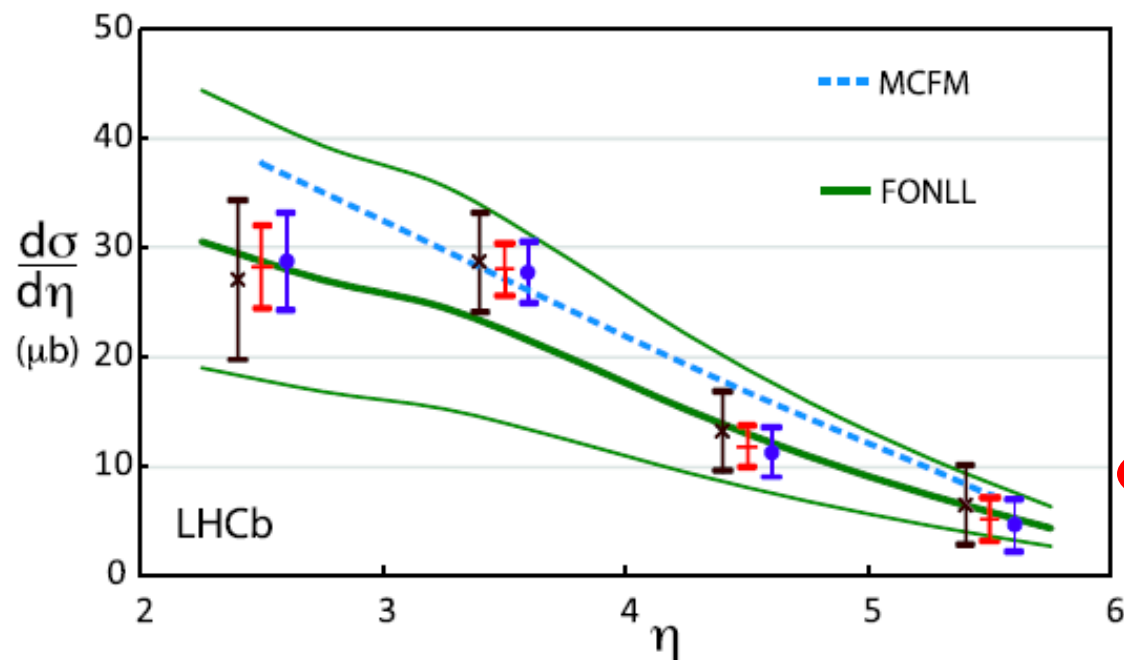
$$\sigma = (1.48 \pm 0.04_{\text{stat}} \pm 0.22_{\text{syst}} \pm 0.16_{\text{lumi}}) \mu\text{b}.$$

The systematic error is discussed in the following section. For comparison, the inclusive b -quark production cross section predicted by PYTHIA and MC@NLO are:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{PYTHIA}} &= 1.8 \mu\text{b}, \\ \sigma_{\text{MC@NLO}} &= [0.84_{-0.19}^{+0.36}(\text{scale}) \pm 0.08(m_b) \pm 0.04(\text{pdf})] \mu\text{b}. \end{aligned}$$

Первые измерения сечений b -рождения на LHCb

[Physics Letters B 694 \(2010\) 209](#)



Оценка полного сечения рождения B -адронов путем модельной экстраполяции на все η и p_T

$$\sigma(pp \rightarrow b\bar{b}X) = (284 \pm 20 \pm 49) \mu\text{b}$$

$\sigma(pp \rightarrow H_b X)$ as a function of η for the microbias (\times) and triggered (\bullet) samples,

Генераторы

Нами показано (С.Турчихин), что RUTHIA6.4 с настройками ATLAS MCo8 описывает данные CDF:

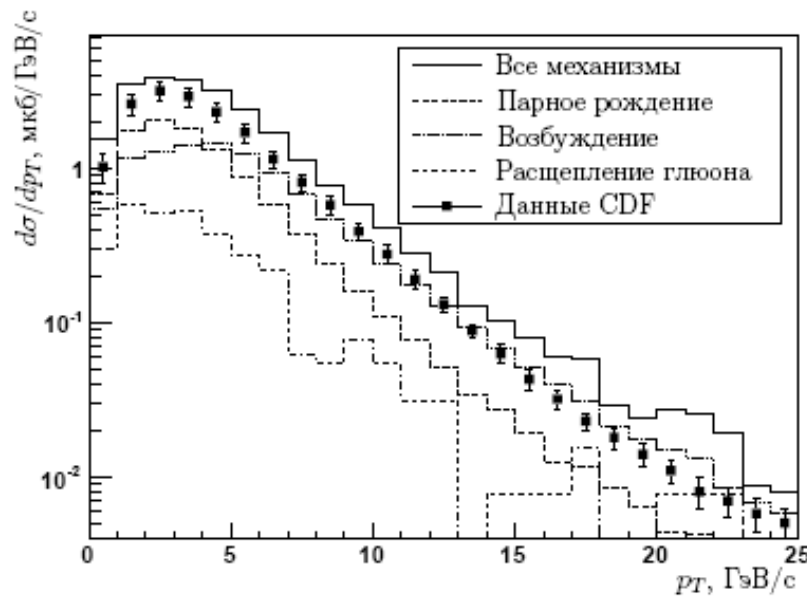


Рис. 1. Модельные распределения поперечного импульса B -адрона в различных механизмах

рождения и измеренное в эксперименте CDF [8] при энергии $p\bar{p}$ -соударений \sqrt{s}

$|y| < 0.6$.

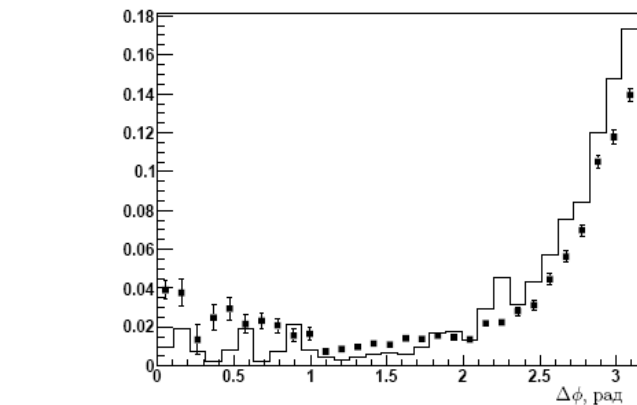


Рис. 2. Распределение разности азимутальных углов вылета $\Delta\phi$ между двумя B -адронами в модели (сплошная линия) и измеренное в эксперименте CDF [11] (точки с ошибками) при $\sqrt{s} = 1800$ ГэВ, для поперечных импульсов B -мезонов $p_{T1} > 14$ ГэВ/с, $p_{T2} > 7.5$ ГэВ/с и псевдобыстрот $|\eta| < 1.0$.

1,8 ТэВ

1,96 ТэВ

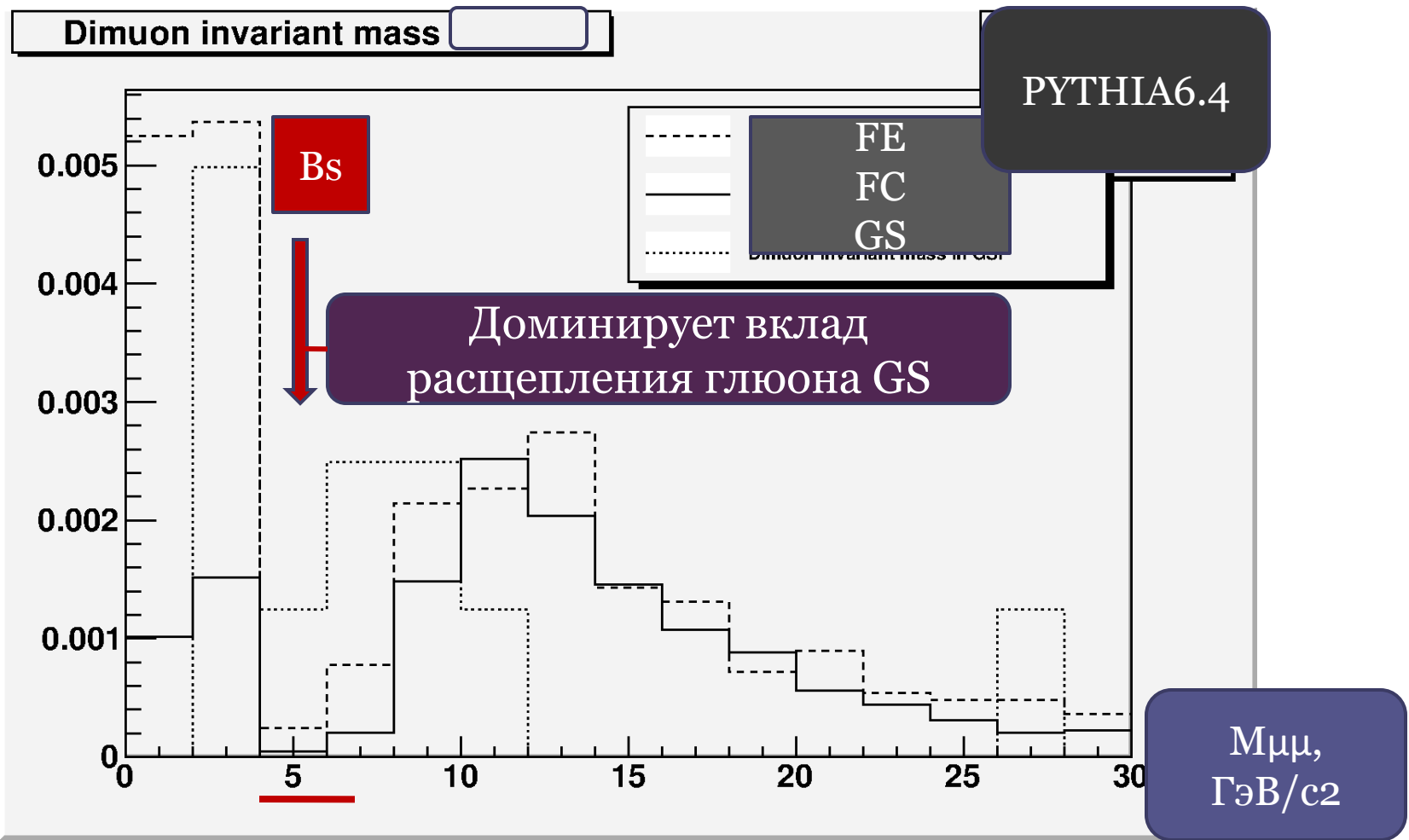
Сечения рождения b -кварка через механизм расщепления глюона при разных настройках многопартонных взаимодействий

	PYTHIA 6.4 Default μb	PYTHIA 6.4 MCo8 μb	PYTHIA 6.4 B tune MPI only, μb	PYTHIA 6.4 B tune μb
All pt	152 ± 13 (stat.)	261 \pm 23(stat.)	185 \pm 36(stat.)	107 \pm 17 (stat.)
Pt > 10 GeV/c	18	36	20	21

Uncertainty
 $\pm 100\%$



Спектр масс димюонов $p_T > 4 \text{ ГэВ/с}$ от двух b -кварков от разных механизмов



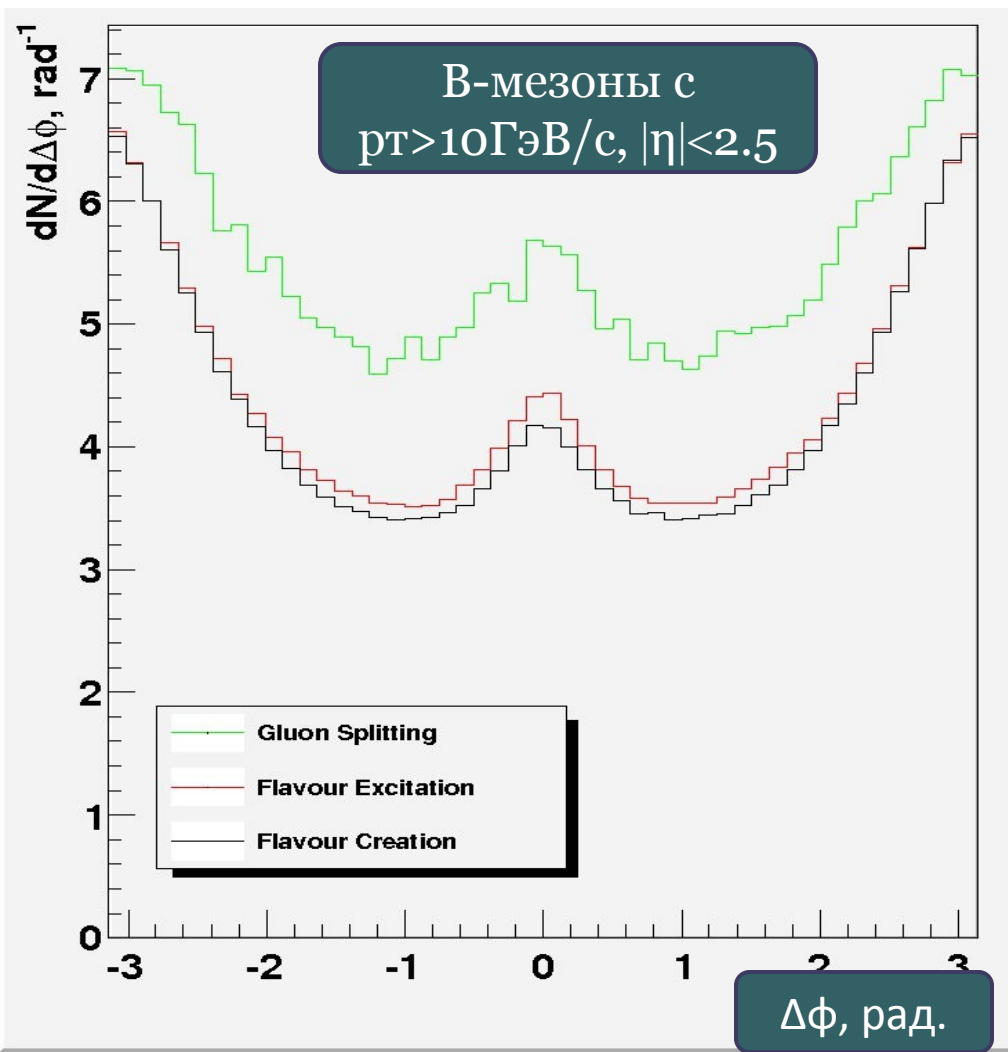
Вывод:

- Расщепление глюона – основной источник комбинаторного фона при регистрации редкого распада $B_s \rightarrow \mu\mu$ (регистрируются два b -кварка)
- Для сигнала вносят вклад все механизмы рождения b -кварков (регистрируется один кварк)

Распределение заряженных частиц в
событии по азимутальному углу
относительно вылета В-мезона

Л.Смирнова 27.01.2011
МИФИ

Спектры сопутствующих событий



Сечения b -кварков с $p_T > 10 \text{ ГэВ/с}$,
 $|\eta| < 2.5$

Механизм	Сечение, мкб	
	7 ТэВ	14 ТэВ
Парное рождение	15.0 ± 0.1	34.3 ± 0.1
Возбуждение	44.7 ± 0.2	104.6 ± 0.5
Расщепление глюона	19.4 ± 0.7	71.2 ± 2.5

Сечения пар b -кварков с
 $p_T > 10 \text{ ГэВ/с}$, $|\eta| < 2.5$

Механизм	Сечение, мкб
Парное рождение	4.34 ± 0.03
Возбуждение	3.87 ± 0.07
Расщепление глюона	1.50 ± 0.18

Характерные особенности фона при регистрации распада $B_s \rightarrow \mu\mu$

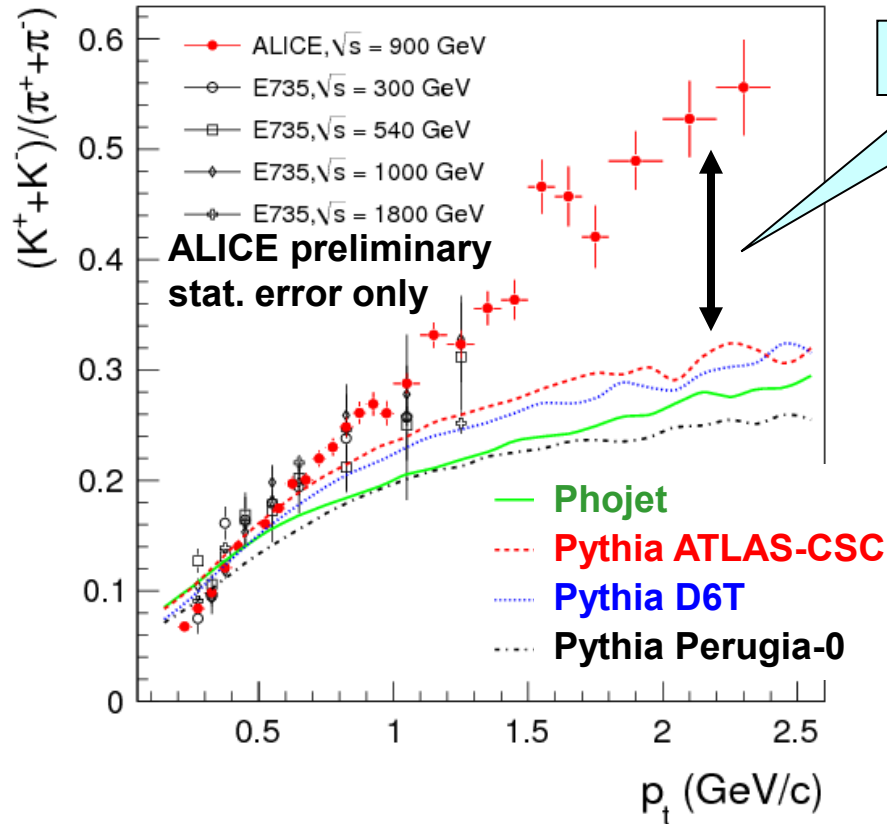
- Доминирование механизма расщепления глюона
- Повышенная плотность частиц сопутствующих событий для механизма расщепления глюона
- Это объясняет эффективность условия изолированности подавления фона при выделении сигнала от распада $B_s \rightarrow \mu\mu$
- Показывает зависимость эффективности выделения этого распада от условий рождения b -кварка, механизма его рождения – требует правильного генератора событий для описания фона

Заключение

- Необходимо проведение моделирования рождения b -кварков с генераторами MC@NLO, POWHEG-PYTHIA, POWHEG-HERWIG, PYTHIA для оценки комбинаторного фона от парного рождения b -кварков и парного рождения c -кварков.
- Измерение спектра масс димьюонов на имеющейся статистике зарегистрированных pp -взаимодействий- основная задача.

Strange Particle Production

Л. Смирнова 27.01.2011
МИФИ



Factor of 2!

Вклад D-
мезонов!?!

- A lot more strange mesons at large p_T than predicted by the Monte-Carlo Models!
- K/π ratio fairly independent of the center-of-mass energy.

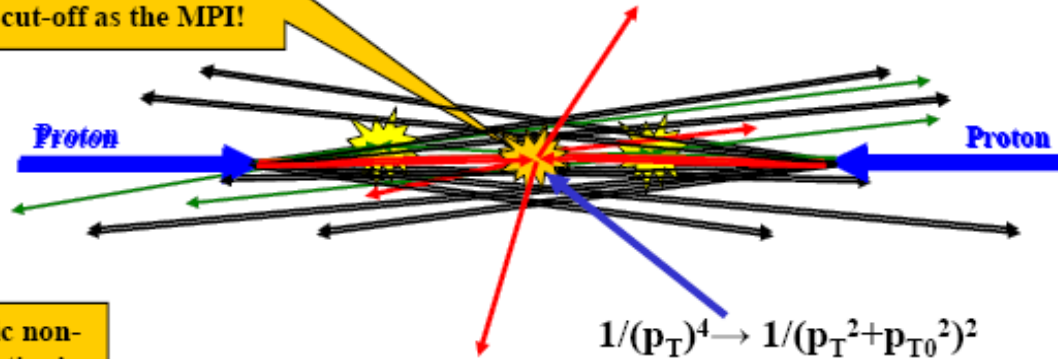
Back up slides



Model of σ_{ND}



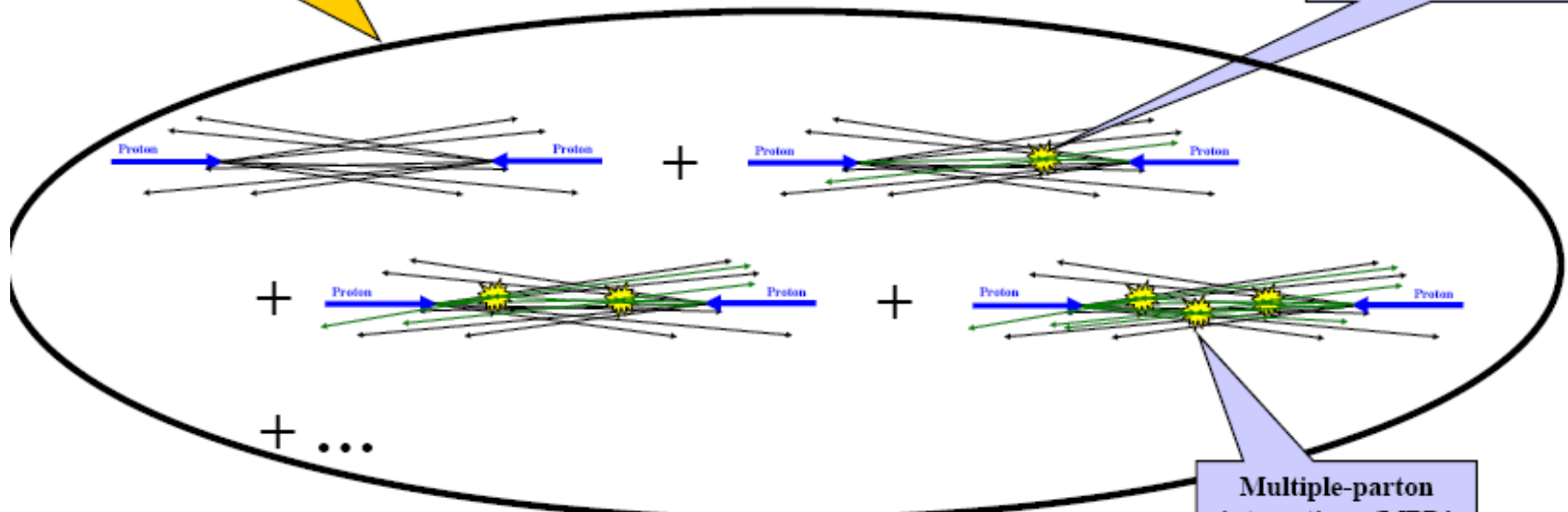
Allow leading hard scattering to go to zero p_T with same cut-off as the MPI!



Model of the inelastic non-diffractive cross section!

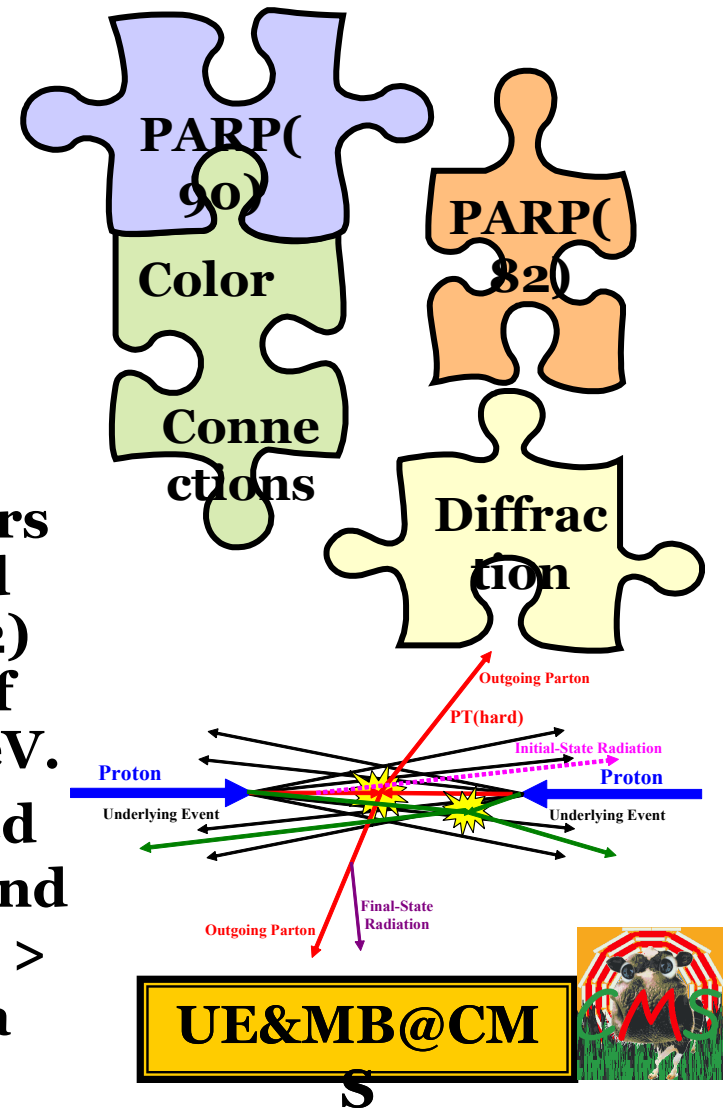
$$1/(p_T)^4 \rightarrow 1/(p_T^2 + p_{T0}^2)^2$$

“Semi-hard” parton-parton collision ($p_T < \approx 2 \text{ GeV}/c$)



Multiple-parton interactions (MPI)!

- ➔ All my previous tunes (A, DW, DWT, D6, D6T, CW, X1, and X2) were PYTHIA 6.4 tunes using the old Q^2 -ordered parton showers and the old MPI model (**really 6.2 tunes**)!
- ➔ I believe that it is time to move to PYTHIA 6.4 (p_T -ordered parton showers and new MPI model)!
- ➔ **Tune Z1:** I started with the parameters of ATLAS Tune AMBT1, but I changed LO^* to CTEQ5L and I varied PARP(82) and PARP(90) to get a very good fit of the CMS UE data at 900 GeV and 7 TeV.
- ➔ The ATLAS Tune AMBT1 was designed to fit the inelastic data for $N_{chg} \geq 6$ and to fit the PT_{max} UE data with $PT_{max} > 10$ GeV/c. Tune AMBT1 is primarily a min-bias tune, while Tune Z1 is a UE tune!



PYTHIA Tune Z1

**Parameters
not shown
are the
PYTHIA 6.4
defaults!**

Parameter	Tune Z1 (R. Field CMS)	Tune AMBT1 (ATLAS)
Parton Distribution Function	CTEQ5L	LO*
PARP(82) – MPI Cut-off	1.932	2.292
PARP(89) – Reference energy, E0	1800.0	1800.0
PARP(90) – MPI Energy Extrapolation	0.275	0.25
PARP(77) – CR Suppression	1.016	1.016
PARP(78) – CR Strength	0.538	0.538
PARP(80) – Probability colored parton from BBR	0.1	0.1
PARP(83) – Matter fraction in core	0.356	0.356
PARP(84) – Core of matter overlap	0.651	0.651
PARP(62) – ISR Cut-off	1.025	1.025
PARP(93) – primordial kT-max	10.0	10.0
MSTP(81) – MPI, ISR, FSR, BBR model	21	21
MSTP(82) – Double gaussian matter distribution	4	4
MSTP(91) – Gaussian primordial kT	1	1
MSTP(95) – strategy for color reconnection	6	6

Min-Bias Summary

- ➔ We are a long way from having a Monte-Carlo model that will fit all the features of the LHC min-bias data! **There are more soft particles that expected!**
- ➔ **We need a better understanding and modeling of diffraction!**
- ➔ It is difficult for the Monte-Carlo models to produce a soft event (*i.e.* no large hard scale) with a large multiplicity. **There seems to be more “min-bias” high multiplicity soft events at 7 TeV than predicted by the models!**
- ➔ **The models do not produce enough strange particles!** I have no idea what is going on here! The Monte-Carlo models are constrained by LEP data.

