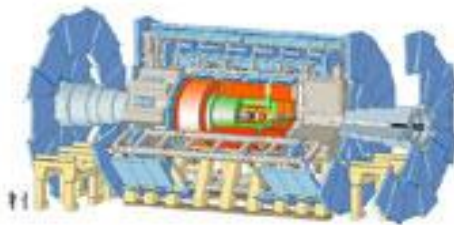


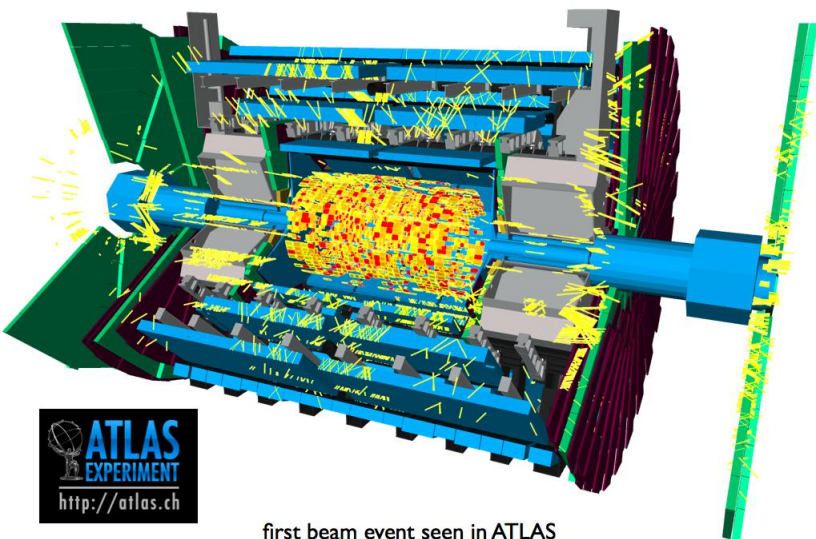


the ATLAS Experiment

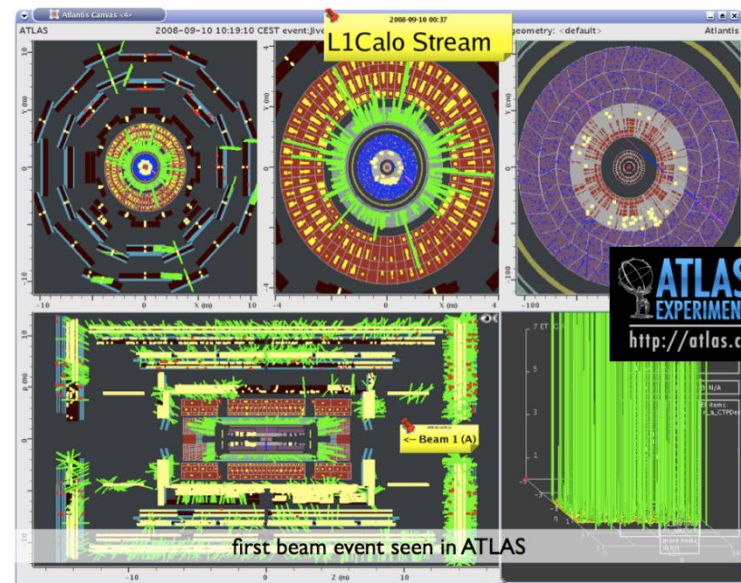


Участие ПИЯФ в эксперименте ATLAS

Научная сессия ученого совета ОФВЭ ПИЯФ
22-26 декабря 2008 г.
Федин О.



first beam event seen in ATLAS




first beam event seen in ATLAS



Подразделения ПИЯФ участвующие в эксперименте АТЛАС

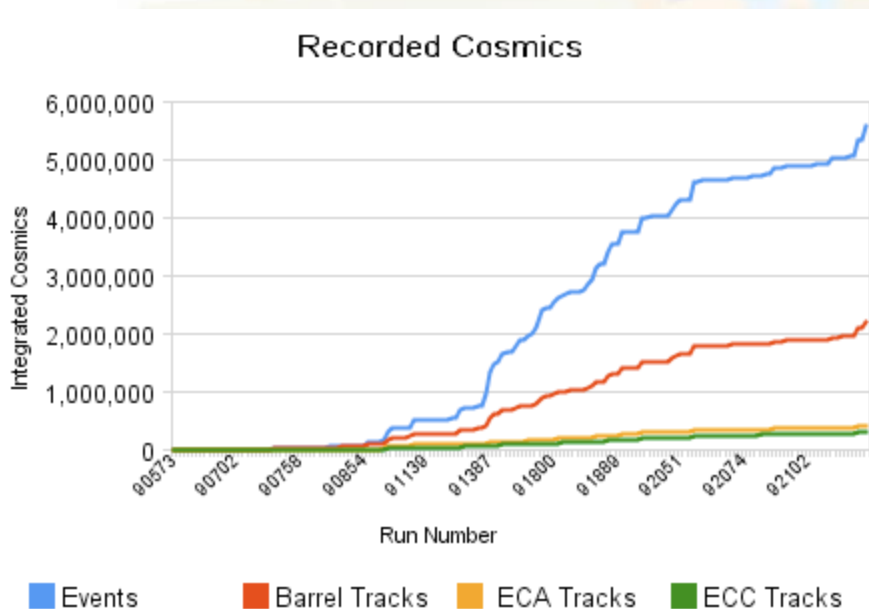
- Лаборатория адронной физики ОФВЭ
 - научный персонал 6 чел. (2снс, 2нс, 2 мнс)
 - Научно-технический – 1 инженер
- Лаборатория информационно-вычислительных систем ОИТА
 - руководитель проф. Ю.Ф.Рябов
 - около 10 чел. работают в АТЛАСе
- Другие подразделения
 - ЛФЭЧ ОФВЭ - 1 внс
 - ОРЭ
- Финансирование: Мин. Науки ~ 2.4 Мруб

Направления работы

- Физика:
 - e/γ performance
 - t-quark
 - TRT детектор
 - ATLAS DCS/DSS group
 - ATLAS TDAQ group
 - Разработка системы само-запуска (self trigger/track trigger) для детектора TRT
- 

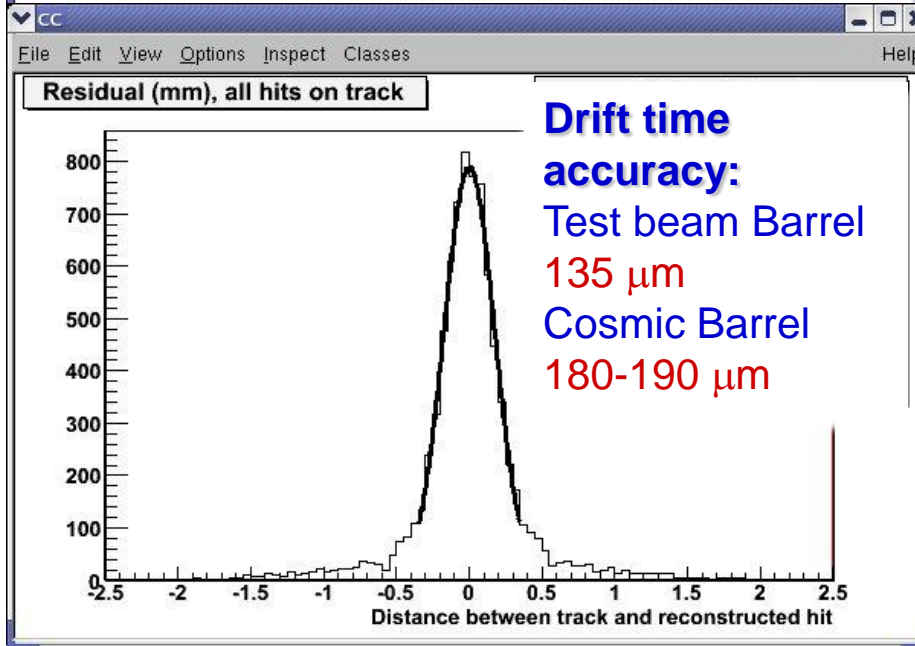
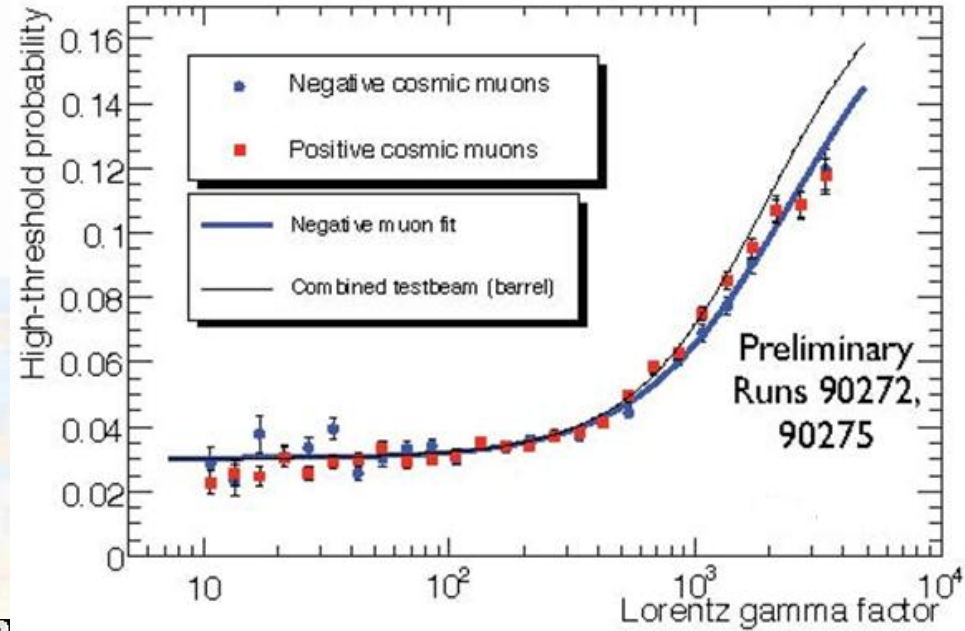
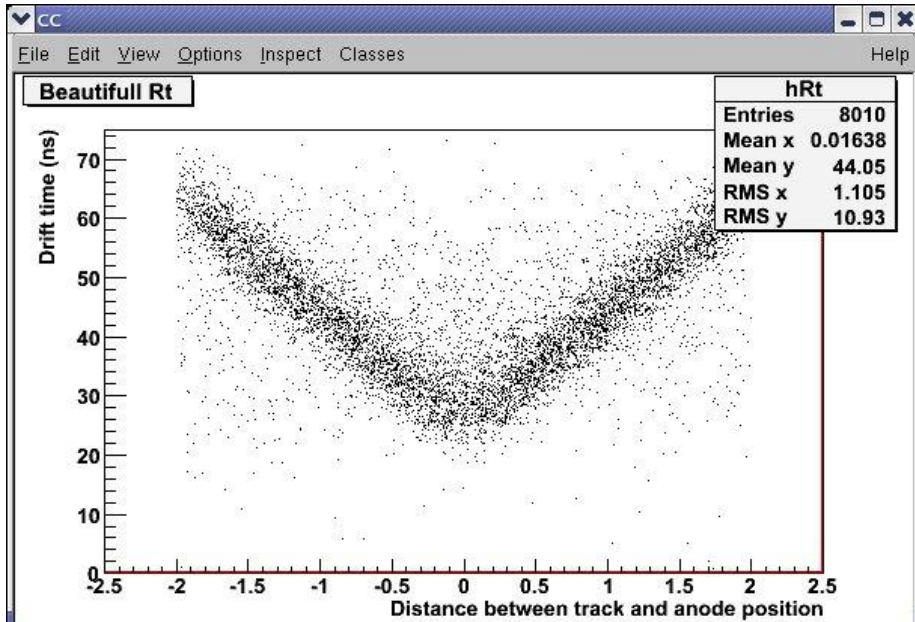
Статус детектора TRT

- ❑ август 2008 ATLAS эксперимент полностью готов к работе с пучком LHC (Завершена установка и проверка всех детекторов. Завершены все испытания магнитов (центральный соленоид и торроиды))
- ❑ июль 2008 – TRT детектор полностью готов к работе с пучком.
- ❑ 10 сентября 2008 – начало работы с пучком (газовая смесь Ar/CO₂)
- ❑ 15 сентября замена газовой смеси на Xe/CO₂/O₂
 - Утечка газа всего ~0.3-0.5 л/час (объем всей газовой системы ~4500 л т.е утечка ~10⁻⁴!)
- ❑ С 19 сентября по декабрь набор космического излучения для калибровки и выстройки (alignment) детектора



N tracks	All	Field On	Field Off
>0 TRT hits	3M	2.2M	750K
>0 SCT hits	1.02M	800K	220K
>0 Pixel hits	250K	195K	55K

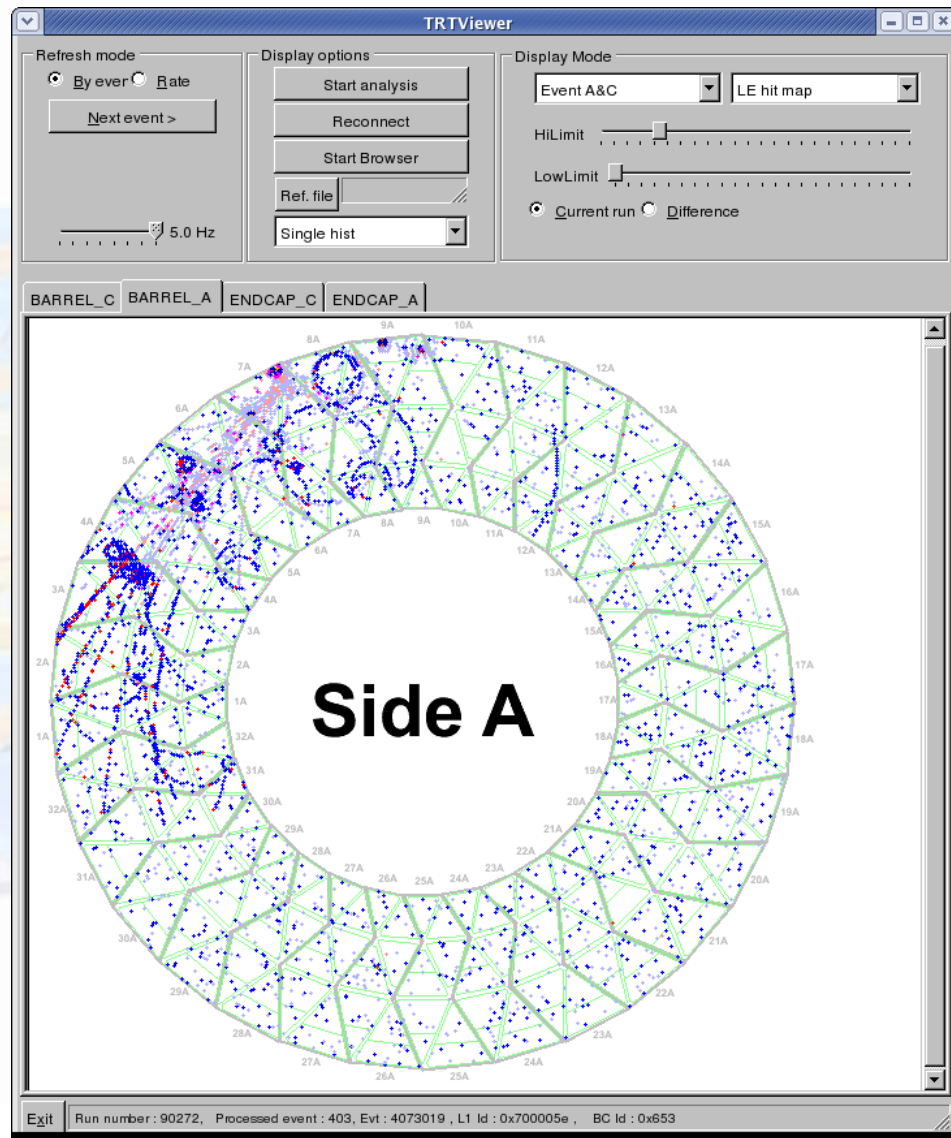
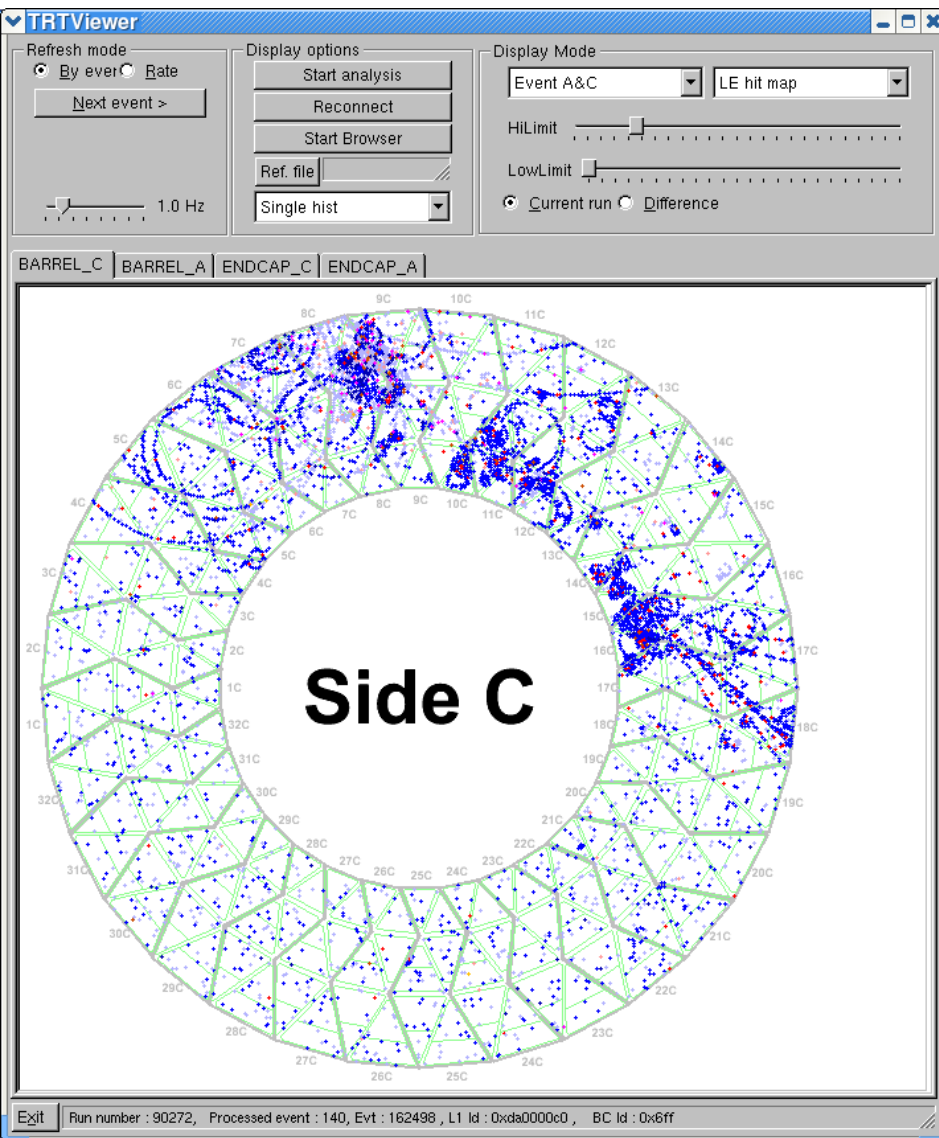
Параметры детектора TRT



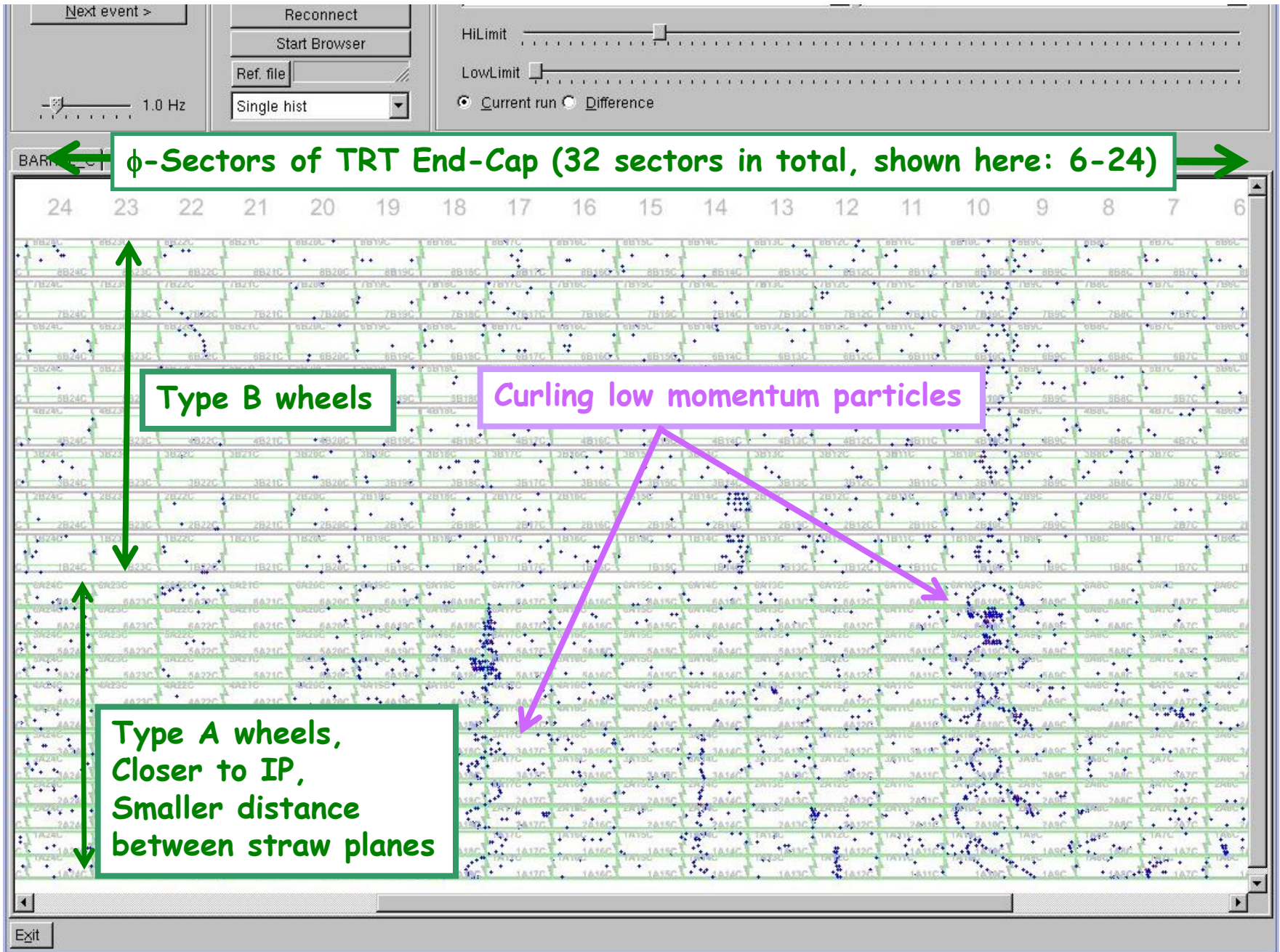
При $\gamma > 2000$ небольшие различия могут быть объяснены ухудшением разрешения по p_T для $p_T > 200$ GeV

TRT Barrel events

Display: TRTViewer (tool for online monitoring) – создан в ПИЯФ



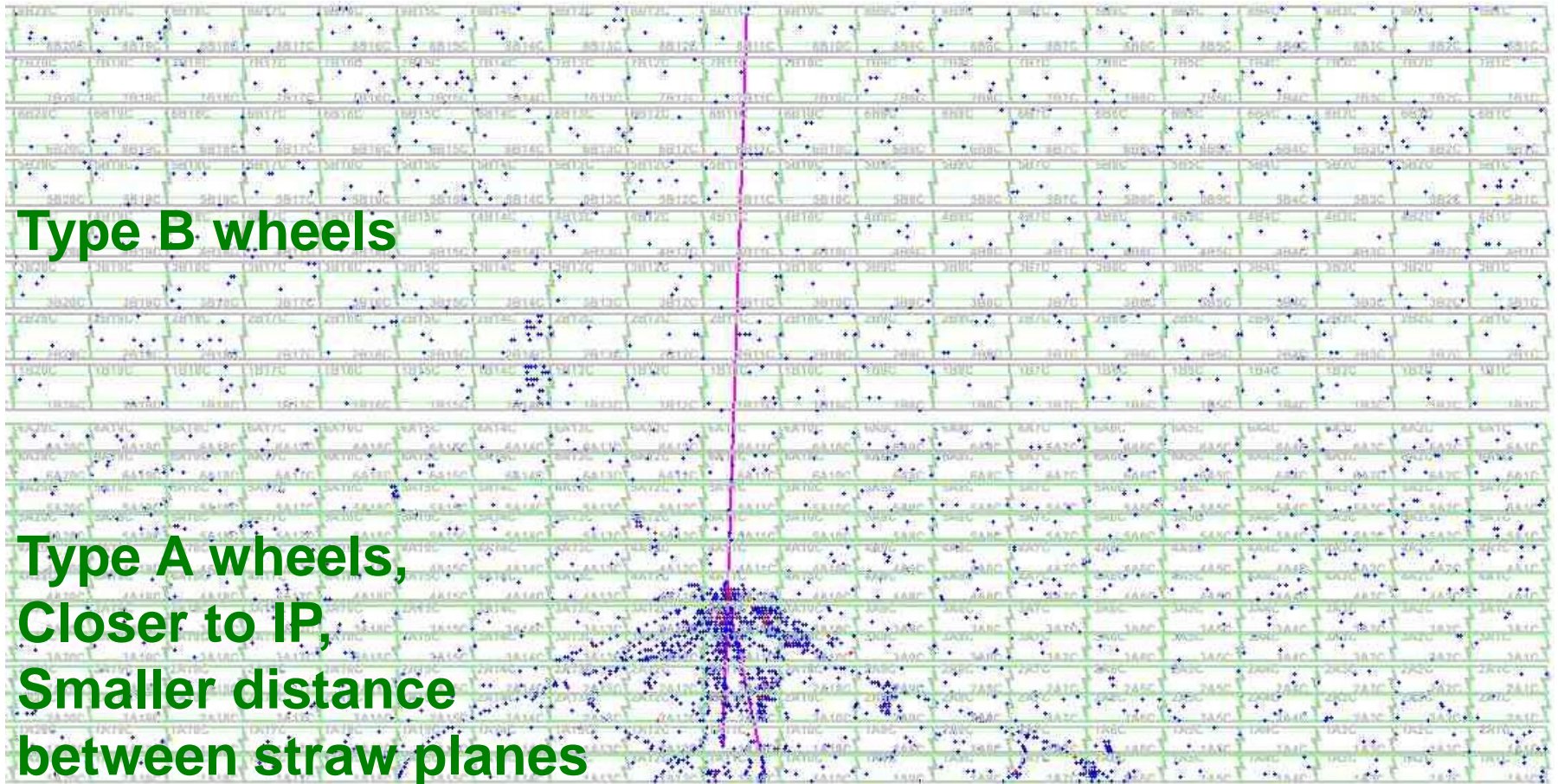
TRT End-Cap C Event (23/8/08)



An Event (23.8.08) in TRT End-Cap C

Phi-Sectors of TRT End-Cap (32 sectors in total, shown here: 1-20)

← 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 →



Type B wheels

Type A wheels,
Closer to IP,
Smaller distance
between straw planes

ATLAS - день X

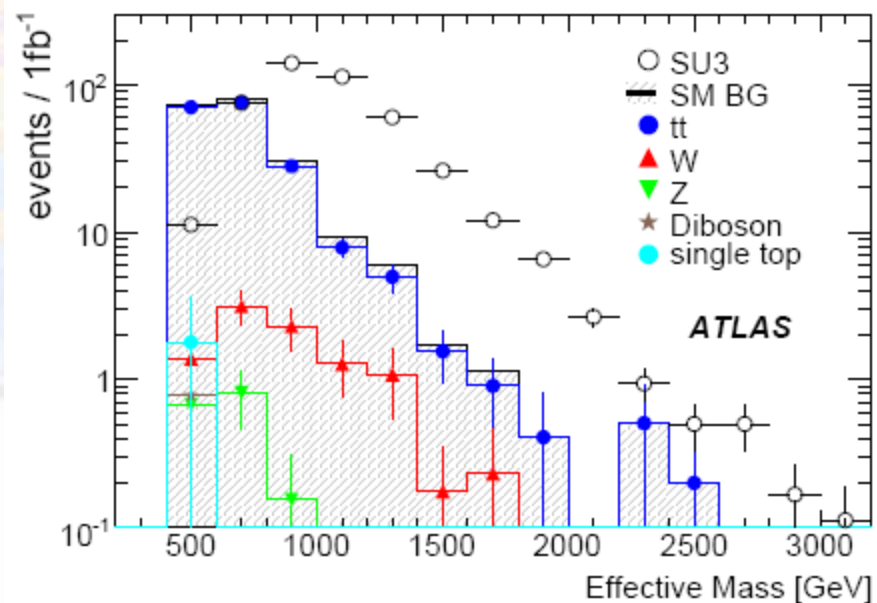
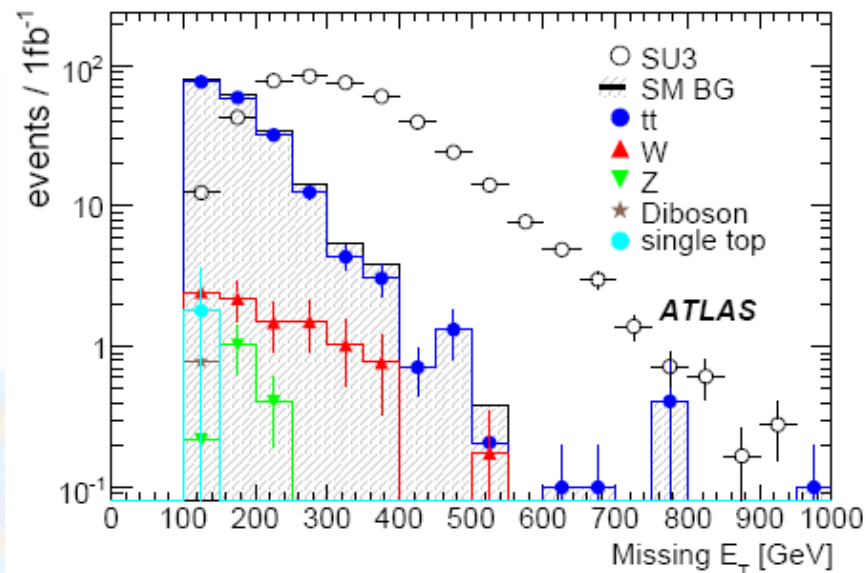
❑ Эксперимент ATLAS создавался как "фабрика" для новых открытий

❑ Основные задачи:

- открыть бозон Хиггса и увидеть физические события, которые потребуют расширения СМ
- регистрация событий со многими различными сигнатурами

❑ Основные вопросы перед тем как приступить к открытиям:

- понимание отклика детектора ATLAS
- Изучение "фоновых" процессов СМ



The first Higgs in ATLAS ... (4th April 2008)



Мотивация выбора направления работы

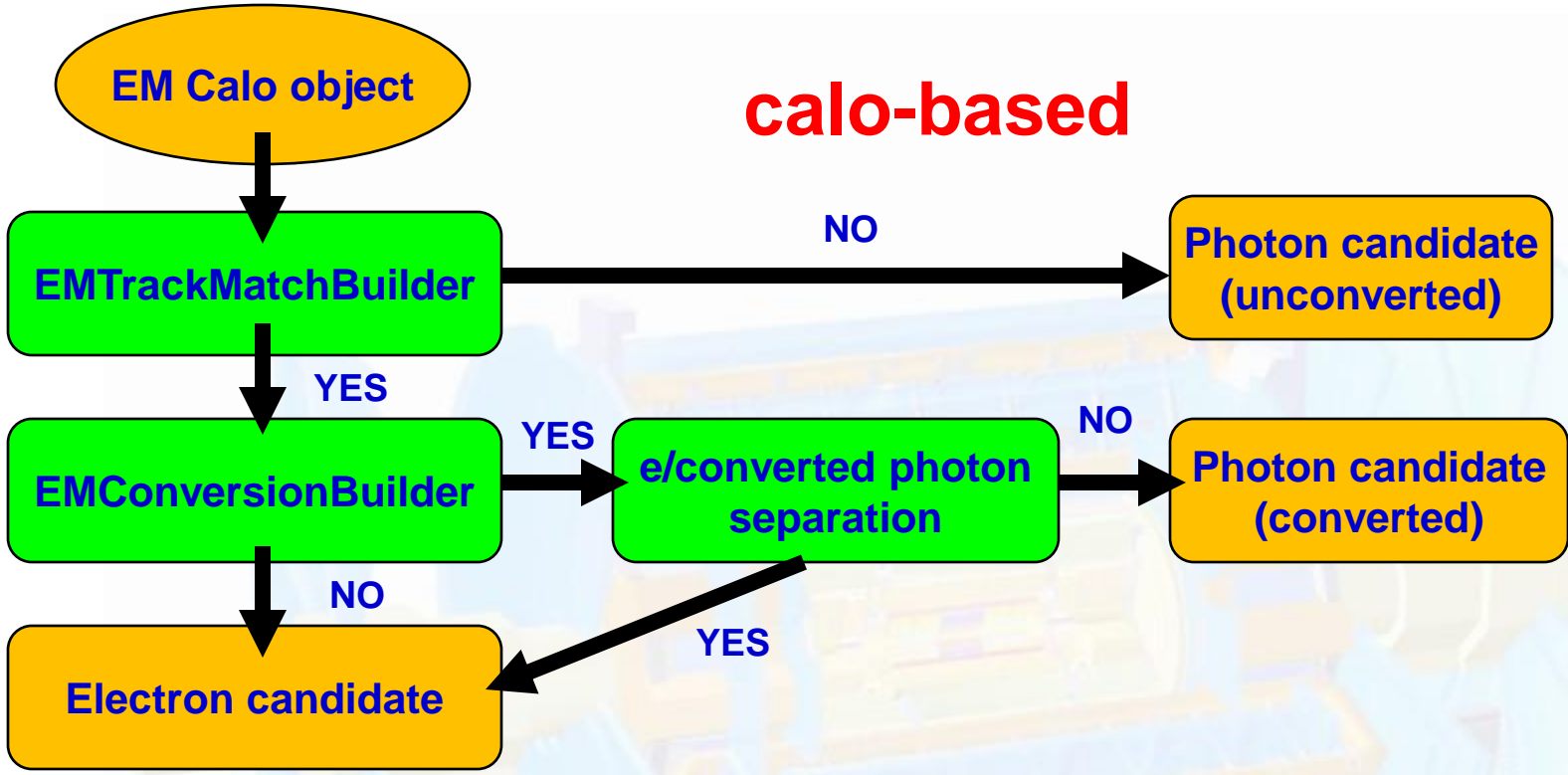
- ❑ Одним из основных назначений детектора TRT (Transition Radiation Tracker), который создавался в ПИЯФ наряду с восстановлением треков заряженных частиц ($p_T > 0.5$ ГэВ; $|\eta| < 2.2$; $\sigma \sim 50$ мкм), является идентификация электронов и тем самым подавление адронного (пионного) фона.
- ❑ ATLAS e/γ performance группа - разработка алгоритмов эффективной регистрации электронов и подавления адронных КХД струй.
- ❑ Данные алгоритмы являются ключевыми при изучении процессов с рождением электронов в конечном состоянии.

Направление работы

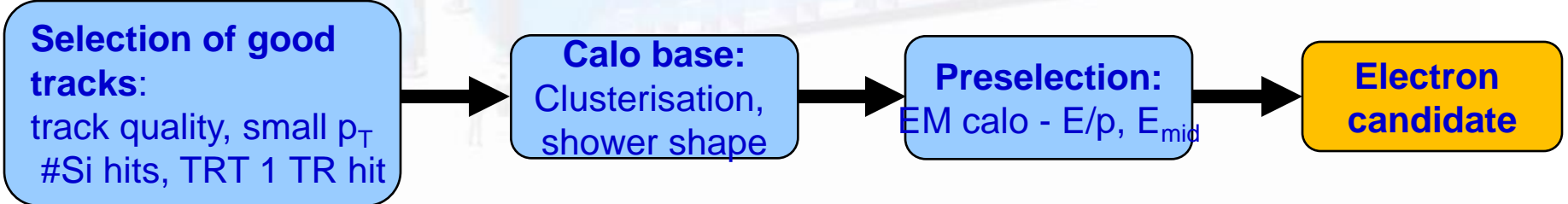
□ Изучение электрослабых процессов с рождением электронов в конечном состоянии:

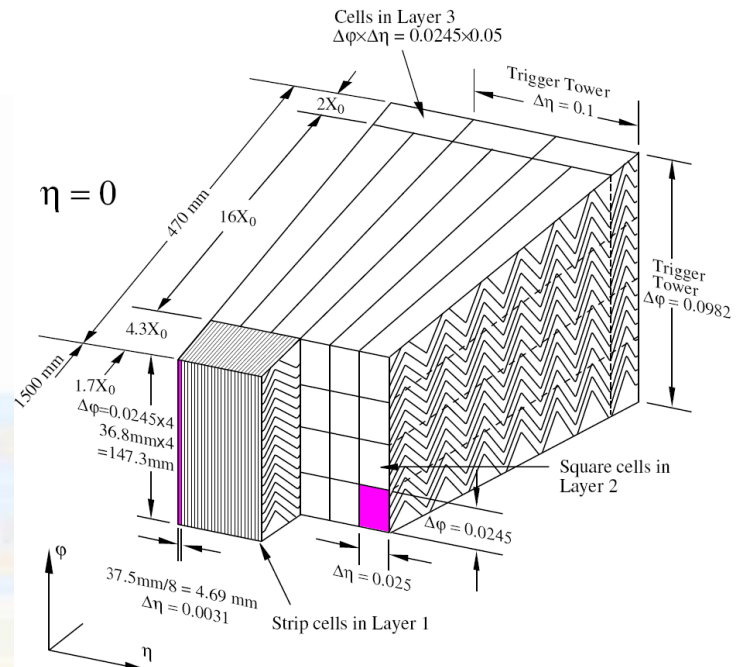
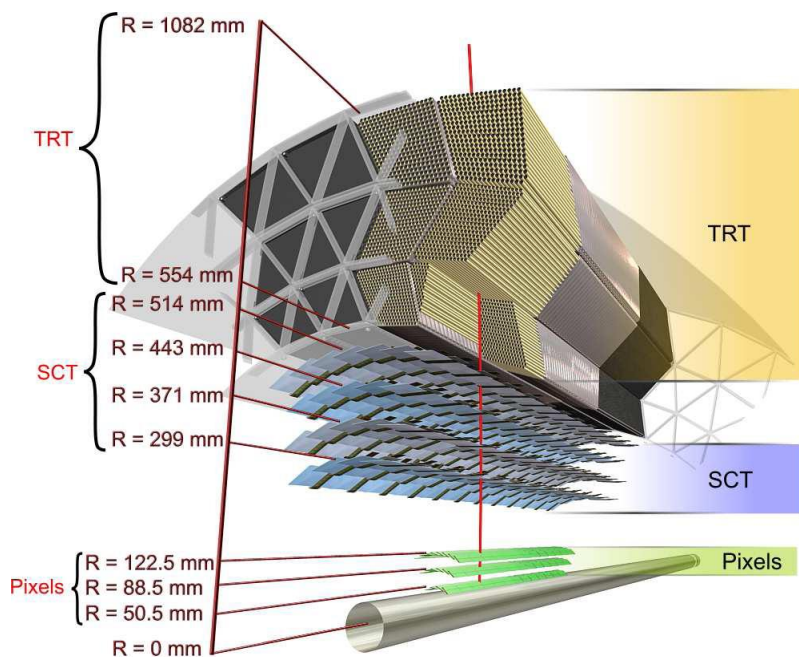
- процессы Дрелла-Яна $qq \rightarrow e^+e^-$, включая резонансное рождение Z бозона $pp \rightarrow Z \rightarrow e^+e^-$, J/Ψ и Υ мезонов, $pp \rightarrow J/\Psi \rightarrow e^+e^-$, $pp \rightarrow \Upsilon \rightarrow e^+e^-$
- поиск нового калибровочного бозона Z' и нового кирального бозона Z^*
- $W^\pm \rightarrow e^\pm \nu_e$
- инклюзивное рождение электронов от распадов b и c кварков $b, c \rightarrow e$
- процессы парного рождения W и Z бозонов: $pp \rightarrow W^+W^- \rightarrow e^+\nu_e e^-\nu_e$ и $pp \rightarrow ZZ \rightarrow 4e$

Реконструкция электронов



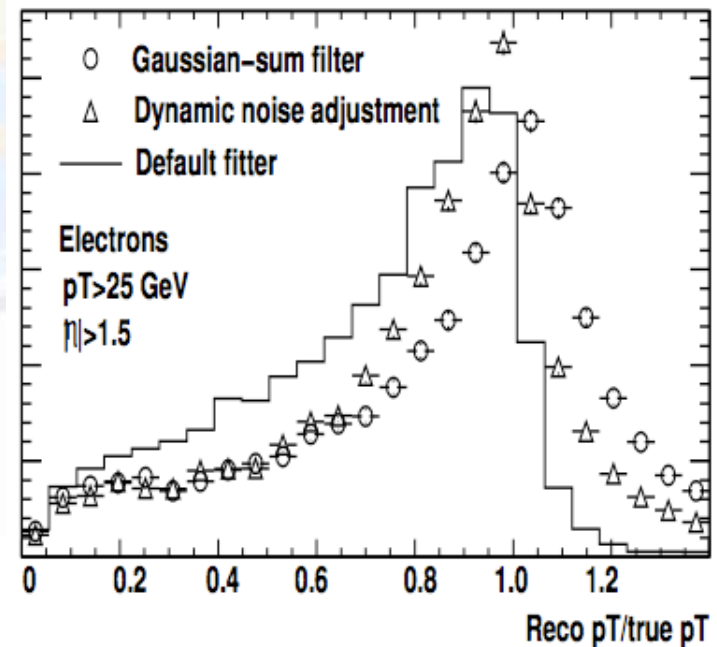
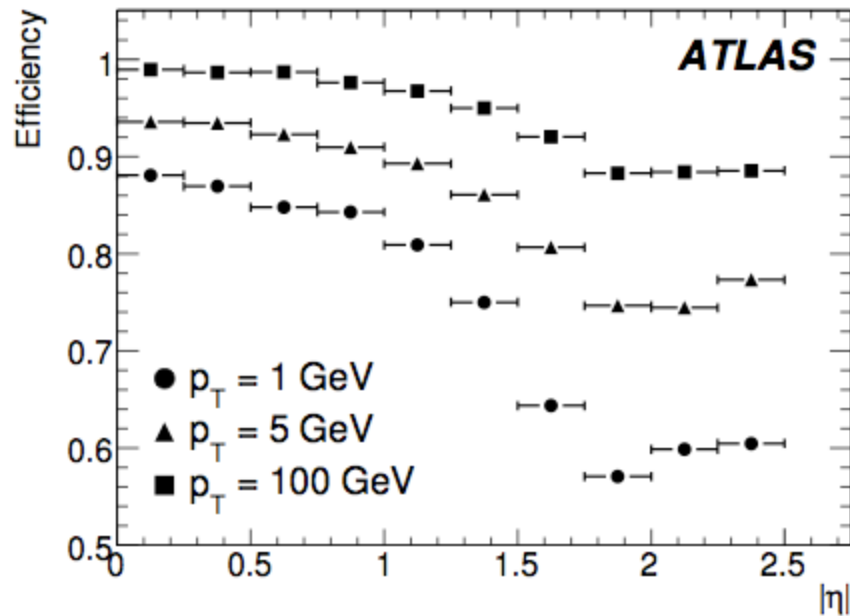
track-based





Single electron tracking efficiency

Brem recovery



Идентификация электронов

❑ Методы идентификации:

- Метод дискриминируемых переменных (cut based)
- Мультивариационные методы (Likelihood ratio and BDT (boosted decision tree))

❑ Метод дискриминируемых переменных:

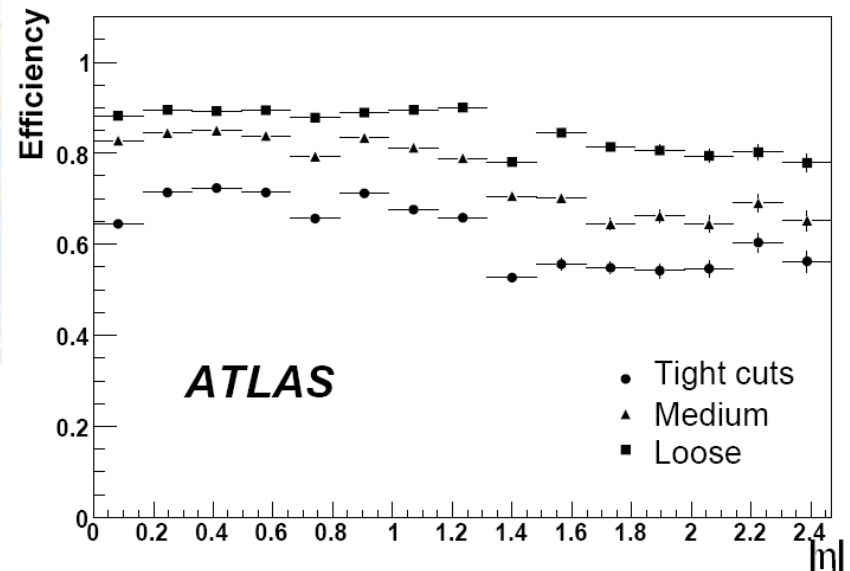
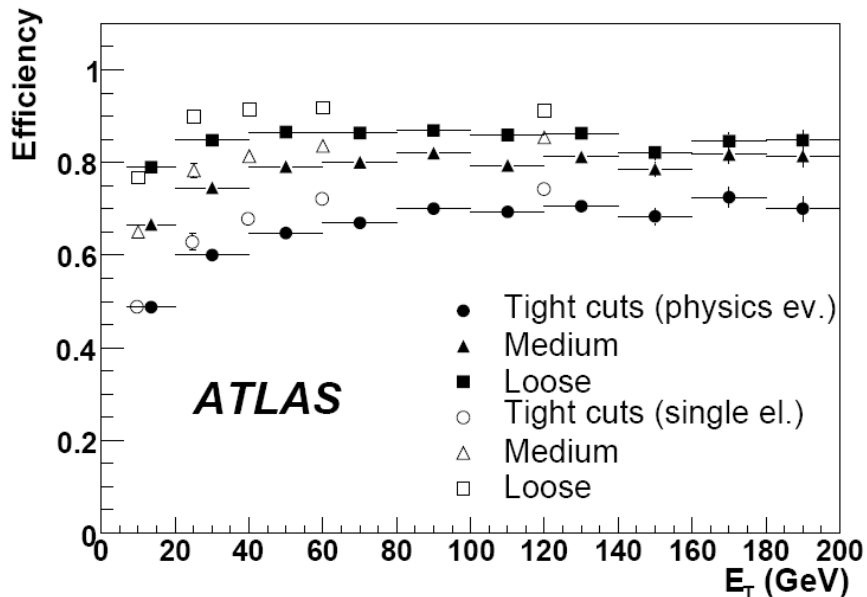
- ~19 калориметрических и трековых переменных
- два набора оптимизированных для двух методов реконструкции calo based и track based

❑ Calo based – для реконструкции и идентификации изолированных электронов, например $Z \rightarrow ee$

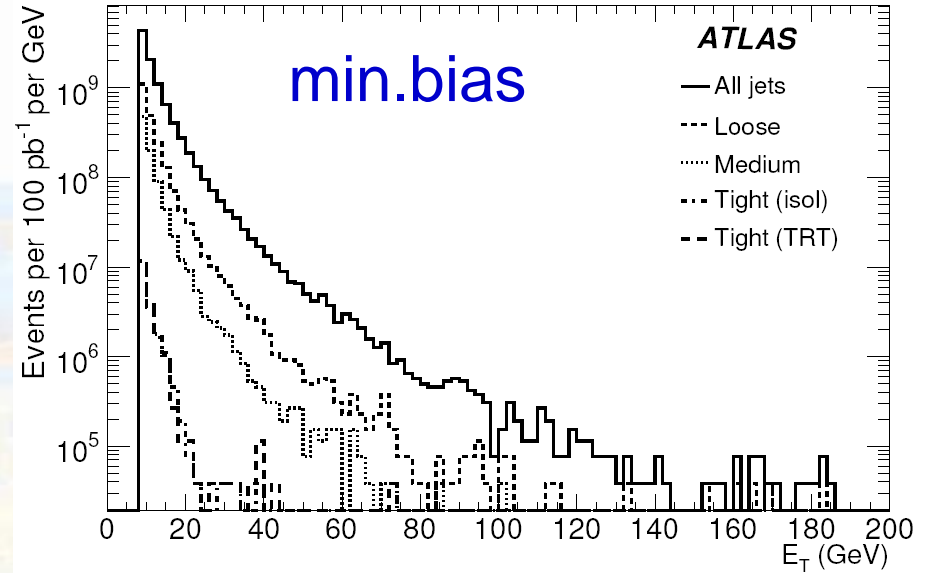
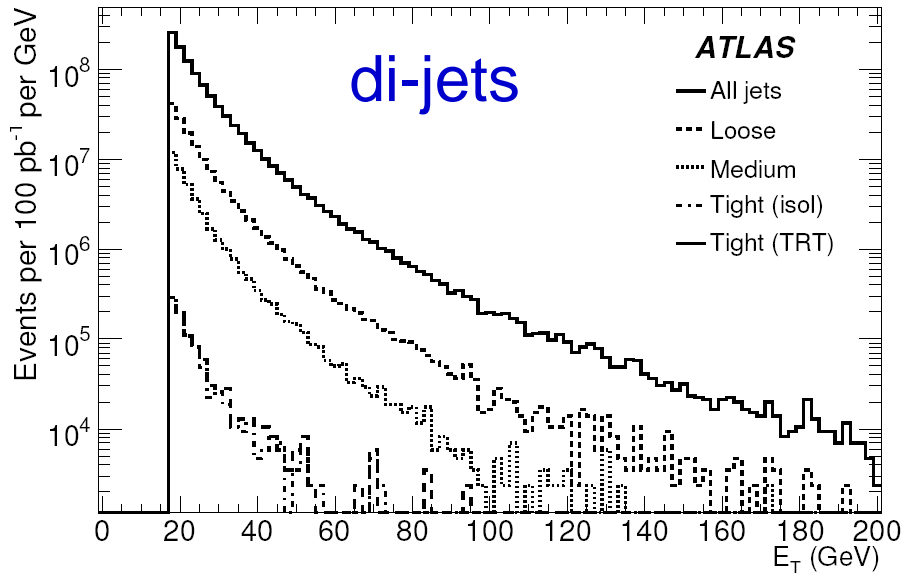
❑ Track based – для реконструкции и идентификации электронов с $p_T < 10$ ГэВ, т.е. $J/\psi \rightarrow ee$, $Y \rightarrow ee$ и электронов в струях

Идентификация электронов

	cuts	ϵ_e	R_{jet}
Loose	Hadr.Leak + EM middle	88%	570
Medium	Loose+ EM strips+ Clus.isolation + track quality	77%	2200
Tight	All cuts including TR	64%	10^5

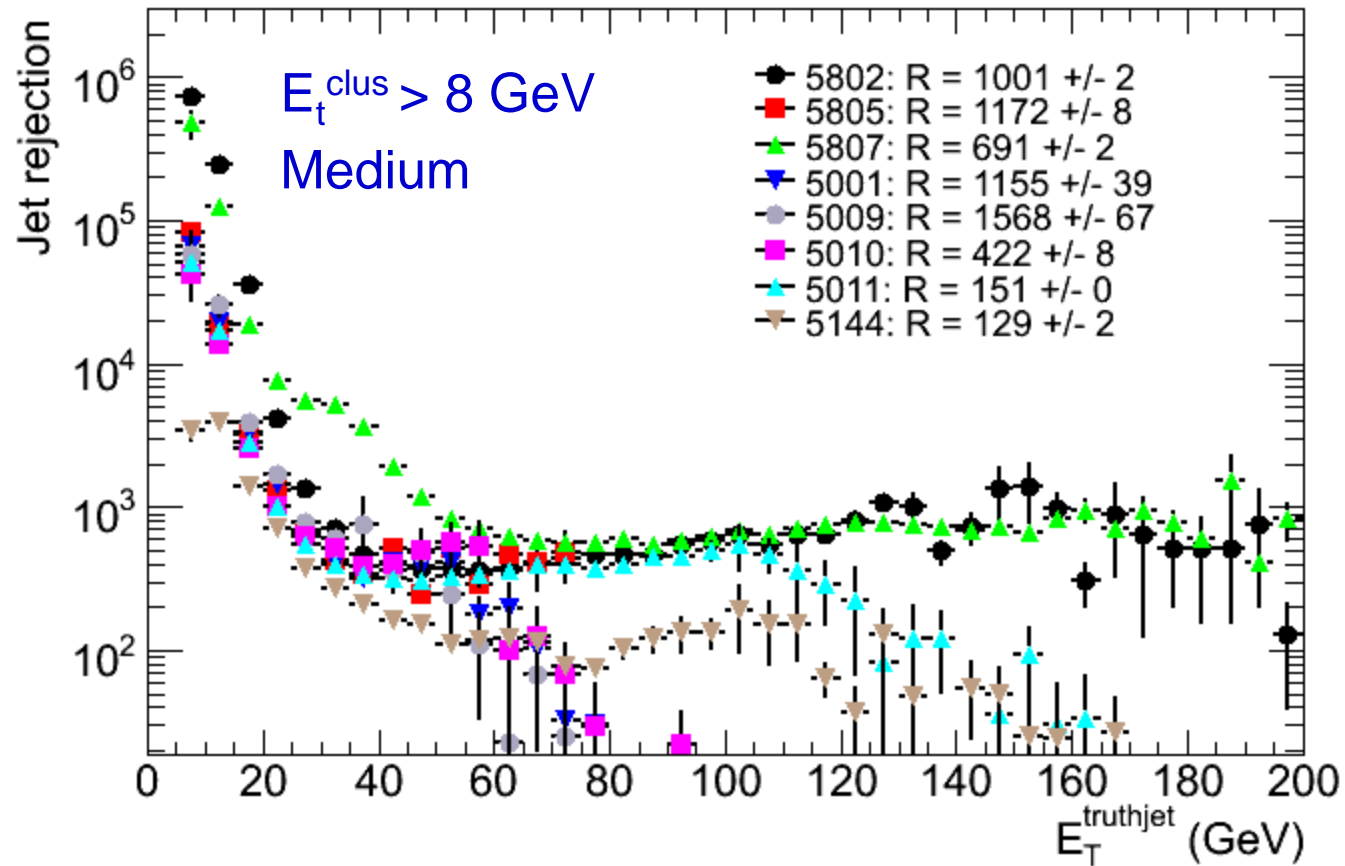


Подавление КХД струй



cut	di-jets ET>17 GeV			min.bias ET>8 GeV	
	Isolated	Non-isolated	Jets	Non-isolated	Jets
	Fraction of surviving candidates (%)			Fraction of surviving candidates (%)	
Medium	1.1	7.4	91.5(5.5+86.0)	9.0	91.0 (5.0+86.0)
Tight	10.5	63.3	26.2(8.3+17.9)	77.8	22.2(7.1+15.1)

Подавление КХД струй



Измерения в первых данных – J/ψ и Υ

Инклюзивное сечение @LHC:

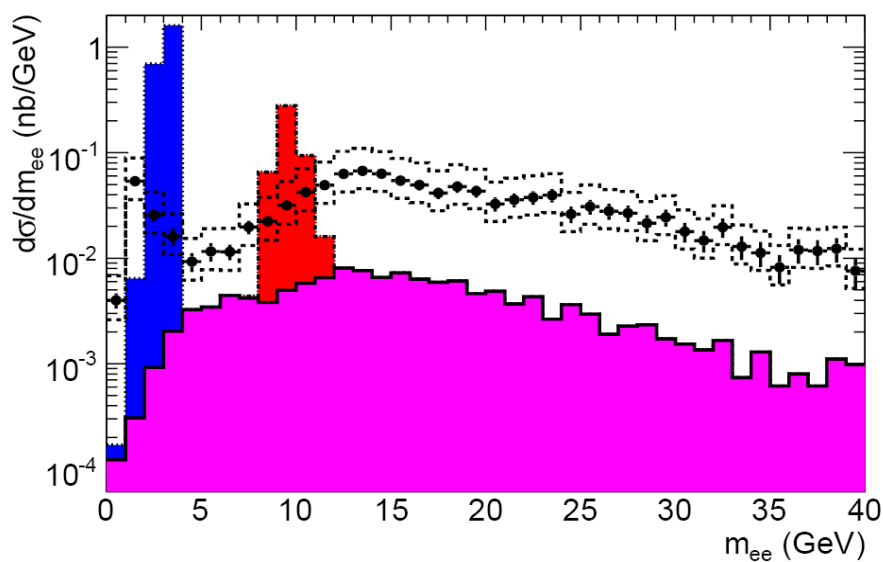
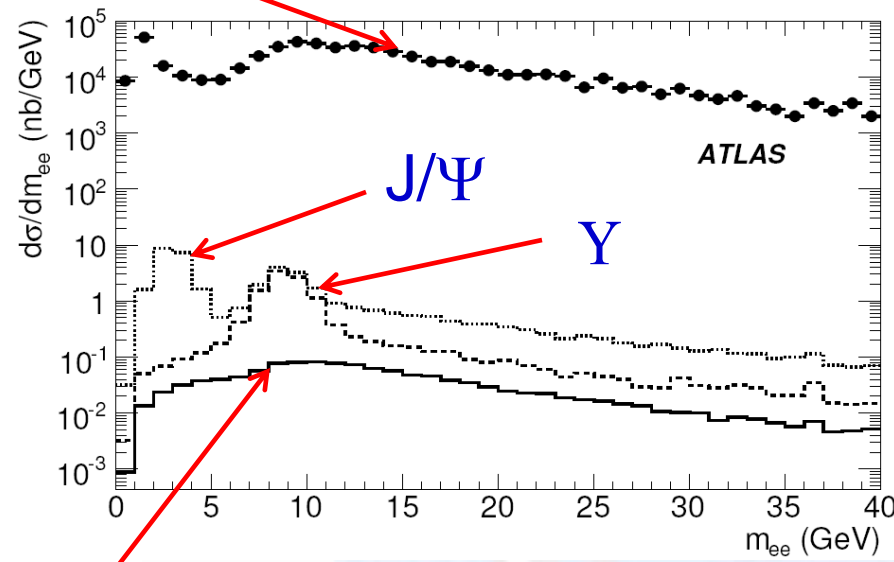
- $\sigma_{J/\psi} = 90 \mu\text{b}$
- $\sigma_{\Upsilon} = 0.7 \mu\text{b}$
- $\sigma_{\text{minbias}} \sim 70 \text{mb}$

$p_T > 3 \text{GeV}$,
 $|\eta| < 2.7$, 2ele

Сечение @LHC :

- $\sigma_{J/\psi} = 117 \text{nb}$
- $\sigma_{\Upsilon} = 47 \text{nb}$

minbias



DY

k/100pb ⁻¹	J/ψ	Υ(1S)	Drell-Yan	Bkg
2se5	230	43	13	116
se5se10	72	12	8	27
2se10	10	3.4	2.9	1.7

Измерения в первых данных – W и Z

□ Изучение рождения W и Z бозонов @LHC важно:

- сечения вычисляются (NNLO) с теоретическими неопределенностями <2% - проверка КХД
- простая сигнатура события $Z \rightarrow ee$ и $W \rightarrow e\nu$
- большая статистика $\sigma_{Z \rightarrow ee} = 2 \text{ nb}$ $\sigma_{W \rightarrow e\nu} = 20 \text{ nb}$ (per flavour)
- $d\sigma/du$ для Z бозона прямой тест PDF
- M_W и $\sin\theta_W$ (определяется из forward-backward асимметрии $Z \rightarrow ee$) параметры SM

□ Отбор событий $Z \rightarrow ee$:

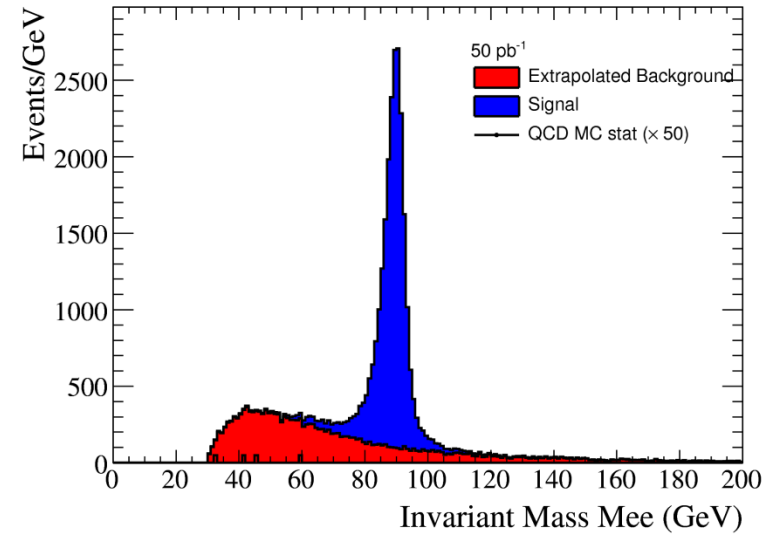
- $p_T > 15 \text{ ГэВ}$, $|\eta| < 2.5$, $80 < M_Z < 100 \text{ ГэВ}$
- Isolation, electronID and single lepton trigger

□ Отбор событий $W \rightarrow e\nu$:

- $p_T > 25 \text{ ГэВ}$, $|\eta| < 2.5$, $M_T > 40 \text{ ГэВ}$, $E_{\text{miss}}^T > 25 \text{ ГэВ}$
- Isolation, electronID and single lepton trigger

Измерения в первых данных – W и Z (50 pb^{-1})

Selection	W $\rightarrow e\nu$ $\times 10^4$	Jets $\times 10^4$	Z $\rightarrow ee$ $\times 10^4$
Trigger	37.0	835	6.1
$E_T > 25 \text{ GeV}$ $ \eta < 2.5$	30.8	383	3.2
Electron ID	26.8	110	2.9
$E_T > 25 \text{ GeV}$	22.1	4.6	0.06
$M_T > 25 \text{ GeV}$	21.7	1.5	0.04



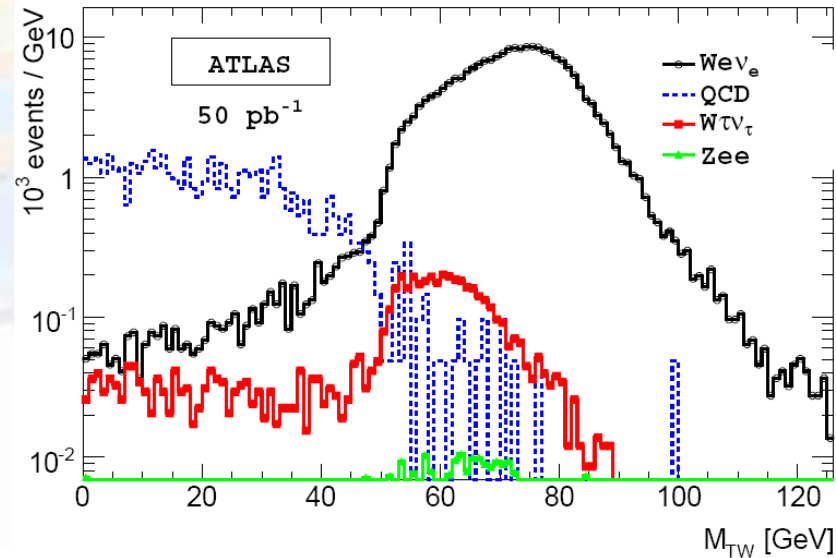
Вклады в систематическую ошибку для 50 pb^{-1} :

- идентификация электрона 2-3%
- фон ~1-4%

Теоретическая ошибка ~2%:

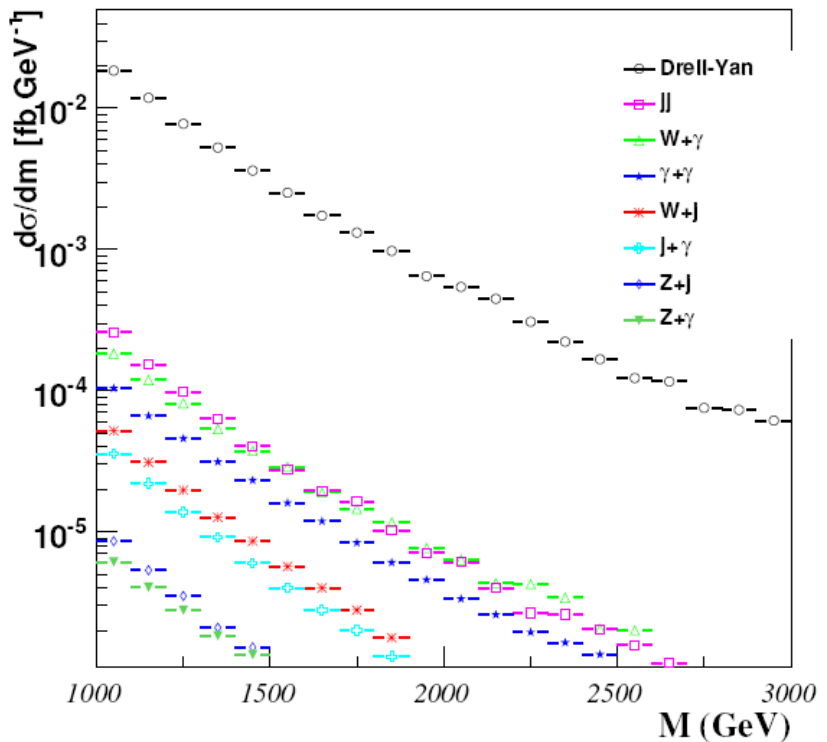
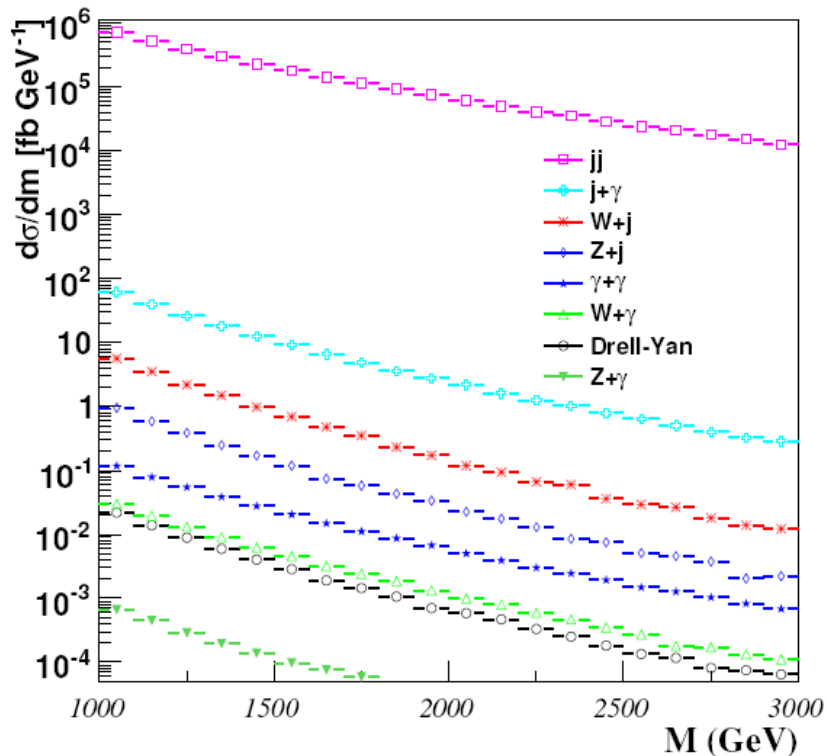
- pdfs
- Renormalisation/Factorisation scales
- ISR, FSR

	N events ($\times 10^4$)	$\Delta\sigma/\sigma$		
		stat.	syst.	lumi
W $\rightarrow e\nu$	22	0.2%	5.2%	10%
Z $\rightarrow ee$	2.9	0.8%	4.1%	10%

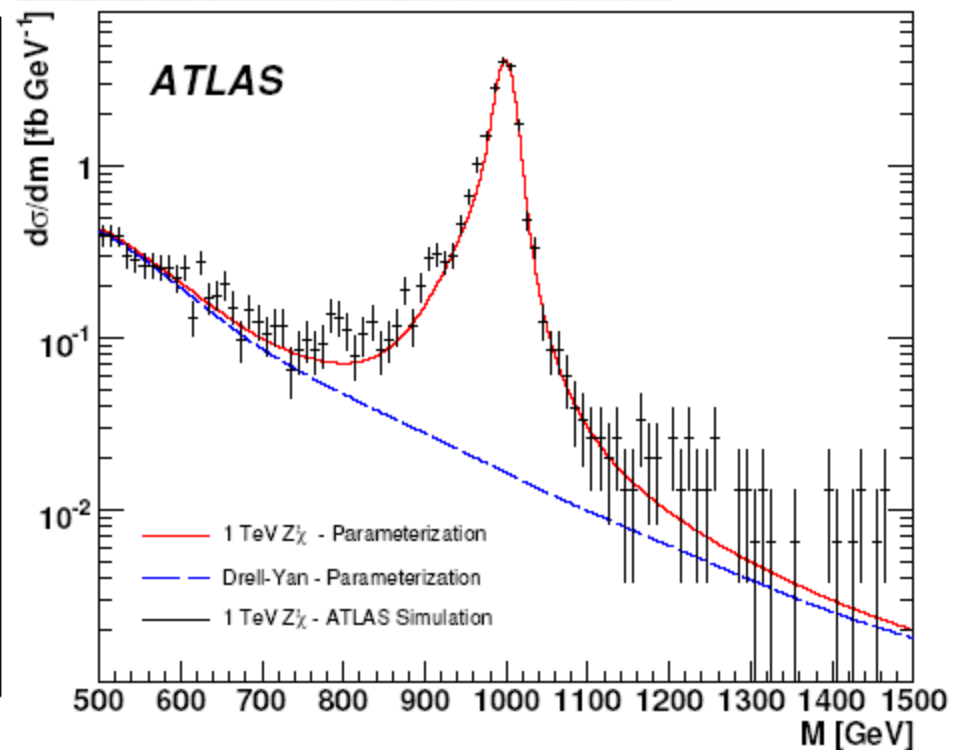
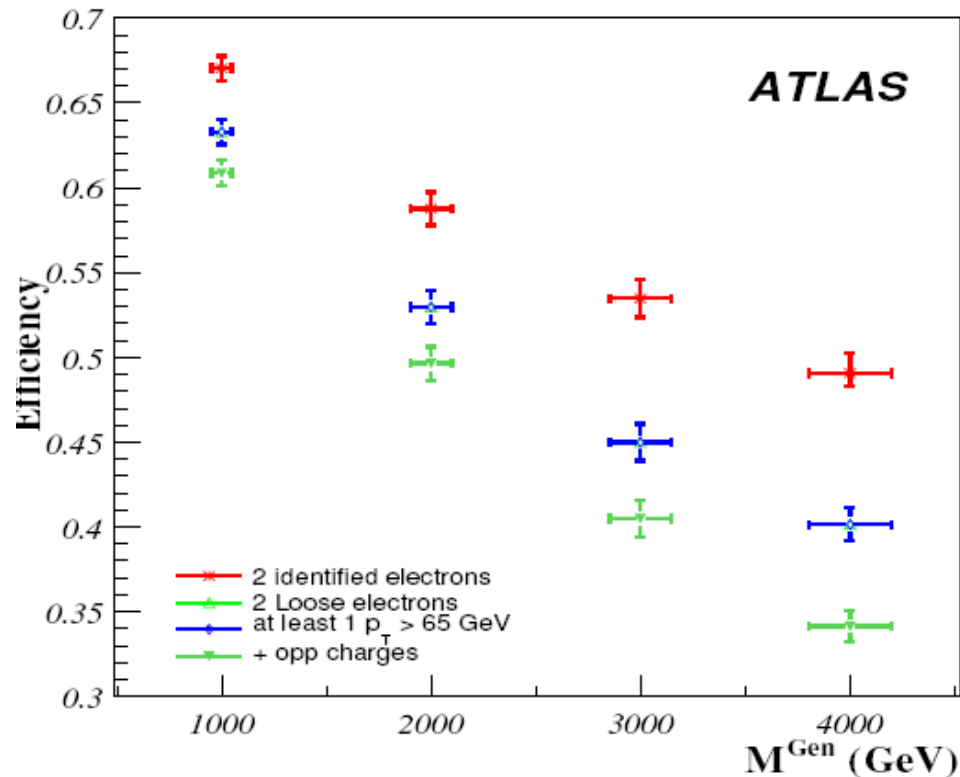


Измерения в первых данных – $Z' \rightarrow ee$

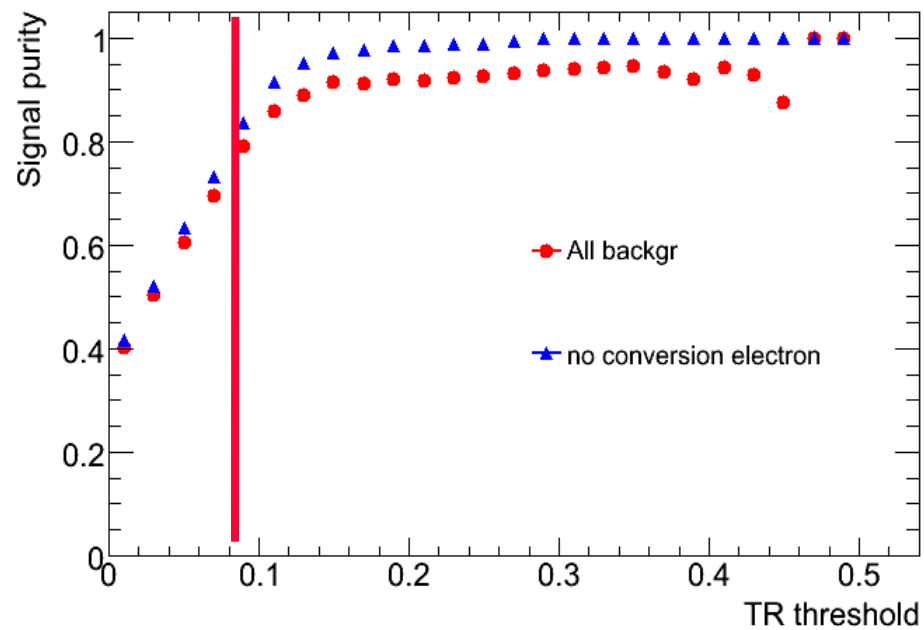
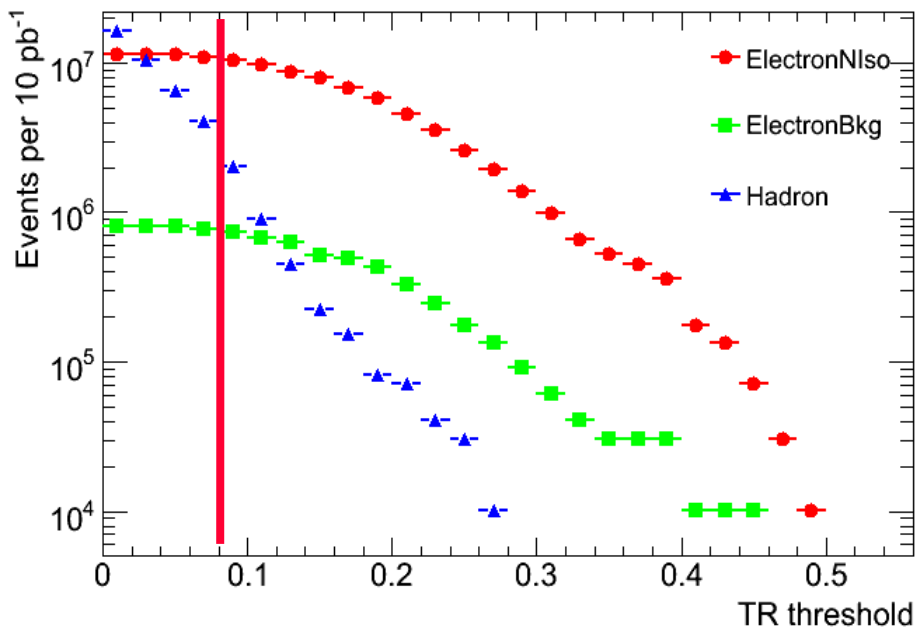
- Многие теоретические модели (grand unified, "little" Higgs, top colour, sequential standard model) предсказывают существование дополнительного нейтрального калибровочного бозона Z'
- Существующие ограничения на массу (LEP&Tevatron) > 1 ТэВ



Измерения в первых данных – $Z' \rightarrow ee$



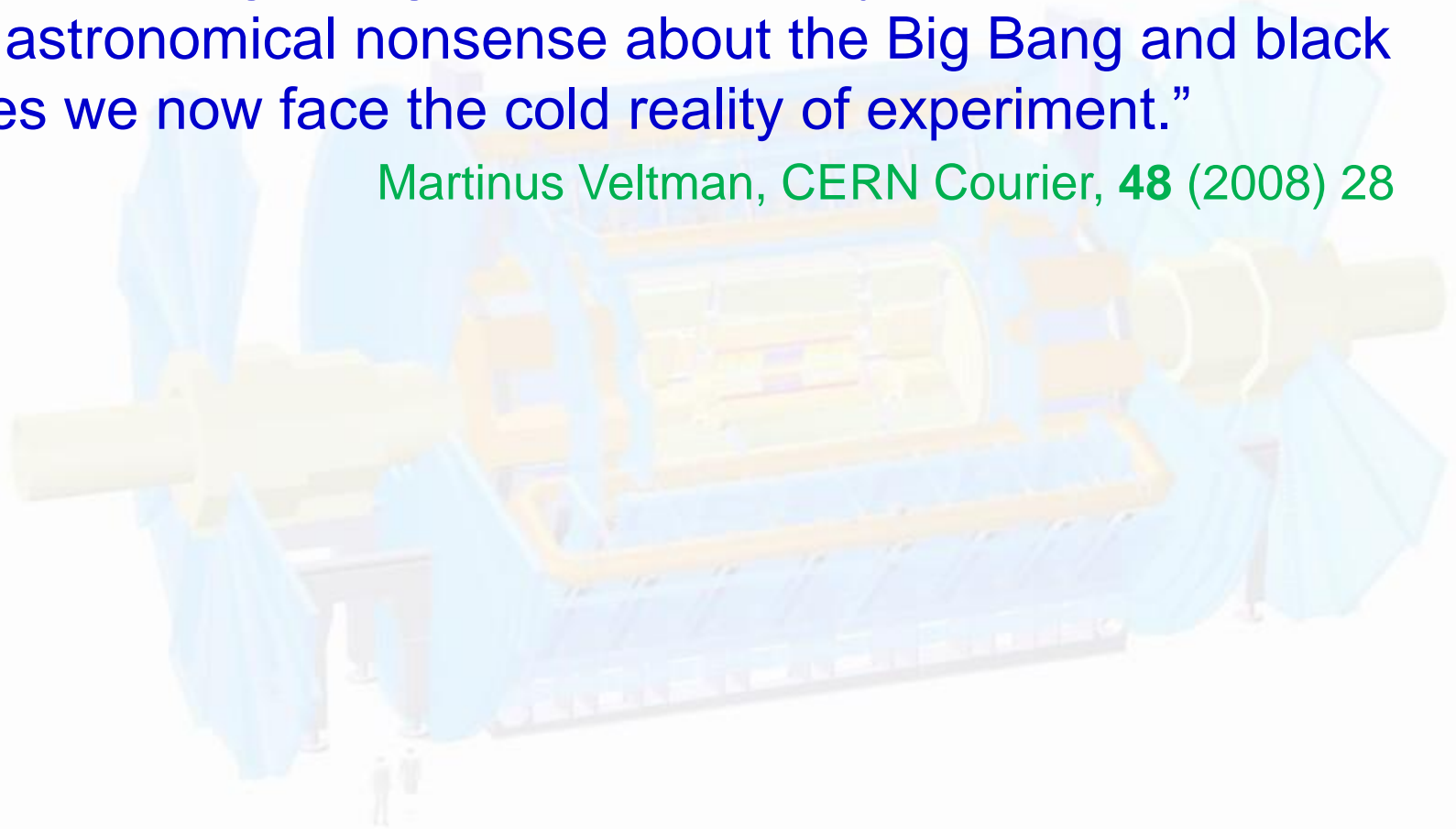
Измерения в первых данных $b, c \rightarrow e + X$



Заклучение

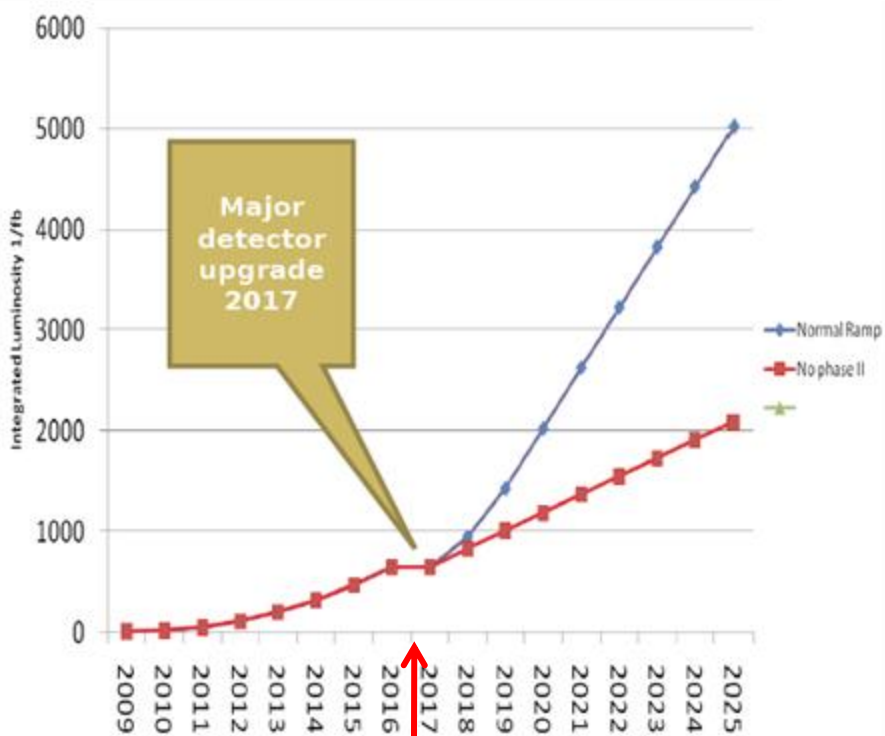
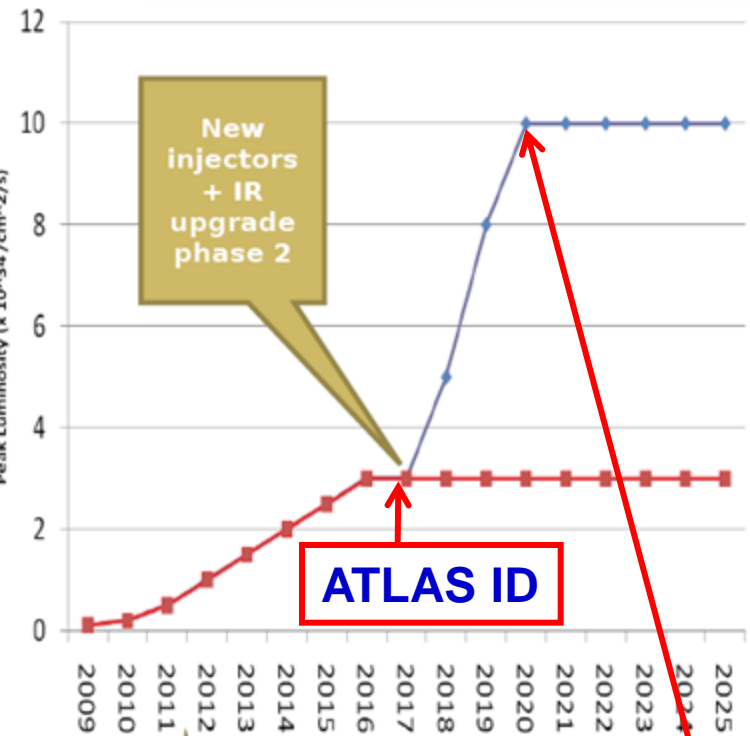
“The LHC is gearing up to do real physics, and after all the astronomical nonsense about the Big Bang and black holes we now face the cold reality of experiment.”

Martinus Veltman, CERN Courier, **48** (2008) 28



Backup slides

LHC expectations: Peak&integrated luminosity



$L \sim 1 \times 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

650 pb⁻¹

$L \sim 3 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

$L < 0.4 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Collimation phase 2

Linac4 + IR upgrade phase 1