

ФИЗИКА PHYSICS



Научная статья

DOI: 10.18287/2541-7525-2021-27-1-104-110

УДК 629.7.05

Дата: поступления статьи: 07.01.2021
после рецензирования: 04.02.2021
принятия статьи: 28.02.2021

А.А. Кузнецова

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация
E-mail: malina-jun@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3670-2499>

В.А. Салеев

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация
E-mail: saleev@samsu.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0505-5564>

РОЖДЕНИЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ ФОТОНОВ С БОЛЬШИМИ ПОПЕРЕЧНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ НА БАК В РЕДЖЕВСКОМ ПРЕДЕЛЕ КХД

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается рождение прямых изолированных фотонов с большими поперечными импульсами на БАК при энергии $\sqrt{S} = 13$ ТэВ в подходе реджезации партонных партонов, который основан на теореме факторизации жестких процессов при высоких энергиях и эффективной теории реджезованных глюонов и кварков Л.Н. Липатова. Неинтегрированные партонные распределения в подходе реджезации партонных партонов получены в предложенной ранее авторами статьи модифицированной модели Кимбера — Мартина — Рыскина. При численных расчетах учитывается вклад только основного партонного процесса, $R + Q \rightarrow \gamma + q$, так как вклад других процессов не превышает 5–10 %. Результаты расчетов сравниваются с предсказаниями, полученными в коллинеарной партонной модели. Показано хорошее согласие расчетов в подходе реджезации партонных партонов с экспериментальными данными, полученными коллаборацией ATLAS.

Ключевые слова: БАК; изолированные фотоны; жесткий процесс; партонная модель; подход реджезации партонных партонов; квантовая хромодинамика.

Цитирование. Кузнецова А.А., Салеев В.А. Рождение изолированных фотонов с большими поперечными импульсами на БАК в реджевском пределе КХД // Вестник Самарского университета. Естественная серия. 2021. Т. 27, № 1. С. 104–110. DOI: <http://doi.org/10.18287/2541-7525-2021-27-1-104-110>.

Информация о конфликте интересов: авторы и рецензенты заявляют об отсутствии конфликта интересов.

© Кузнецова А.А., 2021

Алина Александровна Кузнецова — аспирант кафедры общей и теоретической физики, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

© Салеев В.А., 2021

Владимир Анатольевич Салеев — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей и теоретической физики, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Введение

Теоретическое и экспериментальное изучение процессов рождения прямых фотонов, т. е. фотонов, рождающихся непосредственно в жестких взаимодействиях кварков и глюонов из сталкивающихся протонов, представляет большой интерес для проверки пертурбативной квантовой хромодинамики (КХД) и исследования партонных (в первую очередь глюонных) функций распределения в протоне. В настоящее время накоплен богатый экспериментальный материал по спектрам фотонов по поперечному импульсу как в области относительно низких энергий (см. обзор [1]), так и при рекордно высоких энергиях Большого адронного коллайдера (БАК) [2–4]. В данной работе мы рассмотрим рождение прямых изолированных фотонов с большими поперечными импульсами на БАК при энергии 13 ТэВ [2]. В стандартной схеме расчетов сечений рождения прямых фотонов вычисления проводятся в коллинеарной партонной модели (КМП) в рамках теории возмущений по константе сильного взаимодействия α_s . В лидирующем приближении (ЛП) теории возмущений КХД рождение фотонов описывается процессами $q + \bar{q} \rightarrow \gamma + g$ и $q(\bar{q}) + g \rightarrow \gamma + q(\bar{q})$ с К-фактором $K_{LO} \sim 2 - 3$. Учет следующих за лидирующими поправками (СЛП) улучшает согласие с данными, так что $K_{NLO} \sim 1.5$ [5]. Только в следующем за СЛП (ССЛП) приближении удается достичь количественного описания данных, $K_{NNLO} \sim 1.0$ [6]. Однако и в ССЛП-расчетах для лучшего согласия с экспериментальными данными в некоторых кинематических областях приходится наряду с хорошо определенным экспериментально конусным условием изоляции [2] вводить дополнительный феноменологический параметр — динамическое конусное условие [6], что делает описание крайне запутанным теоретически.

Ранее нами был предложен подход реджезации партонов (ПРП) [7; 8], который основан на теореме факторизации жестких процессов при высоких энергиях [9] и эффективной теории реджезованных глюонов и кварков Л.Н. Липатова [10]. Инклюзивное рождение прямых фотонов в ПРП исследовалось ранее в работах [11; 12]. В данной работе мы проводим расчеты спектров по поперечному импульсу изолированных прямых фотонов впервые. Условие изоляции формулируется следующим образом [2]: энергия конечных партонов внутри конуса радиуса $R_0 = 0.4$ вокруг направления движения фотона в координатах быстрота – азимутальный угол должна быть меньше $E_{ISO} = 10$ Гэв. Условие попадания партона i внутрь конуса: $R_i = \sqrt{(\phi_i - \phi_\gamma)^2 + (y_i - y_\gamma)^2} < R_0$. Сечение рождения изолированного фотона составляет только часть от инклюзивного сечения рождения, но использование условия изоляции при теоретических расчетах позволяет существенным образом уменьшить неопределенность, связанную с вкладом фрагментационных фотонов, которые испускаются конечными кварками по направлению своего движения. С экспериментальной точки зрения изучение изолированных фотонов также более строго определено в отличие от инклюзивной постановки эксперимента.

1. Подход реджезации партонов

ПРП основан на факторизации жестких процессов при высоких энергиях в условиях мультiredжевской кинематики, когда $\mu \ll \sqrt{S}$. Базовые положения подхода: k_T -факторизация при высоких энергиях, неинтегрированные ПФР, калибровочно-инвариантные партонные амплитуды в эффективной теории Л.Н. Липатова. Формула факторизации доказана в приближении главных логарифмических вкладов [9]. Неинтегрированные ПФР получены ранее [13] в модифицированной модели Кимбера — Мартина — Рыскина [14]. Внемазовые амплитуды партонных процессов строятся по правилам Фейнмана теории Л.Н. Липатова для реджезованных глюонов и кварков, что гарантирует их калибровочную инвариантность.

В ПРП сечение вычисляется по формуле

$$d\sigma = \sum_{i,\bar{j}} \int_0^1 \frac{dx_1}{x_1} \int \frac{d^2\mathbf{q}_{T1}}{\pi} \tilde{\Phi}_i(x_1, t_1, \mu^2) \int_0^1 \frac{dx_2}{x_2} \int \frac{d^2\mathbf{q}_{T2}}{\pi} \tilde{\Phi}_j(x_2, t_2, \mu^2) \cdot d\hat{\sigma}_{\text{PRA}}, \quad (1)$$

где $t_{1,2} = -\mathbf{q}_{T1,2}^2$, сечение для реджезованных партонов $\hat{\sigma}_{\text{PRA}}$ выражается через реджезованные амплитуды $|\overline{\mathcal{A}_{\text{PRA}}}|^2$. Неинтегрированные ПФР на древесном уровне $\tilde{\Phi}_i(x_{1,2}, t_{1,2}, \mu^2)$ в уравнении (1) вычисляются как свертка коллинеарных ПФР $f_i(x, \mu^2)$ и сплитинг-функций Докшицера — Грибова — Липатова — Алтарелли — Паризи (ДГЛАП) $P_{ij}(z)$ с фактором от t -канального обмена $1/t_{1,2}$,

$$\tilde{\Phi}_i(x, t, \mu) = \frac{\alpha_s(\mu)}{2\pi} \frac{1}{t} \sum_{j=q,\bar{q},g} \int_x^1 dz P_{ij}(z) F_j\left(\frac{x}{z}, \mu_F^2\right), \quad (2)$$

где $F_i(x, \mu_F^2) = x f_j(x, \mu_F^2)$. Здесь и далее мы полагаем, как обычно, $\mu_F = \mu_R = \mu$. Сечение (1) содержит коллинеарную расходимость при $t_{1,2} \rightarrow 0$ и инфракрасную расходимость при $z_{1,2} \rightarrow 1$.

Для регуляризации расходимостей модифицируем $\tilde{\Phi}_i(x, t, \mu)$ таким образом, чтобы новая неинтегрированная ПФР $\Phi_i(x, t, \mu)$ удовлетворяла точному условию нормировки:

$$\int_0^{\mu^2} dt \Phi_i(x, t, \mu^2) = F_i(x, \mu^2), \quad (3)$$

что эквивалентно

$$\Phi_i(x, t, \mu^2) = \frac{d}{dt} [T_i(t, \mu^2, x) F_i(x, t)], \quad (4)$$

где $T_i(t, \mu^2, x)$ — форм-фактор Судакова, удовлетворяющий граничным условиям $T_i(t = 0, \mu^2, x) = 0$ and $T_i(t = \mu^2, \mu^2, x) = 1$. Таким образом, модифицированная неинтегрированная ПФР принимает вид

$$\Phi_i(x, t, \mu) = \frac{\alpha_s(\mu)}{2\pi} \frac{T_i(t, \mu^2, x)}{t} \sum_{j=q, \bar{q}, g} \int_x^1 dz P_{ij}(z) F_j\left(\frac{x}{z}, t\right) \theta(\Delta(t, \mu) - z). \quad (5)$$

Для регуляризации ИК-расходимости достаточно потребовать, чтобы $z_{1,2} < 1 - \Delta_{KMR}(t_{1,2}, \mu^2)$, где $\Delta_{KMR}(t, \mu^2) = \sqrt{t}/(\sqrt{\mu^2} + \sqrt{t})$. Это условие можно строго получить, если учесть, что в условии мультиреджевской кинематики доминирует вклад процессов упорядоченных по быстроте $y_q > y_u > y_{\bar{q}}$ [13].

Решение уравнения для форм-фактора Судакова дает

$$T_i(t, \mu^2, x) = \exp \left[- \int_t^{\mu^2} \frac{dt'}{t'} \frac{\alpha_s(t')}{2\pi} (\tau_i(t', \mu^2) + \Delta\tau_i(t', \mu^2, x)) \right], \quad (6)$$

где

$$\begin{aligned} \tau_i(t, \mu^2) &= \sum_j \int_0^1 dz z P_{ji}(z) \theta(\Delta(t, \mu^2) - z), \\ \Delta\tau_i(t, \mu^2, x) &= \sum_j \int_0^1 dz \theta(z - \Delta(t, \mu^2)) \left[z P_{ji}(z) - \frac{F_j\left(\frac{x}{z}, t\right)}{F_i(x, t)} P_{ij}(z) \theta(z - x) \right]. \end{aligned}$$

Несколько лет назад был предложен численный метод получения калибровочно-инвариантных амплитуд рассеяния с участием реджезованных партонов, который использует технику спиральных амплитуд и рекуррентные соотношения, подобные VCFW [15; 16]. На основе предложенного метода был разработан Монте — Карло генератор партонного уровня KaTie [17]. Как было показано ранее [7], этот метод для численной генерации амплитуд с немассовыми партонами в начальном состоянии (t -канальные глюоны) эквивалентен эффективной теории Л.Н. Липатова на уровне древесных диаграмм. Для партонных процессов $2 \rightarrow 3$ или $2 \rightarrow 4$ численный метод генерации амплитуд более эффективен, чем полуаналитические расчеты по фейнмановским правилам эффективной теории при описании процессов рождения фотонов и струй. Однако для описания наблюдаемых фотонов, связанных, например, с тяжелыми кваркониями, метод фейнмановских диаграмм эффективной теории Л.Н. Липатова оказывается единственно возможным, как и для расчетов в СЛП приближении ПРП NLO [18]. Представленные ниже результаты вычислений получены с использованием генератора KaTie, но мы используем оригинальные неинтегрированные ПФР [13].

2. Результаты расчетов

В ЛП ПРП рождение прямого изолированного фотона описывается такими же процессами, как и в КПМ, но с заменой начальных партонов на реджезованные:

$$Q(\bar{Q}) + R \rightarrow \gamma + q(\bar{q}), \quad (7)$$

$$Q + \bar{Q} \rightarrow \gamma + g. \quad (8)$$

При высоких энергиях вклад процесса (7) является доминирующим ($\sim 90\%$), т. к. глюонные ПФР в области малых x значительно превышают по величине карковые ПФР. Расчет заведомо малого вклада процесса (8) будет выполнен на следующем этапе исследования.

Экспериментальные данные коллаборации ATLAS [4; 2] для дифференциального сечения рассеяния по поперечному импульсу изолированного фотона получены для четырех интервалов по быстроте фотона: $|y| < 0.6$, $0.6 < |y| < 1.37$, $1.56 < |y| < 1.81$, $1.81 < |y| < 2.37$. Результаты расчетов в ЛП ПРП при

выборе жесткого масштаба $\mu = p_T$ сравниваются с экспериментальными данными на рис. 2.1–2.4 для энергии $\sqrt{s} = 13$ ТэВ.

Во всех интервалах по быстрой предсказания ЛП ПРП, а также полученные в СЛП КМП, при $p_T \geq 800$ ГэВ незначительно превышают экспериментальные данные, что может указывать на неточность параметризаций глюонных и кварковых ПФР при больших $x > 0.5$. Этой же причиной можно объяснить превышение над экспериментальными данными при всех p_T в области больших быстрой, см. Рис. 2.4. В областях быстрой $|y| < 0.6$ и $1.56 < |y| < 1.81$ ПРП значительно лучше описывает экспериментальные данные, чем расчеты в СЛП КМП.

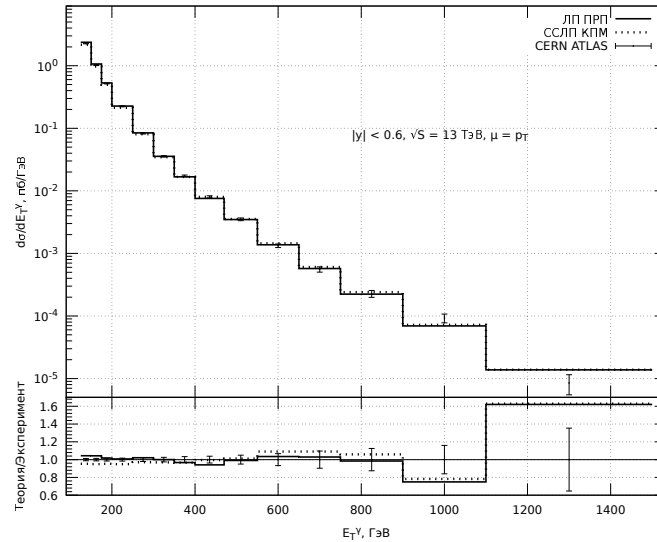


Рис. 2.1. Дифференциальное сечение рождения изолированных фотонов при энергии $\sqrt{s} = 13$ ТэВ и $|y| < 0.6$ как функция поперечного импульса. Теоретические расчеты в ЛП ПРП [13], в СЛП КМП [19; 20].

Экспериментальные данные коллаборации ATLAS [2]
 Fig. 2.1. Differential cross section for the production of isolated photons at energy $\sqrt{s} = 13$ TeV and $|y| < 0.6$ as a function of transverse momentum. Theoretical calculations in LP PRP [13], in SLP KPM [19; 20].
 Experimental data of the ATLAS collaboration [2]

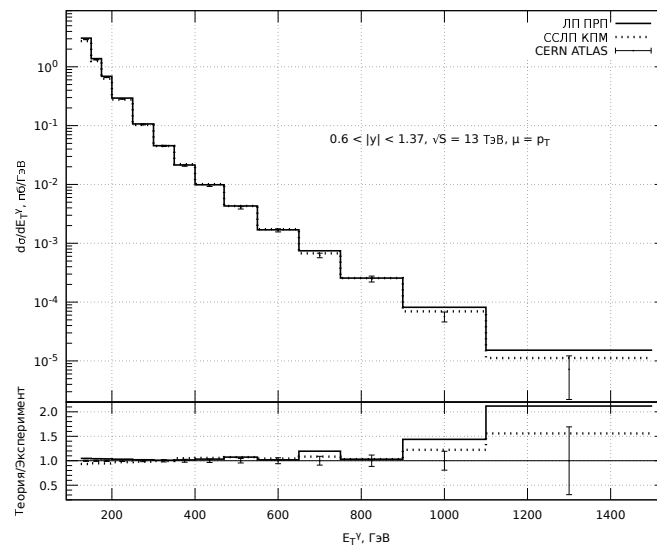


Рис. 2.2. Дифференциальное сечение рождения изолированных фотонов при энергии $\sqrt{s} = 13$ ТэВ и $0.6 < |y| < 1.37$ как функция поперечного импульса

Fig. 2.2. Differential cross section for the production of isolated photons at energy $\sqrt{s} = 13$ TeV and $0.6 < |y| < 1.37$ as a function of transverse momentum

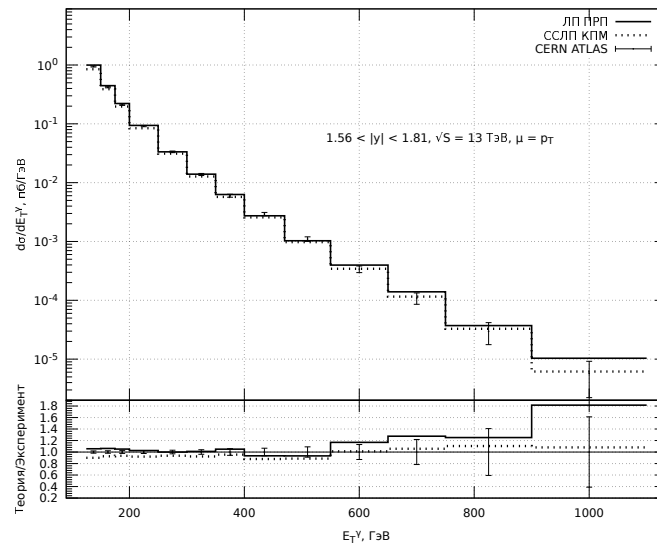


Рис. 2.3. Дифференциальное сечение рождения изолированных фотонов при энергии $\sqrt{s} = 13$ ТэВ и $1.56 < |y| < 1.81$ как функция поперечного импульса
 Fig. 2.3. Differential cross section for the production of isolated photons at energy $\sqrt{s} = 13$ TeV and $1.56 < |y| < 1.81$ as a function of transverse momentum

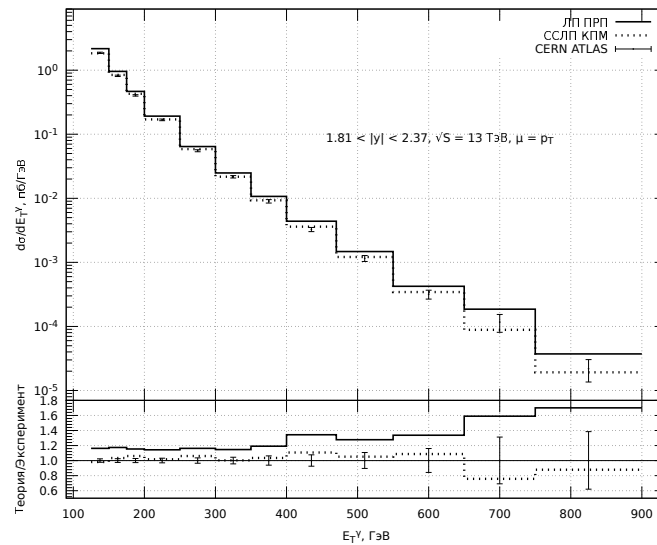


Рис. 2.4. Дифференциальное сечение рождения изолированных фотонов при энергии $\sqrt{s} = 13$ ТэВ и $1.81 < |y| < 2.37$ как функция поперечного импульса
 Fig. 2.4. Differential cross section for the production of isolated photons at energy $\sqrt{s} = 13$ TeV and $1.81 < |y| < 2.37$ as a function of transverse momentum

Выводы

Проведен расчет дифференциальных сечений рождения по поперечному импульсу изолированных фотонов с большими поперечными импульсами на БАК в реджевском пределе КХД в рамках ЛП ПРП. Показано, что согласие с экспериментальными данными коллаборации ATLAS [2] в некоторых областях быстрот фотонов даже превосходит по точности результаты расчетов в СЛП КИМ. Показано, что предложенные ранее модифицированные глюонные и кварковые неинтегрированные ПФР [13] могут быть эффективно использованы в расчетах в ПРП.

Благодарности

Авторы благодарны Максиму Неведову за консультации по вопросам использования новых неинтегрированных ПФР в модели КМР и Александре Шипиловой за помощь в установке программы KaTie. Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, проект FSSS-2020-0014.

Литература / References

- [1] Vogelsang W., Whalley M.R. A compilation of data on single and double prompt photon production in hadron-hadron interactions. *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.*, 1997, vol. 23, A1–A69. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0954-3899/23/7A/001>.
- [2] Aad G. [et al.] Measurement of the inclusive isolated-photon cross section in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV using 36 fb^{-1} of ATLAS data. *Journal of High Energy Physics*, 2019, Issue 10. DOI: [https://doi.org/10.1007/jhep10\(2019\)203](https://doi.org/10.1007/jhep10(2019)203).
- [3] CMS collaboration, Measurement of differential cross sections for inclusive isolated-photon and photon+jets production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV. *Eur. Phys. J. C Part Fields*, 2019, vol. 79, no. 1, p. 20. DOI: [10.1140/epjc/s10052-018-6482-9](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-018-6482-9).
- [4] G. Aad [et al.] Measurement of the inclusive isolated prompt photon cross section in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV with the ATLAS detector. *Journal of High Energy Physics*, 2016, Issue 08. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/JHEP08\(2016\)005](https://doi.org/10.1007/JHEP08(2016)005).
- [5] Fontannaz M., Guillet J.P., Heinrich G. Isolated prompt photon photoproduction at NLO. *Eur. Phys. J. C Part Fields*, 2001, vol. 21, no. 2, pp. 303–312. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/s100520100732](https://doi.org/10.1007/s100520100732).
- [6] X. Chen [et al.] Isolated photon and photon+jet production at NNLO QCD accuracy. *Journal of High Energy Physics*, 2020, Issue 04, p. 166. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/jhep04\(2020\)166](https://doi.org/10.1007/jhep04(2020)166).
- [7] Nefedov M.A., Saleev V.A., Shipilova A.V. Dijet azimuthal decorrelations at the LHC in the parton Reggeization approach. *Physical Review D: Particles and fields*, 2013, Vol. 87, no. 9, p. 094030. DOI: [http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.87.094030](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.87.094030).
- [8] Karpishkov A.V., Nefedov M.A., Saleev V.A. $B\bar{B}$ angular correlations at the LHC in parton Reggeization approach merged with higher-order matrix elements. *Physical Review D: Particles and fields*, 2017, Vol. 96, no. 9, p. 096019. [http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.96.096019](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.96.096019).
- [9] Collins J.C., Ellis R.K. Heavy quark production in very high-energy hadron collisions. *Nuclear Physics B*, 1991, Vol. 360, issue 1, pp. 3–30. DOI: [https://doi.org/10.1016/0550-3213\(91\)90028-9](https://doi.org/10.1016/0550-3213(91)90028-9)
- [10] Lipatov L.N. Gauge invariant effective action for high-energy processes in QCD. *Nuclear Physics B*, 1995, 452, issues 1–2, pp. 369–397. DOI: [https://doi.org/10.1016/0550-3213\(95\)00390-E](https://doi.org/10.1016/0550-3213(95)00390-E).
- [11] Saleev V.A. Deep inelastic scattering and prompt photon production within the framework of quark Reggeization hypothesis. *Physical Review D: Particles and fields*, 2008, 78, p. 034033. DOI: [http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.78.034033](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.78.034033).
- [12] B.A. Kniehl [et al.] Single jet and prompt-photon inclusive production with multi-Regge kinematics: From Tevatron to LHC. *Physical Review D: Particles and fields*, 2011, Vol. 84, p. 074017. DOI: [http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.84.074017](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.84.074017).
- [13] Nefedov M.A., Saleev V.A. High-Energy Factorization for Drell-Yan process in pp and $p\bar{p}$ collisions with new Unintegrated PDFs. *Physical Review D: Particles and fields*, 2020, Vol. 102, p. 114018. DOI: <https://doi.org/10.1103/physrevd.102.114018>.
- [14] Kimber M.A., Martin A.D., Ryskin M.G. Unintegrated parton distributions. *Physical Review D: Particles and fields*, 2001, Vol. 63, p. 114027. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.63.114027>.
- [15] Hameren van A., Kotko P., Kutak K. Helicity amplitudes for high-energy scattering. *Journal of High Energy Physics*, 2013, Issue 01, p. 078. DOI: [http://Doi.org/10.1007/JHEP01\(2013\)078](https://doi.org/10.1007/JHEP01(2013)078).
- [16] Hameren van A., Kutak K., Salwa T. Scattering amplitudes with off-shell quarks. *Physics Letters B.*, 2013, Vol. 727, no. 1–3, pp. 226–233. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2013.10.039](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2013.10.039).
- [17] Hameren van A. KaTie: For parton-level event generation with k_T -dependent initial states. *Computer Physics Communications*, 2018, 224, pp. 371–380. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/j.cpc.2017.11.005](https://doi.org/10.1016/j.cpc.2017.11.005).
- [18] Nefedov M., Saleev V. On the one-loop calculations with Reggeized quarks. *Modern Physics Letters A.*, 2017, 32, no. 40, p. 1750207. DOI: [http://dx.doi.org/10.1142/S0217732317502078](https://doi.org/10.1142/S0217732317502078).
- [19] Sjostrand T., Mrenna S., Skands P.Z. A Brief Introduction to PYTHIA 8.1. *Computer Physics Communications*, 2008, 178, no. 11, pp. 852–867. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/j.cpc.2008.01.036](https://doi.org/10.1016/j.cpc.2008.01.036).
- [20] T. Gleisberg [et al.] Event generation with SHERPA 1.1. *Journal of High Energy Physics*, 2009, Issue 0902, p. 007. DOI: <https://doi.org/10.1088/1126-6708/2009/02/007>.



Scientific article

DOI: 10.18287/2541-7525-2021-27-1-104-110

Submitted: 07.01.2021

Revised: 04.02.2021

Accepted: 28.02.2021

A.A. Kuznetsova

Samara National Research University, Samara, Russian Federation

E-mail: malina-jun@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3670-2499>

V.A. Saleev

Samara National Research University, Samara, Russian Federation

E-mail: saleev@samsu.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0505-5564>

PRODUCTION OF ISOLATED PHOTONS WITH LARGE TRANSVERSE MOMENTA AT LHC IN THE REGGE LIMIT OF QCD

ABSTRACT

The article discusses the production of prompt isolated photons with large transverse momenta at the LHC at energies $\sqrt{s} = 8$ and 13 TeV in the parton Reggeization approach, which is based on the factorization theorem for hard processes at high energies and the effective theory of Reggeized gluons and quarks by L.N. Lipatov. Unintegrated parton distributions in the parton Reggeization approach were obtained in the modified Kimber–Martin–Ryskin model proposed earlier by the authors of the article. In numerical calculations, only the contribution of the main parton process, $R + Q(\bar{Q}) \rightarrow \gamma + q(\bar{q})$, is taken into account, since the contribution of other processes does not exceed 5–10 %. The calculation results are compared with the predictions obtained in the collinear parton model. Good agreement of calculations in the parton Reggeization approach with experimental data obtained by the ATLAS collaboration is shown.

Key words: LHC; isolated photons; hard process; parton model; parton Reggeization approach; quantum chromodynamics.

Citation. Kuznetsova A.A., Saleev V.A. Production of isolated photons with large transverse momenta at LHC in the Regge limit of QCD. *Vestnik Samarskogo universiteta. Estestvennonauchnaia seriia = Vestnik of Samara University. Natural Science Series*, 2021, vol. 27, no. 1, pp. 104–110. DOI: <http://doi.org/10.18287/2541-7525-2021-27-1-104-110>. (In Russ.)

Information about the conflict of interests: authors and reviewers declare no conflict of interests.

© Kuznetsova A.A., 2021

Alina Alexandrovna Kuznetsova — postgraduate student of the Department of General and Theoretical Physics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

© Saleev V.A., 2021

Vladimir Anatolievich Saleev — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, head of the Department of General and Theoretical Physics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.