

следование задачи показывает, что при различных предположениях о вероятностных законах, описывающих входной поток заявок и время обслуживания заявок каналами, и при различных способах расщепления заявок эта задача эффективно решается аналитическими методами либо ускоренными методами имитационного моделирования.

## Литература

1. Sagaydak, D. A. Model secret sharing schemes in systems transmit video / D. A. Sagaydak, R. T. Faizullin // Computer Optics. – 2013. – Vol. 37, № 1. – P. 105–112.
2. Файзуллин, Р. Т. Приложение алгоритма префиксного кодирования массива данных в схеме разделения секрета потока видеоданных / Р. Т. Файзуллин, Д. А. Сагайдак // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2012. – № 1-2(25). – С. 136–140.
3. Ефимов, В. И. Система мультиплексирования разнесенного TCP/IP трафика / В. И. Ефимов, Р. Т. Файзуллин // Математические структуры и моделирование. – 2002. – № 10. – С. 170–171.
4. Лавров, Д. Н. Схема разделения секрета для потоков данных маршрутизируемой сети / Д. Н. Лавров // Математические структуры и моделирование. – 2002. – № 10. – С. 192–197.

**А. А. Садовский**

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **О. В. Дегтярева**, ст. преподаватель;

**А. А. Панков**, д-р физ.-мат. наук, профессор;

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

## **ПРЕЦИЗИОННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛАБОГО УГЛА СМЕШИВАНИЯ ВАЙНБЕРГА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННЫХ КОЛЛАЙДЕРАХ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ**

Проверка Стандартной модели электрослабых и сильных взаимодействий элементарных частиц (СМ) осуществлялась на протяжении ряда лет в ускорительных экспериментах на высокоэнергетических коллайдерах, таких как LEP (опции LEP1 и LEP2), SLC, Tevatron, HERA и др., а также интенсивно ведется в настоящее время на Боль-

шом адронном коллайдере LHC. При этом результаты экспериментов, как правило, согласуются с предсказаниями СМ. Последний громкий успех СМ связан с открытием хиггсовского бозона в экспериментах CMS и ATLAS на LHC.

В представленном работе излагаются результаты исследований, посвященные разработке методов прецизионной проверки СМ на высокоэнергетических электрон-позитронных коллайдерах следующего поколения, таких как FCC-ee (Future Circular Collider), ILC (International Linear Collider), CLIC (Compact Linear Collider). В частности, определена светимость коллайдера FCC-ee, при которой точность измерения квадрата синуса угла Вайнберга (угла смешивания)  $\pm \delta (\sin^2 \theta_W)$  в окрестности резонансного пика стандартного Z-бозона превысит современные предельные значения, полученные из глобального анализа электрослабых данных.

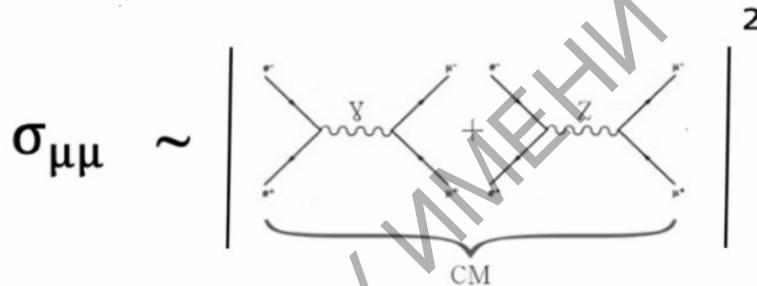


Рисунок 1 – Наборы фейнмановских диаграмм для амплитуды электрон-позитронной аннигиляции в пару мюонов в СМ

Полное сечение рассеяния  $\sigma_{\mu\mu}$  и относительное сечение  $R^\mu$ , определяются [1, 2]:

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

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

$\alpha = \frac{e^2}{4\pi}$  – постоянная тонкой структуры,

$$R^\mu = \frac{\sigma_{\mu\mu}}{\sigma_{e.m.}} = 1 + 2v^2 \operatorname{Re}(\chi) + (v^2 + a^2)^2 |\chi|^2.$$

Здесь  $\chi$  – пропагатор Z-бозона (с учетом ширины распада Z-бозона). В СМ лептонные константы связи Z-бозона имеют вид:

$v = -1 + 4\sin^2\theta_w$  ( $a = -1$ ) векторная (аксиально-векторная) константа связи.

Определим функцию  $\chi^2$  как:  $\chi^2 = \left(\frac{\Delta\sigma_{\mu\mu}}{\delta\sigma_{\mu\mu}}\right)^2$ , где отклонение сечения  $\Delta\sigma_{\mu\mu}$  вызвано возможным изменением параметра  $x_w = \sin^2\theta_w$ :  $\Delta\sigma_{\mu\mu} = \sigma_{\mu\mu}(x_w \pm \delta x_w) - \sigma_{\mu\mu}(x_w)$ , здесь  $\delta\sigma_{\mu\mu} = \sqrt{\frac{\sigma_{\mu\mu}}{L}}$  – статическая погрешность эксперимента.

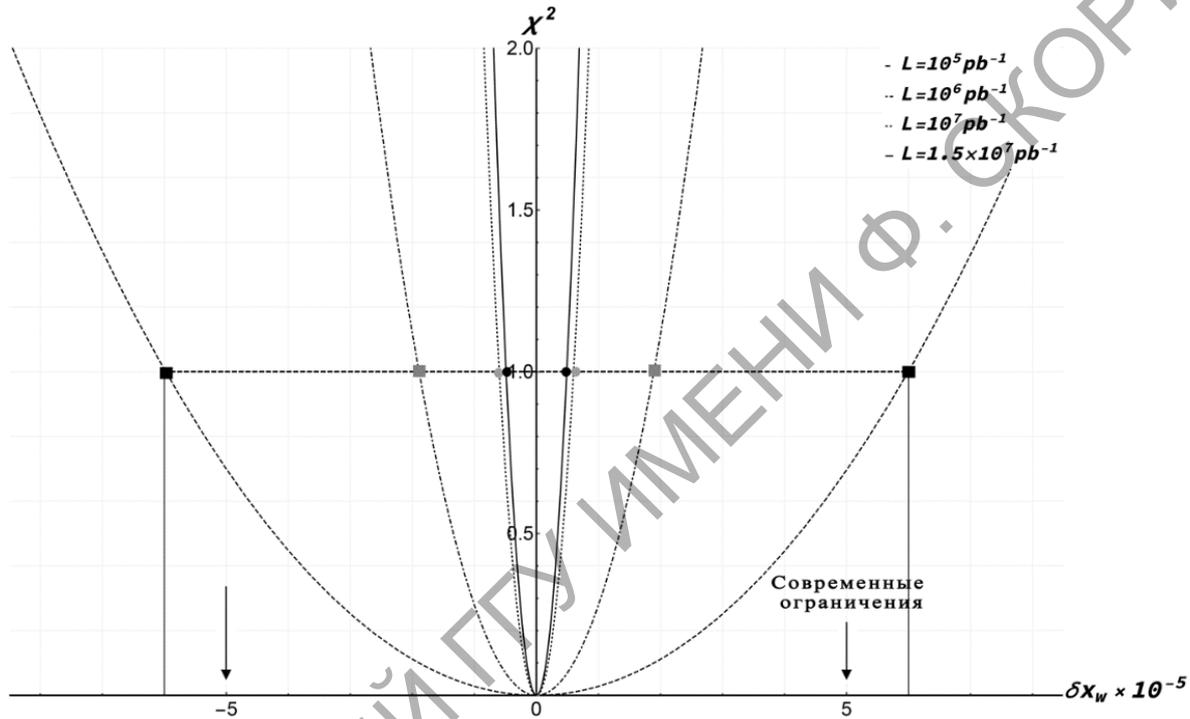


Рисунок 2 – Функция  $\chi^2$  в зависимости от  $\delta x_w$  в окрестности резонансного пика стандартного Z-бозона при различных значениях интегральной светимости. Показано, что при планируемой максимальной светимости коллайдера FCC-ee удастся более чем на порядок увеличить современную точность измерения квадрата синуса угла Вайнберга

**Выводы:**

1) Определена светимость коллайдера FCC-ee, при которой точность измерения квадрата синуса угла Вайнберга (угла смешивания)  $\pm \delta(\sin^2\theta_w)$  в окрестности резонансного пика стандартного Z-бозона превысит современные предельные значения, полученные из глобального анализа электрослабых данных.

2) Показано, что при планируемой максимальной светимости коллайдера FCC-ee удастся более чем на порядок увеличить современ-

ную точность измерения ключевого параметра  $SM$  квадрата синуса угла Вайнберга.

### Литература

1. 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.

2. 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. А. Селиверстов**

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

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

### СТРУКТУРА ИЗОЛИНИЙ ПАРАМЕТРОВ НАЧАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НОСИКА ДЕНДРИТА В ПЕРЕОХЛАЖДЕННОМ РАСПЛАВЕ

Важное место в изучении роста кристалла из переохлажденного расплава чистого вещества занимает изучение морфологических свойств фронта кристаллизации и возникновение боковых ветвей дендрита. Современное состояние теоретических и экспериментальных исследований этой проблемы представлено в работах [1, 2]. В данной работе рассматривается класс поверхностей роста, скорость перемещения которых зависит только от локальной формы этой поверхности. Предвестниками неустойчивости макроскопических форм поверхности роста служат изломы, изгибы, складки, генерирующие возмущение кривизны исходной поверхности. Цель работы: проанализировать устойчивость / неустойчивость начального состояния дендрита.

Рассмотрим двухмерный плоский случай. Фазовую границу кристаллизации (ФГК) моделируем плоской линией сильного разрыва  $x - F(y, t) = 0$ . Средняя кривизна этой границы равна  $K = (\partial^2 F / \partial y^2) / G^3$ ,  $G = (1 + (\partial F / \partial y)^2)^{1/2}$ . Направление оси  $x$  совпа-