

МЮОННЫЙ ТРИГГЕР И ТРИГГЕР В-ФИЗИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА ATLAS В СЕАНСЕ RUN-2

Л. Н. Смирнова^{1,2}, *С. М. Турчихин*^{1,*}

¹ Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д. В. Скобельцына
Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Москва

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва

Представлен обзор мюонного триггера и основанного на нем триггера В-физики эксперимента ATLAS. Указаны основные изменения, сделанные в процессе подготовки к сеансу Run-2. Приведены характеристики работы триггера, полученные с использованием новых экспериментальных данных и моделирования.

This paper presents an overview of muon and B-physics trigger of the ATLAS experiment. The main updates done during the preparation for Run-2 data-taking are outlined. Trigger performance results obtained with new experimental data and modelling are shown.

PACS: 07.07.-a; 07.77.Ka

ВВЕДЕНИЕ

Триггер эксперимента ATLAS [1] служит для отбора событий для физического анализа в режиме онлайн [2]. Его задача состоит в сокращении потока событий, сохраняемых для дальнейшей обработки, с номинальной частотой столкновений пучков протонов в Большом адронном коллайдере до величины порядка 1000 Гц. Система триггера включает два уровня отбора событий: триггер первого уровня (L1), представленный в виде быстрой электроники, и программный триггер высокого уровня (HLT). Триггер L1 использует информацию с калориметров и быстрых камер мюонного спектрометра ATLAS для грубой идентификации струй, электронов, фотонов, мюонов и других объектов. Затем производится считывание данных со всех подсистем детектора в областях вокруг идентифицированных объектов, которые обрабатываются с помощью алгоритмов HLT для подтверждения и уточнения их характеристик.

Мюонный триггер для отбора на уровне L1 использует информацию с камер RPC и TGC [3]. Реконструкция мюонов в триггере HLT использует

*E-mail: Semen.Turchikhin@cern.ch

данные со всех мюонных камер, а также внутреннего трекового детектора ATLAS. Триггер В-физики использует реконструированные мюонные треки, производит фитирование вершин распадов b -адронов с мюонами в конечном состоянии.

1. МЮОННЫЙ ТРИГГЕР

Важным изменениям при подготовке к сеансу Run-2 в мюонном триггере ATLAS подвергся отбор уровня L1. В центральной области детектора были установлены дополнительные камеры RPC, которые обеспечили лучшее покрытие области вблизи опор установки. Они позволили увеличить акцептанс в центральной области на 4%. Кроме того, была изменена логика схемы

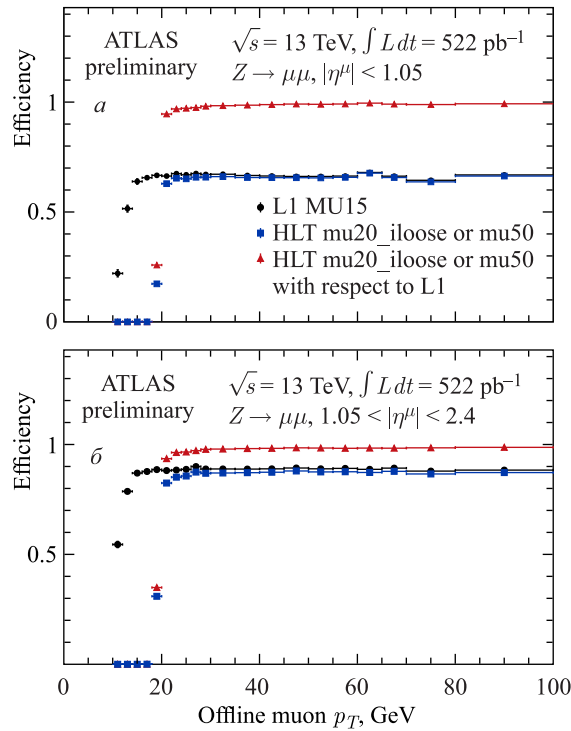


Рис. 1 (цветной в электронной версии). Эффективность мюонных триггеров в центральной (a) и торцевой (b) областях детектора в зависимости от поперечного импульса мюона [4]. Черными кружками показана эффективность триггера первого уровня L1_MU15, синими квадратами — логического «или» триггеров HLT_mu20_iloose_L1MU15 (порог поперечного импульса 20 ГэВ с требованием изолированности мюона) и HLT_mu50 (порог 50 ГэВ), красными треугольниками — эффективность HLT по отношению к L1

совпадений, служащей для идентификации жестких мюонов (с поперечным импульсом более 10 ГэВ) в торцевой области детектора. В результате этого потока мюонов, отбираемых триггером L1_MU15 (соответствующим пороговому значению поперечного импульса 15 ГэВ) в области псевдобыстрот $1,3 < |\eta| < 1,9$, снизились более чем на 50 % при сохранении эффективности отбора на уровне 98 %.

На рис. 1 показана эффективность мюонных триггеров как функция поперечного импульса мюона в центральной и торцевой областях детектора. Она измеряется методом меченых мюонов из распада $Z \rightarrow \mu^+ \mu^-$. Эффективность триггера L1 в центральной области порядка 70 % обусловлена геометрическим аксептансом камер RPC.

2. ТРИГГЕР В-ФИЗИКИ

Основным типом триггеров, используемых для исследований физики адронов, содержащих b -кварк, (В-физики) в ATLAS являются димюонные триггеры. Они опираются на идентификацию двух мюонов в триггере L1,

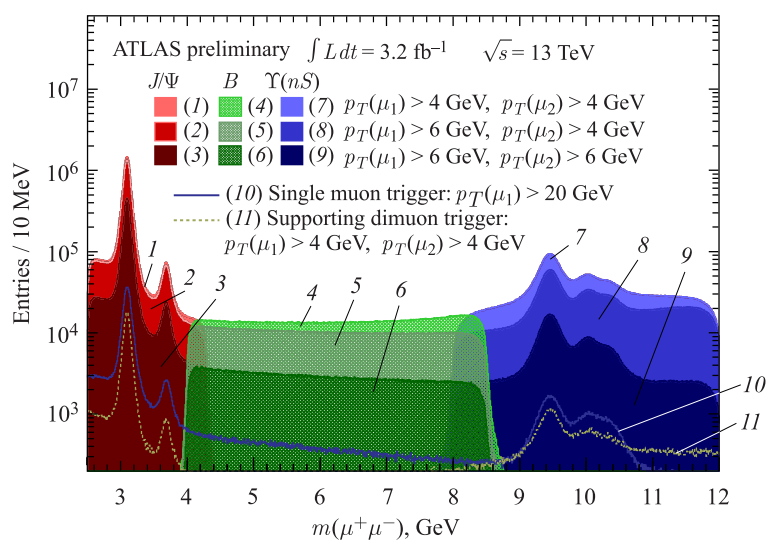


Рис. 2 (цветной в электронной версии). Спектры инвариантных масс пар мюонов, отбираемых различными триггерами В-физики в данных, набранных в ATLAS в 2015 г. [4]. Различные цвета отвечают триггерам для разных окон инвариантной массы, оттенки одного цвета — разным порогам поперечного импульса двух мюонов. Показан спектр масс пар мюонов, отбираемых одномуонным триггером с порогом 20 ГэВ (сплошная линия) и вспомогательным димюонным триггером с широким массовым окном с применением деления частоты (штриховая)

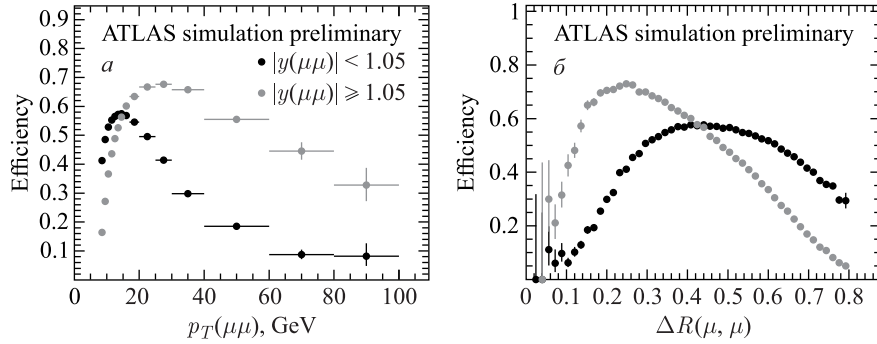


Рис. 3. Эффективность димюонных триггеров как функция поперечного импульса пары мюонов (а) и углового расстояния $\Delta R(\mu, \mu)$ между ними (б) в центральной и торцевой областях детектора [4]

которые затем подтверждаются на уровнеHLT, и производится фитирование общей вершины их треков. События отбираются, если инвариантная масса пары попадает в одно из окон, соответствующих распадам $\psi(1, 2S) \rightarrow \mu^+ \mu^-$, $B_{(s)}^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ и $\Upsilon(1, 2, 3S) \rightarrow \mu^+ \mu^-$. На рис. 2 показаны спектры инвариантных масс пар мюонов, отбираемых различными триггерами.

Эффективность димюонных триггеров с самым низким порогом 4 ГэВ на поперечные импульсы обоих мюонов как функция поперечного импульса пары $p_T(\mu\mu)$ и углового расстояния между ними $\Delta R(\mu, \mu) = \sqrt{\Delta\eta^2 + \Delta\phi^2}$ показана на рис. 3. Она измерена с использованием модельных данных прямого и непрямого (в распадах b -адронов) рождения J/ψ -мезона. Падение эффективности при малых значениях $p_T(\mu\mu)$ определяется порогом на поперечные импульсы мюона. Ее снижение при малых значениях $\Delta R(\mu, \mu)$ (и больших значениях $p_T(\mu\mu)$) связано с меньшей вероятностью разрешения двух отдельных близко летящих мюонов как триггером L1, так и HLT, что сильнее проявляется в центральной части. При подготовке к сеансу набора данных алгоритмы реконструкции мюонов были оптимизированы с целью устранения этого эффекта на уровне HLT. Часть этих улучшений не учитывалась при моделировании, поэтому ожидается, что в реальных данных снижение эффективности при низких значениях $\Delta R(\mu, \mu)$ будет существенно слабее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aad G. et al. (ATLAS Collab.) // JINST. 2008. V. 3. P. S08003.
2. Aad G. et al. (ATLAS Collab.) // Eur. Phys. J. C. 2012. V. 72. P. 1849.
3. Aad G. et al. (ATLAS Collab.) // Eur. Phys. J. C. 2015. V. 75. P. 120.
4. ATLAS Collab. ATLAS-DAQ-PUB-2016-001. CERN, 2016.