

8. Geant4 User's Guide for application developers [Electronic resource]. – URL: <https://mirror.yandex.ru/gentoodistfiles/distfiles/BookForAppliDev-4.10.0.pdf>. – Date of access: 01.02.2021.

9. Full working example on Geant4 with visualization [Electronic resource] – URL: <https://dev.asifmoda.com/geant4/rabochij-primer>. – Date of access: 04.02.2021.

**А. А. Садовский**

(ГГУ имени Ф. Скорины, ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук.: **А. А. Панков**, д-р физ.-мат. наук, профессор,

**А. А. Бабич**, канд. физ.-мат. наук, доцент

## **ЭКСТРЕМУМЫ ФИЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДАЕМЫХ ВЕЛИЧИН В ПРОЦЕССЕ АННИГИЛЯЦИОННОГО РОЖДЕНИЯ МЮОННЫХ ПАР**

Исследованы энергетические зависимости двух физических наблюдаемых величин – сечения рассеяния и асимметрии вперед-назад, в процессе аннигиляционного рождения мюонных пар в области энергии исходных электрон-позитронных пучков, достижимых на будущем циркулярном коллайдере FCC-ee. Впервые получены точные аналитические выражения для экстремумов физических наблюдаемых величин в окрестности резонансного пика стандартного Z-бозона. Показано, что количественные расчеты энергетических поведений, наблюдаемых в точности, воссоздают их аналитические предсказания. Кроме того, показано, что экспериментальное исследование экстремумов в энергетическом поведении наблюдаемых на коллайдере FCC-ee позволит не только осуществить прецизионную проверку Стандартной модели элементарных частиц (СМ), но и получить указания на существование «новой» физики, обобщающей Стандартную модель.

Дифференциальное эффективное сечение электрон-позитронной аннигиляции в пару фермионов  $e^+e^- \rightarrow ff$  для неполяризованных начальных пучков может быть записано в борновском приближении:

$$\frac{d\sigma_{ff}}{d\cos\theta} = \frac{\pi\alpha_{e.m.}^2}{2s} \left[ (1 + \cos^2\theta) F_1 + 2\cos\theta F_2 \right]. \quad (1)$$

где  $\theta$  – угол рассеяния между направлением движения начального электрона и вылетающего фермиона  $f$ . Кроме того, функция  $F_1$  в СМ зависит от констант связи и пропагатора  $Z$ -бозона.

Полное сечение рассеяния и асимметрия вперед–назад определяются следующим образом [1–3]:

$$\sigma_{\mu\mu} = \int_{-1}^1 \frac{d\sigma_{\mu\mu}}{d\cos\theta} d\cos\theta = \sigma_{pt} F_1, \quad (2)$$

где  $\sigma_{pt} \equiv \sigma(e^+e^- \rightarrow \gamma^* \rightarrow \mu^+\mu^-) = (4\pi\alpha_{e.m.}^2)/(3s)$ .

$$A_{FB} = \frac{\sigma_{FB}}{\sigma_{\mu\mu}} \equiv \frac{\sigma_{\mu\mu}^F - \sigma_{\mu\mu}^B}{\sigma_{\mu\mu}} = 3F_2/4F_1, \quad (3)$$

Энергетическое поведение асимметрии вперед–назад  $A_{FB}$  и относительного сечения  $R^\mu (=F_1)$  в СМ представлены на рисунках 1 и 2 соответственно.

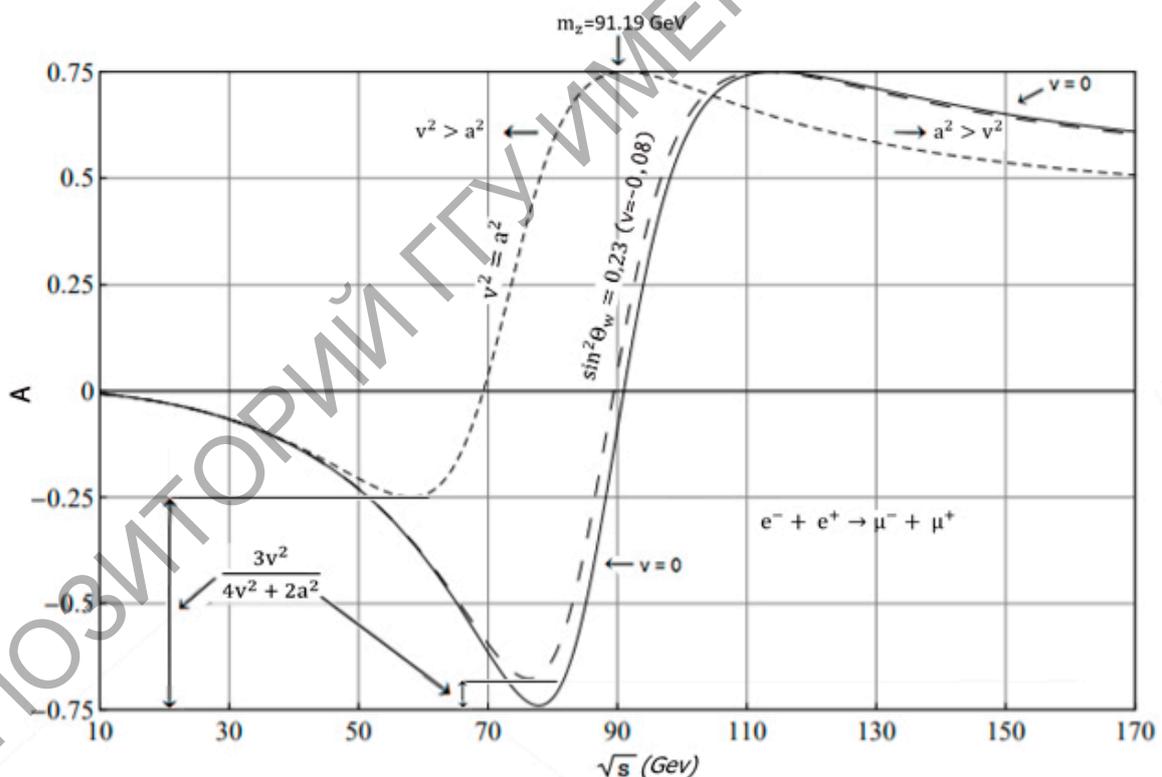


Рисунок 1 – Энергетическое поведение асимметрии вперед–назад  $A_{FB}$  в процессе аннигиляционного рождения мюонных пар. Указаны различные возможные комбинации констант связи  $Z$ -бозона с лептонами – как в СМ, при  $v=a=1$  и  $v=0$

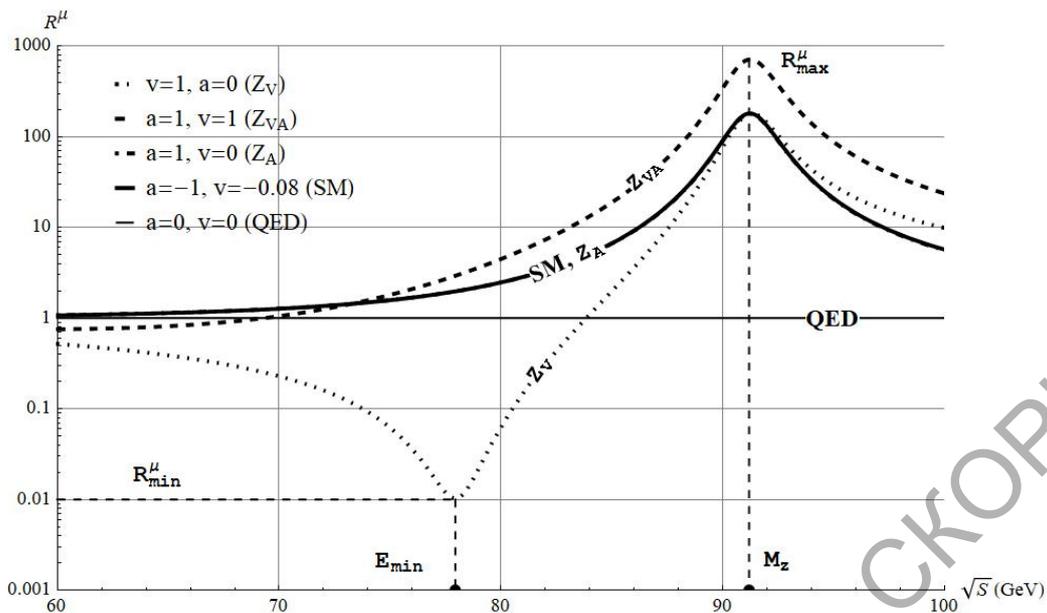


Рисунок 2 – Тоже, что на рисунке 1, но для относительного сечения  $R^\mu$

### Литература

1. Osland, P. Z-prime interference effects from TRISTAN to LEP-2/, P. Osland, A. A. Pankov // Phys. Lett. B. – 1997. – 403. – pp.93–100.
2. Babich, A. A. New physics signatures at a linear collider: Model independent analysis from conventional polarized observables/ A. A. Babich, P. Osland, A. A. Pankov, N. Paver // Phys. Lett. B. – 2001. – 518. – pp.128–136.
3. Pankov, A. A. High-precision limits on W–W' and Z–Z' mixing from diboson production using the full LHC Run 2 ATLAS data set / A. A. Pankov, P. Osland, I. A. Serenkova, V. A. Bednyakov // Eur. Phys. J. C. – 2020. – 80. – no.6, – pp.503–525.

**Н. С. Селивёрстов**

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **Д. Г. Кроль**, канд. физ.-мат. наук, доцент

### **ЭВОЛЮЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ВОЛНЫ ВОЗМУЩЕНИЯ ЛИНИИ РОСТА ДЕНДРИТА В ПЕРЕОХЛАЖДЕННОМ РАСПЛАВЕ**

В данной работе рассматриваются теплофизические аспекты проблемы высокоскоростной кристаллизации глубоко переохлажденного