

## Заявка на премию ОИЯИ в 2021 году

Название: "Исследование свойств бозона Хиггса и поиск Новой физики на установке АТЛАС на Большом Адронном Коллайдере"

Title: "The Higgs boson properties study and search for New physics with the ATLAS detector at the Large Hadron Collider"

Авторы: Ф. Ахмадов (ЛФВЭ), Е.В. Храмов (ЛЯП), Е.А. Черепанова (ЛЯП)

Authors: F. Ahmadov (VBLHEP), E. Cherepanova (DLNP), E. Khramov (DLNP)

**Все результаты, представленные в настоящей заявке, были получены при непосредственном и решающем участии авторов заявки. Авторы данной заявки являются принципиальными авторами указанных ниже публикаций в рамках коллаборации АТЛАС.**

Многоцелевые детекторы АТЛАС и CMS на Большом Адронном Коллайдере были созданы прежде всего для открытия бозона Хиггса и исследования его свойств, а также для поиска Новой физики за пределами Стандартной Модели. Первая задача была успешно выполнена, бозон Хиггса был открыт в 2012 году, кроме того, многократно была подтверждена справедливость Стандартной Модели. Поиск Новой физики продолжен путем прецизионной проверки свойств бозона Хиггса и попытками обнаружить новые состояния, такие как тяжелый бозон и долгоживущие частицы.

Сотрудники ОИЯИ принимали участие в измерении свойств бозона Хиггса Стандартной Модели, распадающегося на  $b$  анти- $b$  пару, и ассоциировано рожденного с  $W$  или  $Z$  бозоном, распадающимся по лептонному каналу, с помощью данных протон-протонных столкновений, полученных в течение 2015-2018 годов детектором АТЛАС. В измерениях используются данные столкновений, полученных на Большом Адронном Коллайдере при энергии  $\sqrt{s}=13$  ТэВ в системе центра масс и соответствующих интегральной светимости  $139 \text{ фб}^{-1}$ . Было наблюдено рождение бозона Хиггса в ассоциации с  $W$  или  $Z$  бозоном с наблюдаемой и ожидаемой статистическими значимостями 4.0 (4.1) и 5.3 (5.1) стандартных отклонений, соответственно. Сечения ассоциированного рождения бозона Хиггса, распадающегося на  $b$  анти- $b$  пару, с электрослабым калибровочным бозоном,  $W$  или  $Z$ , распадающимся по лептонному каналу, измерены как функция поперечного импульса калибровочного бозона во всей кинематической области. Измеренные значения сечения согласуются с предсказаниями Стандартной Модели, а суммарные погрешности варьируются от 30% в областях высоких значений поперечного импульса калибровочного бозона до 85% в областях их низких значений. Поставлены пределы на параметры эффективного Лагранжиана, чувствительного как к изменениям в процессах рождения  $WH$  и  $ZH$ , так и к распаду бозона Хиггса на  $b$  анти- $b$  пару (см. Рис. 1).

Также был проведён поиск долгоживущих частиц, остановившихся в объёме детектора АТЛАС. Дальнейший распад этих долгоживущих частиц может создавать адронные струи высоких энергий, приводящие в большом выделении энергии вне временного окна события в калориметре АТЛАСа. Данные распады регистрировались с использованием данных, собранных в режиме работы БАК, когда отсутствовали столкновения протонных пучков. Был проанализирован набор данных протон-протонных столкновений на Большом Адронном Коллайдере при энергии в системе центра масс  $\sqrt{s}=13$  ТэВ и зарегистрированных экспериментом

АТЛАС в течение 2017 и 2018 годов. Для этого анализа были взяты данные, полученные за 579 часов работы установки. На основе полученных результатов были поставлены нижние пределы на массу глюино R-адронов с массой более 1.4 ТэВ со временем жизни глюино в интервале  $10^{-5}$ – $10^3$  с в предположении, что вероятность распада  $V(\tilde{g} \rightarrow q\bar{q}\tilde{\chi}_1^0) = 100\%$  (см. Рис. 2).

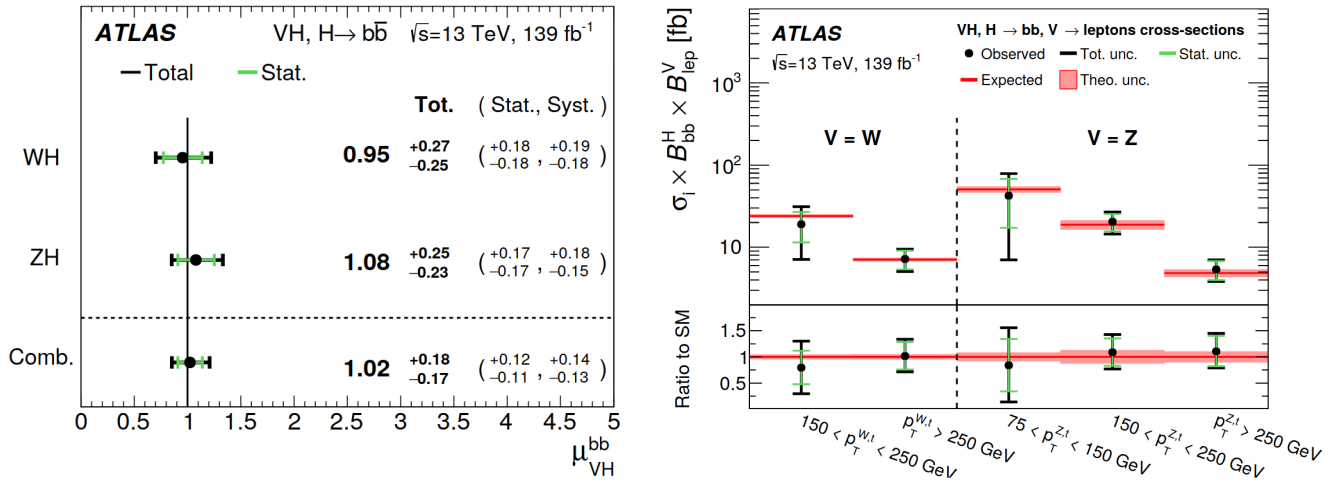


Рис 1: слева: мощность сигнала бозона Хиггса,  $\mu_{VH}^{bb}$ , для  $m_H = 125$  ГэВ для процессов  $WH$  и  $ZH$  и их комбинации; справа: измеренные значения сечения рождения  $VH$  с распадом  $V$  по лептонному каналу и  $H \rightarrow bb$  при различных значениях поперечного импульса векторного бозона.

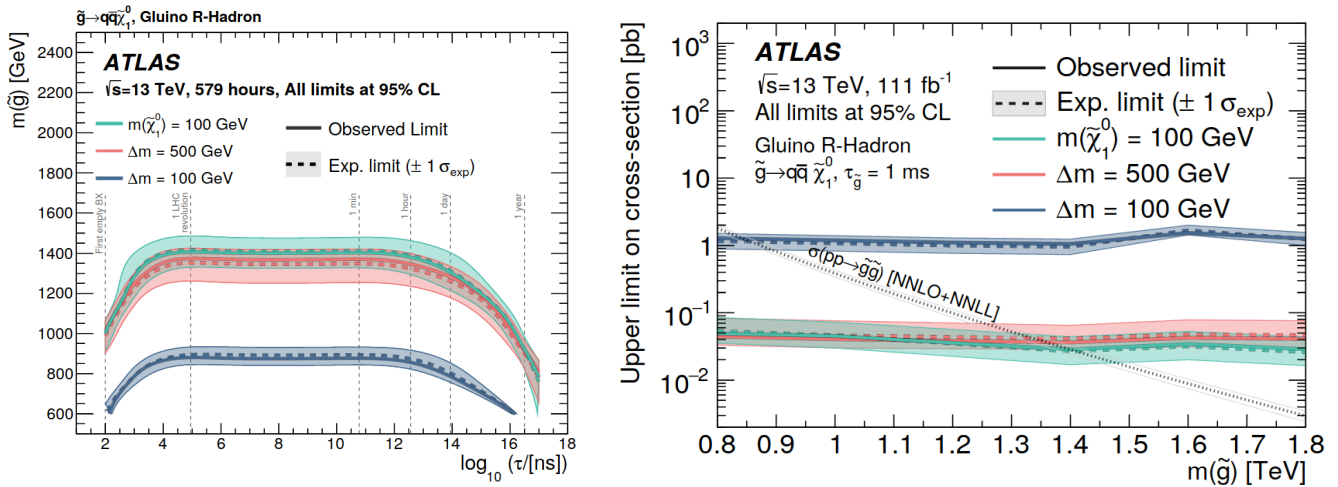


Рис 2: слева: ожидаемые (пунктирная линия) и измеренные (сплошная линия) пределы на уровне достоверности 95% как функция массы глюино и его времени жизни; справа: ожидаемые (пунктирная линия) и измеренные пределы на сечение рождения сигнала уровне достоверности 95% как функция массы глюино.

Кроме того, была исследована возможность существования заряженного или нейтрального тяжёлого бозона, распадающегося по  $W\gamma$  или  $Z\gamma$  каналам. Для анализа использовался набор данных, полученных в эксперименте АТЛАС на БАК при энергии протон-протонных столкновений  $\sqrt{s}=13$  ТэВ и соответствующих интегральной светимости  $139 \text{ fb}^{-1}$ . Чувствительность данного анализа проверялась на моделях рождения и распада тяжёлых бозонов со спином  $S=0, 1$  или  $2$ . Поиск тяжёлого резонанса осуществлялся в диапазоне масс от

1.0 ТэВ до 6.8 ТэВ. При таких больших массах чувствительность анализа имеет преимущество при адронном канале распада  $W$  и  $Z$  бозонов. Никаких признаков сигналов, превышающих фон Стандартной модели, обнаружено не было. Были получены верхние пределы на сечение рождения тяжёлых резонансов для различных моделей (см Рис. 3).

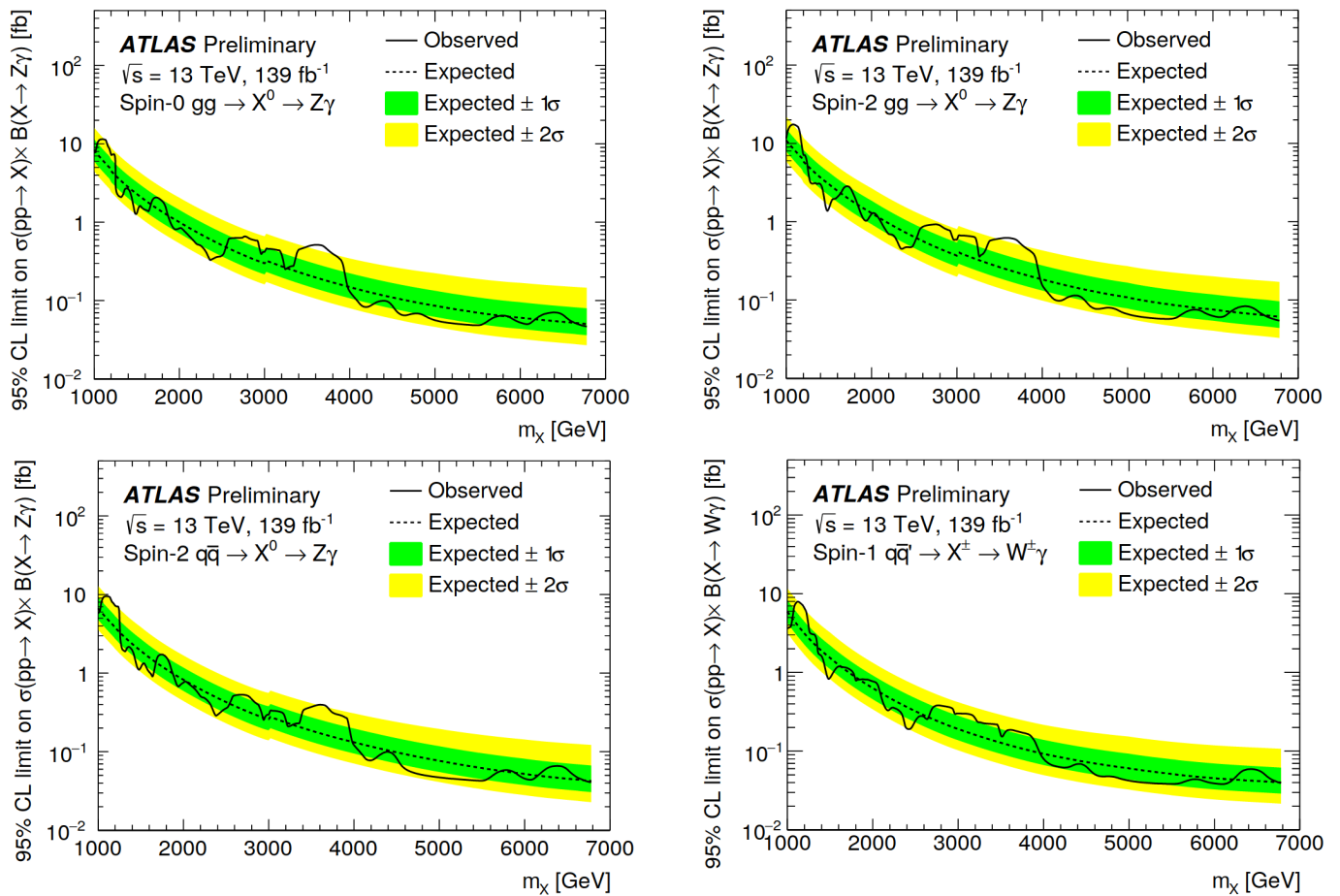


Рис. 3: Верхние пределы на уровне достоверности 95% на сечение рождения с учётом распада по каналу  $W/Z\gamma$  тяжёлого резонанса со спином  $S=0$  (вверху слева), со спином  $S=2$  при слиянии пары глюонов (вверху справа), со спином  $S=2$  при взаимодействии кварк-антикварковой пары (внизу слева) и со спином  $S=1$ .

Публикации:

- 1) [JHEP 07 \(2021\) 173](#)
- 2) [Eur. Phys. J. C 81 \(2021\) 178](#)
- 3) [ATLAS-CONF-2021-041](#) (готовится публикация)