

ОТЧЁТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ И  
КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ  
МНОГОЗАРЯДНЫХ ЧАСТИЦ В МОДЕЛЯХ  
СОСТАВНОГО БОЗОНА ХИГГСА

Научный руководитель  
д.ф.-м.н., профессор

М. Ю. Хлопов

Выполнил

Д. О. Сопин

Частица	Масса	Заряд $q$	Заряд $u$	Новое лептонное число	Новое барионное число
U	$\sim 1$ ТэВ	$\frac{2}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0	1
D	$\sim 1$ ТэВ	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0	1
E	$\sim 1$ ТэВ	-1	1	1	0
N	$\sim 50$ ГэВ	0	1	1	0

Таблица 1: Основные свойства частиц 4-ого поколения.

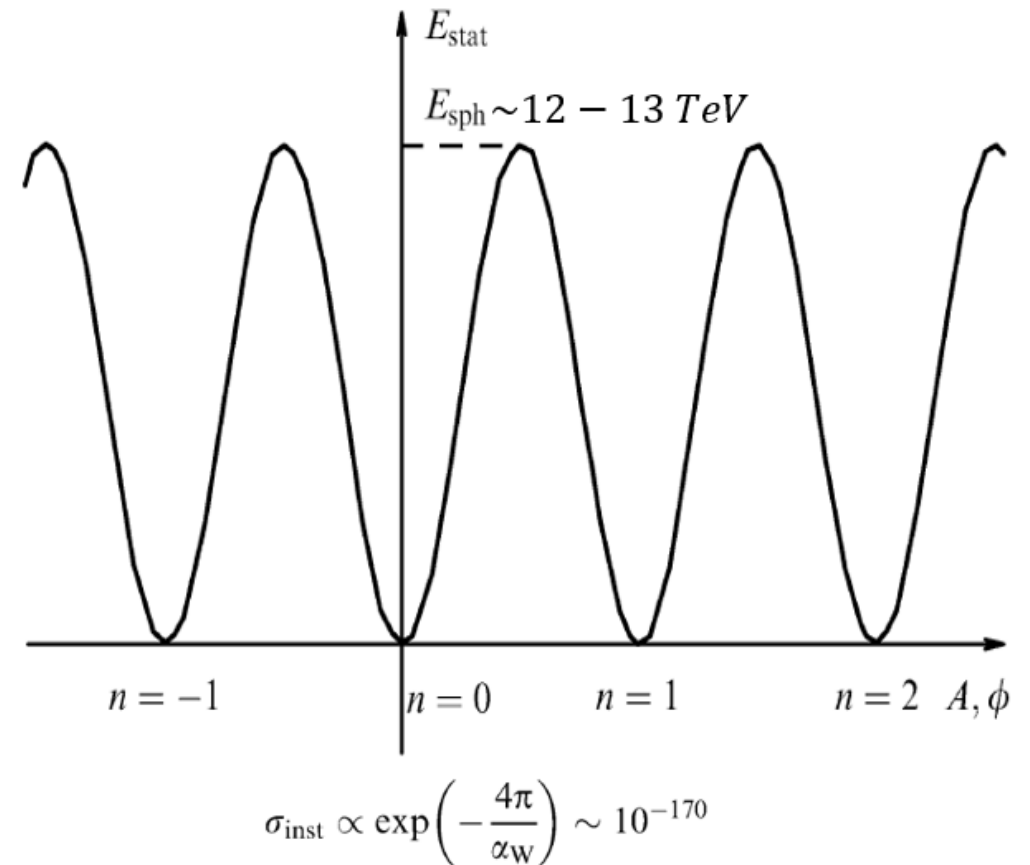
# Сфалеронный переход

- СФАЛЕРОН (электро-слабый сфалерон) – это квазиклассическое статическое (не зависящее от времени) решение уравнений электро-слабого поля Стандартной Модели.

$$\Delta N_e = \Delta N_\mu = \Delta N_\tau = \frac{1}{3} \Delta B$$

$(B - L)$  - сохраняющаяся величина

$(B + L)$  - НЕ сохраняющаяся величина



# Уравнения

$$\Omega_{\bar{U}\bar{U}\bar{U}} \approx 6 \frac{m_U}{\rho_c} T^2 \sigma_{\bar{U}\bar{U}\bar{U}} \mu_{\bar{U}R}$$

$$3(\mu_{uL} + 2\mu_{dL}) + \mu + (\mu_{\bar{U}R} + 2\mu_{\bar{D}R}) + \mu'_R = 0.$$

$$B = (10 + 2\sigma_t)\mu_{uL} + 6\mu_W.$$

$$L = 4\mu + 6\mu_W.$$

$$-FB = 2(\sigma_U + \sigma_D)\mu_{\bar{U}R} - 2\sigma_D\mu_W$$

$$-L' = 2(\sigma_E + \sigma_N)\mu'_R - 2\sigma_E\mu_W$$

$$(1 + 2\sigma_t)\mu_{uL} + (\sigma_D - 2\sigma_U)\mu_{\bar{U}R} - \mu + \sigma_E\mu'_R - (9 + \sigma_E + \sigma_D)\mu_W = 0$$

$$(\sigma_U + \sigma_D)\mu_{\bar{U}R} - (\sigma_E + \sigma_N)\mu'_R + (\sigma_E - \sigma_D)\mu_W = 0$$

$$\frac{\Omega_{\bar{U}\bar{U}\bar{U}}}{\Omega_b} = \frac{FB}{B} \frac{m_{\bar{U}\bar{U}\bar{U}}}{m_p}$$

# Вклад $\bar{U}\bar{U}\bar{U}$ полную плотность энергии

$$\Omega_{\bar{U}\bar{U}\bar{U}} = -144\Omega_b \frac{m_U}{m_p} \left( \frac{g}{\sigma_{\bar{U}\bar{U}\bar{U}}} s_2 + 12s_1 \right)^{-1}$$

$$s_1 = -\frac{2}{\sigma_D} \left( 14 + \frac{\sigma_D(2\sigma_E+1) - \sigma_E + \sigma_N(\sigma_E + \sigma_D)}{\sigma_E + \sigma_N} \right)$$

$$s_2 = \left( 3(1 + \sigma_D - 3\sigma_U) + \left( \frac{\sigma_U}{\sigma_D} + 1 \right) \left( -11 + \frac{\sigma_E(1 - \sigma_N)}{\sigma_E + \sigma_N} \right) \right)$$

$$\sigma(z) = \frac{6}{4\pi^2} \int_0^\infty dx x^2 \cosh^{-2} \left( \frac{1}{2} \sqrt{x^2 + z^2} \right)$$

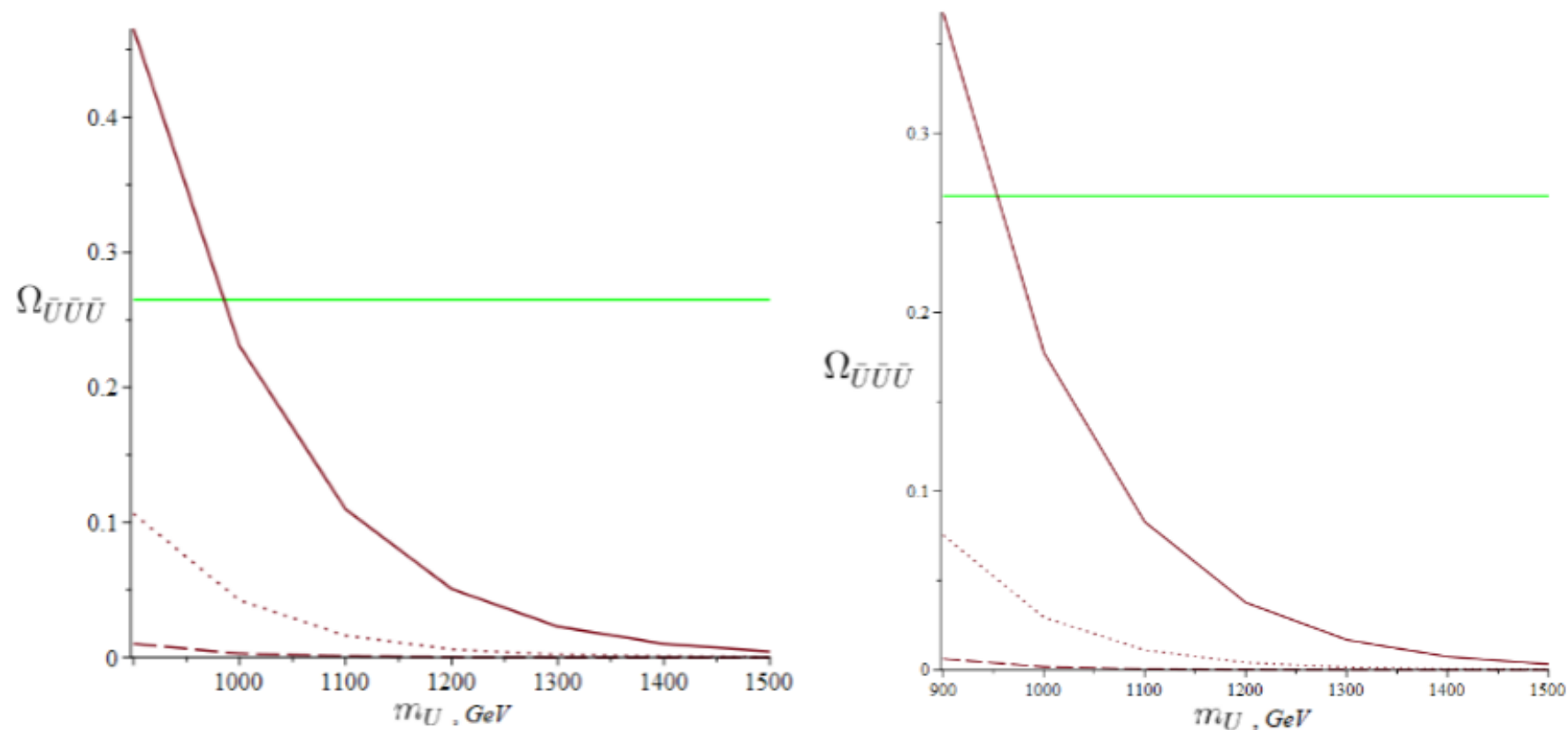


Рисунок 1 – Зависимость полной плотности  $\bar{U}\bar{U}U$  Вселенной от  $m_U$ . Штриховая, пунктирная и сплошная линии соответствуют  $T = 200; 250; 300$  ГэВ. Горизонтальная линия отображает наблюдаемую полную плотность скрытой массы во Вселенной. *Левая панель:*  $m_U = m_D = m_E, m_N = 50$  ГэВ. *Правая панель:*  $m_U = m_E, m_D - m_U = 200$  ГэВ,  $m_N = 50$  ГэВ.