



С рекордной точностью проведен анализ распада $Z \rightarrow l\bar{l}\gamma$ при $\sqrt{s} = 8 \text{ ТэВ}$ в эксперименте ATLAS на LHC

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН

Авторы: А.Г. Харламов, Т.А. Харламова, Ю.А. Тихонов, А.Л. Масленников, А.С. Купич, В.Н. Жабин (ИЯФ СО РАН), коллаборация ATLAS.

В данной работе мы представляем одно из последних исследований в физике Z -бозона: изучение его распада на 2 лептона и фотон с рекордной точностью. Систематические неопределённости измерения дифференциальных распределений не превышают 0,6%. Благодаря возможностям Большого адронного коллайдера количество зарегистрированных распадов процесса $Z \rightarrow 2l\gamma$ возросло более, чем на два порядка, по сравнению с таким же измерением на коллайдере LEP. Инвариантная масса лептона и фотона при регистрации фотонов с высоким порогом пробегает все значения от 0 до массы Z -бозона $M_Z = 91,2 \text{ ГэВ}/c^2$. Таким образом, для процесса $Z \rightarrow 2l\gamma$ сложилось уникальное сочетание высокой точности измерения и больших доступных энергетических масштабов. При значении этой массы $M_{l\gamma} = 80,4 \text{ ГэВ}/c^2$ точность измерения дифференциального распределения составляет 10^{-7} от полной вероятности распада Z -бозона. Столь высокая точность при сравнительно больших энергиях открывает новые возможности в поисках отклонений от предсказаний Стандартной модели. В целом предсказания последних версий современных генераторов PowHeg + Pythia8 + PHOTOS, Sherpa 2.2.4 и KKMChh хорошо описывают экспериментальные данные для процесса распада $Z \rightarrow 2l\gamma$, в то же время небольшие отклонения присутствуют вблизи границ фазового объема: $20 < M_{ll} < 45 \text{ ГэВ}$, $\Delta R_{l\gamma} \approx 2.5$, $M_{l\gamma} \approx 80 \text{ ГэВ}$. Значимость отклонения при $M_{l\gamma} \approx 80 \text{ ГэВ}$ превышает 3σ .

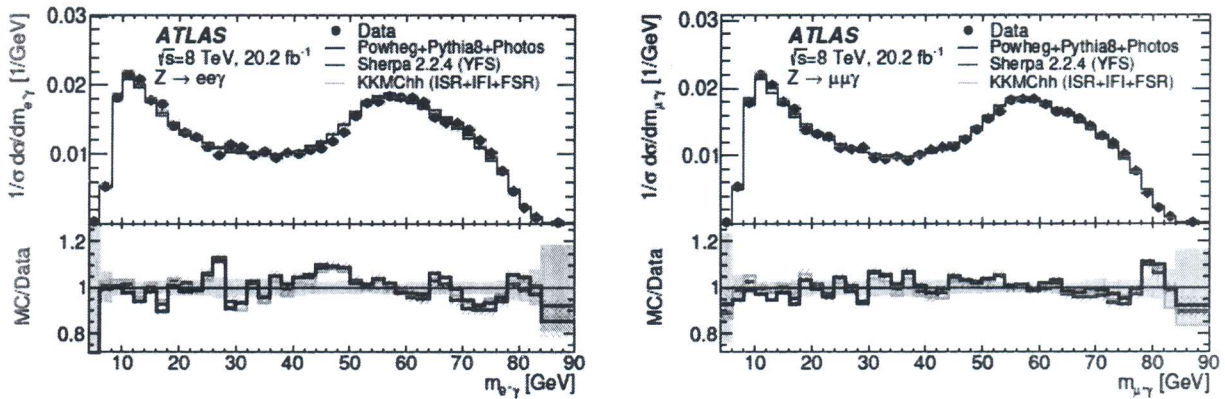


Рисунок 1: Дифференциальные сечения инвариантной массы лептона и фотона $m_{l\gamma}$ для процессов $Z \rightarrow ee\gamma$ (слева) и $Z \rightarrow \mu\mu\gamma$ (справа). Показано сравнение экспериментальных данных с предсказаниями, полученными с помощью различных Монте-Карло генераторов. (Предсказания Стандартной модели.)

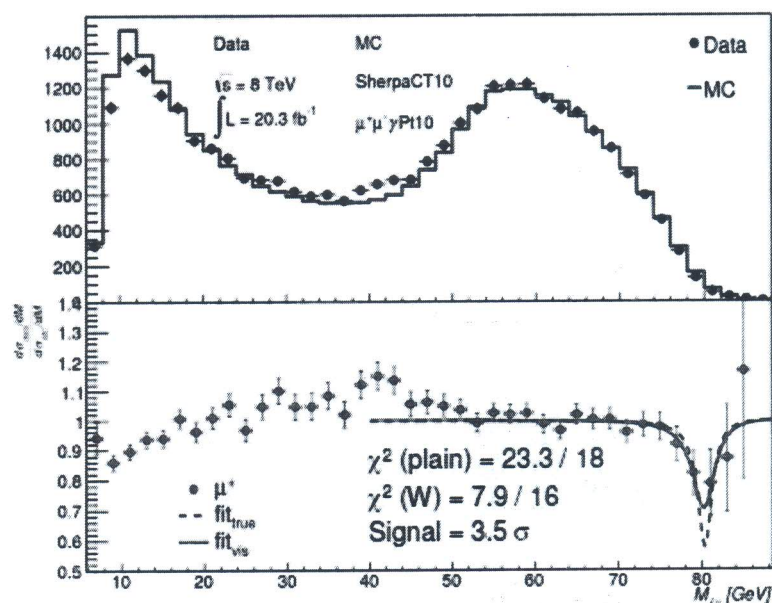


Рисунок 2: Распределение по инвариантной массе лептона и фотона в процессе $p p \rightarrow Z + X \rightarrow 2l\gamma + X$ и его отношение к моделированию в древесном приближении. Линии на нижнем рисунке – пример поиска резонансов, линии соответствуют резонансной формуле с массой M_W и шириной Γ_W , амплитуда резонанса определяется из аппроксимации. fit_{vis} – линия с учетом разрешения детектора, fit_{true} – истинное распределение.

Публикации:

1. G. Aad et al. (The ATLAS Collaboration) Study of $Z \rightarrow l\gamma$ decays at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector // EPJC 2023, [arXiv:2310.11574](https://arxiv.org/abs/2310.11574) [hep-ex].
2. А.Г.Харламов и др. Поиск новой физики в процессе распада Z-бозона на лептонную пару и фотон по данным с детектора ATLAS на Большом адронном коллайдере // направлено в УФН 2023.

Работа выполнена в рамках государственного задания (FWGM-2022-0002, Тема № 1.3.3.1.3 «Поиск новой физики в экспериментах при высоких энергиях») и гранта РНФ № 23-22-0019.